

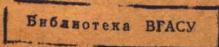
6974
K1937
Phi



ВОКСМД
Н2
ИО АИ

EX LIBRIS

H.O. N 461



495087.

КУРСЪ

ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ.

Часть II.

Центральная системы отопления.
Вентиляция.

Составилъ

экстраординарный профессоръ Института Гражданскихъ Инженеровъ
Императора Николая I

ГРАЖДАНСКИЙ ИНЖЕНЕРЪ

А. Н. Павловский.

Ц. 2^о.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія журнала «Строитель», Фонтанка, 66.
1907.

217458 2 55.07. 333

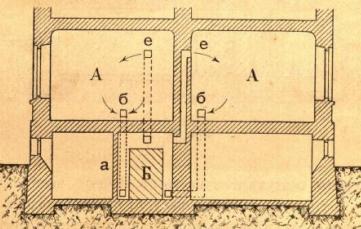
Воздушное отопление—одно из самых распространенных способов отопления, при котором нагретый воздух подается в помещения посредством специальных каналов и разводимого затыма жаровыми каналами в отапливаемые помещения; для этой цели может служить как комната, так и наружный воздух.

Центральная система отопления.

Воздушное отопление.

При воздушном отоплении согревание помещений производится при помощи воздуха, нагретого в центральном месте и разводимого затым жаровыми каналами в отапливаемые помещения; для этой цели может служить как комната, так и наружный воздух.

Общее расположение отдельных частей воздушного отопления, при пользовании комнатным воздухом, показано на черт. 202; здесь А, А—отапливаемые помещения, Б—нагревательный прибор, называемый

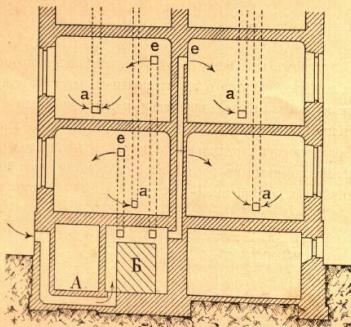


Черт. 202.

щися калорифером; послѣдний помещается въ нижнемъ этажѣ и окружается оградительными стѣнками а; пространство между калориферомъ и оградительными стѣнками называется камераю калорифера; камера калорифера соединяется съ отапливаемыми помещениями при

помощи каналовъ двухъ родовъ: **обратныхъ** б, б, по которымъ комнатный воздухъ, взятый изъ нижней части отапливаемой комнаты, опускается въ нижнюю часть камеры, и жаровыхъ е, е, по которымъ нагрѣтый въ камерѣ воздухъ вводится въ отапливаемымъ помѣщеніемъ. Здѣсь, слѣдовательно, происходитъ постоянная циркуляція комнатнаго воздуха че-резъ камеру калорифера.

На черт. 203 показано расположение отдельныхъ частей воздушного отопленія при пользованіи наружнымъ воздухомъ; въ этомъ



Черт. 203.

случаѣ наружный воздухъ поступаетъ въ нижнюю часть камеры калорифера по воздухоприводному каналу А, проходя около калорифера Б,— согрѣвается и затѣмъ разводится по отапливаемымъ помѣщеніямъ жаровыми каналами е, е; охлажденный въ помѣщеніяхъ воздухъ удаляется изъ нихъ отдельными вытяжными каналами а, а; при этой системѣ происходитъ, слѣдовательно, постоянная замѣна воздуха въ помѣщеніи съѣзжимъ воздухомъ и такимъ образомъ отопленіе сопровождается вентиляціею помѣщеній, тогда какъ при обратныхъ каналахъ происходитъ только отопленіе помѣщеній безъ обновленія комнатнаго воздуха;

случай, когда можетъ быть примѣнена та или другая система, будуть указаны ниже.

Для выясненія причинъ, вслѣдствіе которыхъ будетъ происходить движение воздуха че-резъ камеру, и условій, при которыхъ это движение будетъ наиболѣе энергичнымъ, примемъ обозначенія, показанныя



Черт. 204.

на черт. 204, и назовемъ плотности наружнаго воздуха че-резъ d, а плотность согрѣтаго воздуха въверху камеры, а слѣдовательно и въ жаровомъ кам-наль, че-резъ d₀, при чемъ, очевидно, d > d₀; рассматривая силы дѣйствующія на единицу площа-ди входнаго отверстія А, мы видимъ, что на нее сверху давить столбъ воздуха разной плотности высотою h₁+h₂, а снизу такой-же высоты столбъ наружнаго воздуха, разность этихъ давлений и будетъ тою силой, подъ вліяніемъ которой

будетъ происходить движеніе воздуха; называя ее че-резъ p и не прими-на во вниманіе сопротивленій, встрѣчающихся при движениіи воз-духа по каналамъ, получимъ:

$$p = (h_1 + h_2) d - \left(h_1 \times \frac{d + d_0}{2} + h_2 d_0 \right) = \left(\frac{h_1}{2} + h_2 \right) (d - d_0).$$

Равенство это показываетъ, что движущая сила, а слѣдовательно и скорость движенія воздуха по каналамъ, находятся въ прямой за-висимости отъ высоты расположения выходнаго отверстія надъ входнымъ и отъ разности плотностей воздуха наружнаго и согрѣтаго; слѣдовательно чѣмъ выше расположено отапливаемое помѣщеніе надъ калориферомъ, тѣмъ съ большей скоростью будетъ происходить движение воздуха по жаровому каналу, идущему къ этому помѣщенію, потому калориферъ слѣдуетъ всегда располагать возможно ниже. Что касается до разности плотностей, то таковая зависить отъ температуры воздуха; изъ нихъ температура наружнаго воздуха не можетъ быть нами измѣнена,

пняма, почему для увеличения этой разности остается увеличить температуру воздуха въ камерѣ калорифера и, слѣдовательно, чѣмъ сильнѣе будетъ согрѣти воздухъ въ камерѣ, тѣмъ усиленіе будетъ происходить движение воздуха по каналамъ; воздухъ этотъ, однако, не слѣдуетъ согрѣвать выше 60 Ц., такъ какъ при болѣе высокой температурѣ можетъ начинаться порча его вслѣдствіе разложенія носящейся въ немъ органической пыли.

Рассуждая аналогично для системы съ обратными каналами (черт. 205) и замѣтая, что $h_1 + h_2 = h_3 + h_4$, получимъ:

$$p = h_3 d + h_4 \left(\frac{d + d_0}{2} \right) - h_1 \left(\frac{d + d_0}{2} \right) - h_2 d_0 = \frac{h_2 + h_3}{2} (d - d_0)$$

то-есть и въ этомъ случаѣ движущая сила будетъ увеличиваться съ увеличеніемъ высотъ каналовъ и разности плотностей воздуха въ нихъ.

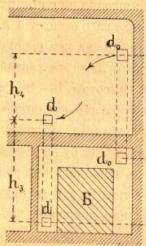
Переходя къ описанію отдѣльныхъ частей воздушной системы отопленія, указемъ, что главной частью этой системы является калориферъ, то-есть тѣтъ нагревательный приборъ, при помощи которого происходитъ согрѣваніе воздуха; очевидно, что для этой цѣли можетъ служить каждая изъ разсмотрѣнныхъ пачиѣ печей, но такъ какъ въ данномъ случаѣ нагревательный приборъ долженъ служить для согрѣванія цѣлаго ряда по-

мѣщений, то очевидно, что размѣры его должны быть значительно болѣе; кроме того наружная обѣлка его можетъ быть проще, не жели при комнатахъ печахъ.

Соответствію дѣленію печей и калориферы раздѣляются на калориферы малой и большой теплоемкости.

Калориферы малой теплоемкости.

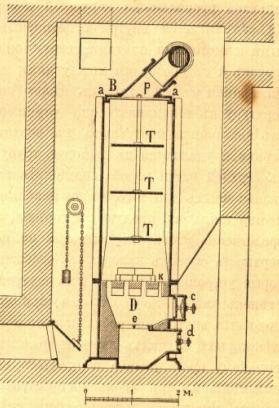
Калориферы малой теплоемкости дѣлаются преимущественно изъ чугуна. По формѣ дымооборотовъ ихъ можно раздѣлить на двѣ группы:



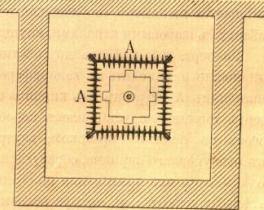
Черт. 205.

коробовые и трубчатые; коробовые калориферы состоятъ изъ короба, внутри котораго устраиваются топливникъ и дымообороты, наружная же его поверхность служить поверхностью нагрева; при трубчатыхъ калориферахъ дымообороты устраиваются въ видѣ ряда отдѣльныхъ трубъ, по которымъ и циркулируютъ продукты горѣнія. Какъ въ одномъ, такъ и въ другомъ случаѣ поверхность нагрева можетъ быть гладкая или снабжена ребрами; послѣдняя предпочтительна, такъ какъ въ этомъ случаѣ температура поверхности нагрева будетъ ниже и, слѣдовательно, опасность пригоранія на ней пыли, носящейся въ воздухѣ, будетъ меньше.

На черт. 206 показанъ коробовой калориферъ С.-Петербургскаго Металлическаго завода; онъ состоить изъ отдѣльныхъ чугунныхъ плитъ А, А, соединяющихся между собою въ углахъ при помощи болтовъ, какъ показано на чертежѣ; сверху коробъ закрывается чугунной крышкой В, входящей своими краями въ желобчатый закраину а, а, отлитыя въ верхней части досокъ; для большей плотности стыка крышки и досокъ въ желобокъ насыпается песокъ, въ угловыхъ же стыкахъ досокъ А для той-же цѣли



Черт. 206.



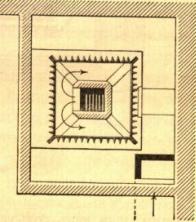
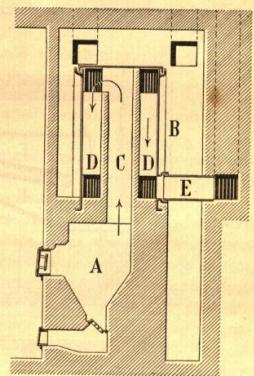
полезно прокладывать асбестовую прокладку. Въ нижней части короба устраивается топливникъ D съ дверцами: тончкой с и полувальной д съ топочной рѣшеткой е; для предупреждения слишкомъ сильного прокаливания наружной поверхности топливника—послѣдний обдѣлывается внутри огнеупорнымъ кирпичемъ, или-же цѣльными шамотовыми плитами; сверху топливникъ перекрывается рядомъ арочекъ къ прозорамъ между ними для прохода продуктовъ горѣнія; арочки эти дѣлаются стъ цѣлью поддержать болѣе высокую температуру въ топливнике для улучшения горѣнія; продукты горѣнія изъ топливника поступаютъ въ верхнюю часть короба, согрѣвая его стѣнки, и удаляются въ дымовую трубу透过 патрубокъ р; здѣсь же въ верхней части короба подѣлывается рядъ чугунныхъ плитъ Т, назначенныхъ для того, чтобы использовать возможно большее количество тепла отъ продуктовъ горѣнія, заставляя ихъ проходить непосредственно у стѣнокъ короба, а не по срединѣ его. Наружная поверхность стѣнокъ калорифера снабжена вертикальными ребрами, которыхъ устраиваются также и на внутренней поверхности верхней части стѣнокъ, какъ было уже сказано при описаніи металлическихъ печей—подобный внутренний ребра являются не только бесполезными, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ даже и вредными, способствуя сначала болѣе сильному прокаливанию наружныхъ поверхностей калорифера, а въ дальнѣйшемъ, при заполненіи пространства между внутренними ребрами сажею, уменьшая теплопередачу стѣнокъ калорифера. Калориферъ помѣщается въ камерѣ, сообщающейся внизу съ наружнымъ воздухомъ, а вверху съ жаровыми каналами, идущими въ отапливаемыя помѣщенія.

На черт. 207 показанъ другой типъ коробового калорифера, который можно причислить къ калориферамъ средней теплоемкости; здѣсь топливникъ А устроенъ изъ кирпича по типу топливника Лукашевича; сверхъ топливника установленъ коробъ В изъ чугунныхъ реберныхъ досокъ стъ таю-же крышкою; внутри короба устроены перегородки изъ огнеупорного кирпича, образующіе дымообороты. Продукты горѣнія поднимаются изъ топливника по среднему дымообороту с, изъ котораго затѣмъ опускаются въ четыре боковыхъ дымооборота, а отсюда сборными боровомъ D отводятся къ патрубку Е и далѣе въ дымовую трубу; преимущество этого калорифера предъ ранѣе описаннымъ состоитъ въ его болѣеющей теплоемкости, вслѣдствіе чего калориферъ выдѣляетъ теплоту даже и послѣ прекращенія горѣнія.

Коробовые калориферы, занимая довольно много мѣста, имѣютъ сравнительно небольшую поверхность нагрева; съ цѣлью увеличить эту поверхность—дымообороты

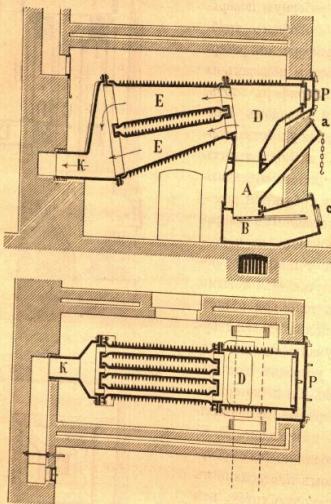
калориферовъ устраиваются въ видѣ ряда трубъ, имѣющихъ гладкую или реберную поверхность; тѣлъ подобного трубчатаго калорифера съ реберной поверхностью показанъ на черт. 208. Калориферъ этотъ, устраиваемый заводомъ Кайзерплаттеръ, для удобства сборки состоить изъ отдѣльныхъ чугунныхъ частей, соединяющихся между собою при помо-щи соответственныхъ закраинъ, какъ показано на чертежѣ; здѣсь А топливникъ, обдѣланный внутри шамотовыми плитами, съ топочной рѣшеткой В; а—наполнительная дверца, с—полувальная; надъ топливникомъ устроены подъемные колодези D, съ которымъ соединяеться рядъ наклонныхъ трубчатыхъ дымоходовъ Е, Е; послѣдніе соединяются со сборнымъ боровомъ К, отводящимъ дымъ въ дымовую трубу; всѣ наружныя поверхности калорифера снабжены вертикальными ребрами; для прочистки внутреннихъ поверхностей отъ сажи служить дверца Р.

Указанные калориферы даютъ общее понятіе о калориферахъ малой теплоемкости; не останавливаясь болѣе на описаніи другихъ видовъ ихъ, въ виду весьма



Черт. 207.

ограниченного распространения ихъ въ Россіи, укажу лишь, что они могутъ быть примѣнены для отопленія помѣщений не жилыхъ, какъ то: складовъ, сушилень и проч.; для жилыхъ-же помѣщений калориферы малой теплоемкости ни въ какомъ случаѣ не могутъ быть ре-



Черт. 208.

комендованы, такъ какъ пользованіе ими всегда сопровождается порчаю воздуха, происходящую отъ пригоранія пыли на накаленныхъ покрытияхъ ихъ. Вообще калориферы эти обладаютъ всѣми недостатками печей малой теплоемкости.

Расчетъ калориферовъ малой теплоемкости производится на тѣхъ-же основаніяхъ, какъ и печей малой теплоемкости, снабженныхъ кожухами.

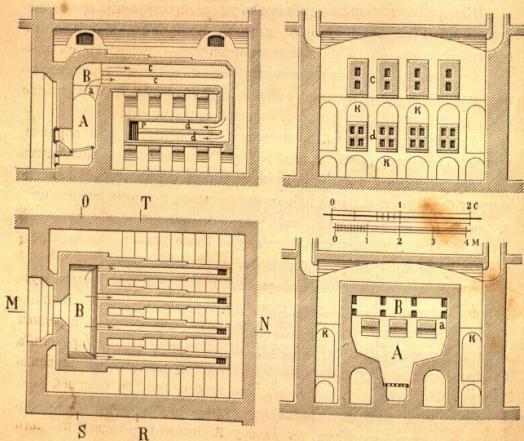
Калориферы большой теплоемкости.

Калориферы большой теплоемкости распространены преимущественно въ Россіи, где суровый климатъ заставляетъ заботиться, въ особенности для отопленія жилыхъ помѣщений, о приборахъ съ продолжительнымъ и равнотрѣбнымъ выдѣленіемъ тепла при сравнительно не большой продолжительности топки; этимъ условіямъ, какъ указано было ранее, отвѣчаютъ приборы большой теплоемкости.

Калориферы большой теплоемкости устроены изъ кирпича, при чёмъ некоторые части ихъ полезно складывать въ желѣзныхъ футлярахъ; дымообороты ихъ, въ зависимости отъ размѣровъ камеры, могутъ быть вертикальные или горизонтальные, но преимущество слѣдуетъ отдать первымъ, такъ какъ при нихъ сопротивленіе движению дыма меньше, а потому тяга постояннѣ. Ниже указаны болѣе характерные типы калориферовъ большой теплоемкости.

Типъ кирпичаго калорифера безъ примѣненія желѣзныхъ футляровъ показанъ на черт. 209; калориферъ этотъ разработанъ Войницкимъ. Топливникъ его **A** имѣть нѣсколько наклонную къ передней стѣнкѣ топочную рѣшетку и сверху перекрывается рядомъ арочекъ **a** съ проозорами между ними, способствующихъ лучшему перемѣшыванію продуктовъ горѣнія съ воздухомъ, что необходимо для большей полноты горѣнія; изъ топливника продукты горѣнія попадаютъ черезъ проозоры между арочеками въ камеру **B**, откуда переходятъ въ рядъ двойныхъ горизонтальныхъ дымооборотовъ **c, c**, затѣмъ переходятъ въ рядъ четвертыхъ горизонтальныхъ дымооборотовъ **d, d**, а отсюда сборными боровомъ **p** удаляются въ дымовую трубу; для поддержания горизонтальныхъ дымооборотовъ служитъ рядъ кирпичныхъ арочекъ **k, k**, перекрѣтыхъ сверху лещадными плитами, на которыхъ и основываются эти дымообороты; толщина стѣнокъ дымооборотовъ дѣлается не одинаковой: въ началѣ она больше, а затѣмъ постепенно уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ топливника, соответственно постепенному пониженію температуры продуктовъ горѣнія, что слѣдуетъ признать

вполнѣ рациональнымъ, такъ какъ при этомъ получается одинаковая прогреваемость наружныхъ поверхностей нагрева во всѣхъ частяхъ калорифера. Калориферъ этотъ, обладая громадной теплоемкостью, даетъ достаточно удовлетворительные результаты и коэффициентъ полезнаго дѣйствія его доходитъ до 0,7; но, въ то же время, онъ имѣть слѣдующие недостатки: а) горизонтальные дымообороты, затрудня

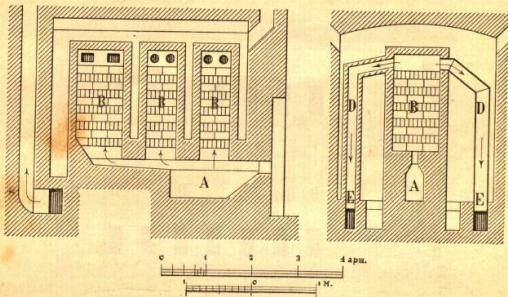


Черт. 209.

движеніе продуктовъ горѣнія, могутъ способствовать ослабленію тяги; б) стѣники дымооборотовъ, въ виду опасности прониканія дыма въ камеру, не могутъ быть слѣплены тонкимъ какъ въ 1/4 кирпича, а при такоѣ толщинѣ передача тепла отъ продуктовъ горѣнія къ воздуху въ камерѣ происходитъ не достаточно энергично и для достаточного вымѣнѣнія тепла требуется значительно увеличивать поверхность нагрева; в) ряды арочекъ K, K, необходимыхъ для поддержания дымообо-

ротовъ, загораживающіе свободный проходъ по камерѣ и затрудняютъ ремонтъ дымооборотовъ и очистку камеры отъ пыли.

Недостатки эти постепенно устраниены при дальнѣйшей разработкѣ калориферовъ большой теплоемкости. Наиболѣе существенный недостатокъ состоять въ излишней толщинѣ стѣнокъ дымооборотовъ; дальнѣйшее уменьшеніе этой толщины достигается примѣненіемъ для устройства дымооборотовъ желѣзныхъ футляровъ, выложеніемъ внутри кирпичемъ на ребро или же тонкимъ клинкеромъ; желѣзныя футляры, устроенные достаточно плотно, увеличиваютъ прочность дымооборотовъ,

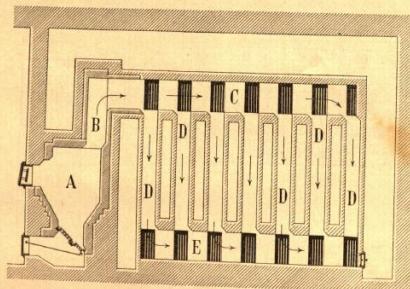


Черт. 210.

въ то же время не даютъ возможности прониканія продуктовъ горѣнія въ камеру калорифера даже при случайному выпаденіи глины изъ стыковъ кирпичной обѣлки ихъ.

На черт. 210 показанъ одинъ изъ первоначальныхъ типовъ калориферовъ, въ которыхъ примѣнены желѣзныя футляры для дымооборотовъ; калориферъ этотъ разработалъ Свѣязевъ. Здѣсь А—толливникъ Свѣязева со сплошнымъ подомъ, надъ которымъ расположены три подъемныхъ колодца B, B; для увеличения теплоемкости прибора подъемные колодцы заполнены кирпичной насадкой; продукты горѣнія изъ каждого подъемного колодца попадаютъ въ 4 вертикальныхъ

опускныхъ колодца **D, D**, расположенныхъ съ обѣихъ сторонъ подъемнаго и затѣмъ двумя горизонтальными боровами **E, E**—отводятся въ дымовую трубу; толщина стѣночъ подъемныхъ колодцевъ дѣлалась Свѣзевымъ въ 1 или $\frac{1}{2}$ кирпича, опускные же устраивались въ желѣзныхъ футлярахъ, обѣмленныхъ внутри гончарными трубами, или же кирпичемъ на ребро; здѣсь, слѣдовательно, получалось постепенное утоненіе толщины стѣночъ, соотвѣтственно пониженію температуры продуктовъ горѣнія и, при достаточно тонкихъ стѣнкахъ послѣднихъ дымооборотовъ, прогрѣваемость всѣхъ наружныхъ поверхностей могла

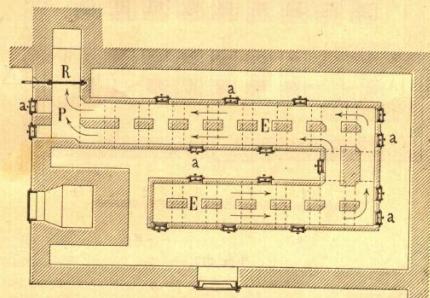


Черт. 211.

быть достаточно равномѣрною. Калориферы Свѣзева въ настоящее время не примѣняются въ виду присущихъ имъ недостатковъ; главнымъ недостаткомъ является нерациональный топливникъ съ глухимъ подомъ, не дающій возможности достигнуть полноты горѣнія, что понижаетъ коефиціентъ полезного дѣйствія этихъ калориферовъ; кромѣ того устройство нѣсколькихъ подъемныхъ колодцевъ, какъ уже было указано на стр. 245, способствуетъ неодинаковой прогрѣваемости отдельныхъ дымооборотовъ, зависящей иногда отъ случайныхъ причинъ; уничтоженіе этого недостатка можетъ быть достигнуто постановкою регуляторныхъ залѣважекъ въ каждомъ дымооборотѣ, но это

уже усложняетъ устройство и ухудшаетъ за калориферомъ и увеличиваетъ стоимость его.

Наиболѣѣ распространены въ настоящее время калориферы, разработанные профессоромъ Лукашевичемъ; характерною особенностью ихъ является устройство одного подъемного колодца, изъ котораго продукты горѣнія поступаютъ сразу въ рядъ опускныхъ колодцевъ; топливникъ устраивается съ наклонными переднею и заднею стѣнками по типу, разработанному Лукашевичемъ и давшему прекрасные ре-

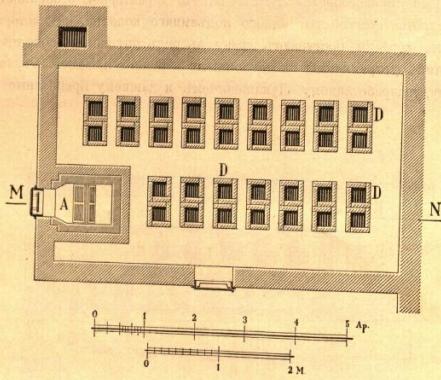


Черт. 212.

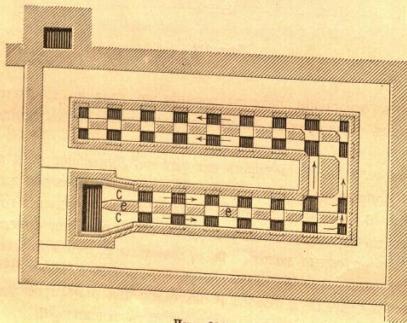
зультаты въ отношеніи полноты горѣнія, но, конечно, къ этимъ же калориферамъ могутъ быть примѣнены и другие типы топливниковъ.

На черт. 211—214 показанъ калорифер Лукашевича съ вертикальными колодцами, предназначенный для топки дровами; здѣсь **A**—топливникъ, **B**—подъемный колодецъ, изъ котораго продукты горѣнія поступаютъ въ горизонтальный **разводитель C**; отсюда они опускаются сразу во все опускные колодцы **D** до **собирателя E**, изъ котораго уже боровомъ **P** отводятся въ дымовую трубу. Дверца **a**, а служить для прочистки собирателя и борова **P** отъ сажи; для регулированія таги и полнаго закрыванія дымовой трубы служитъ задвижка **R**.

На черт. 215 и 216 показан такъ же калориферъ Лукашевича, предназначенный для топки каменнымъ углемъ; значеніе буквъ адѣсь то же, что и у ранѣе описаннаго.

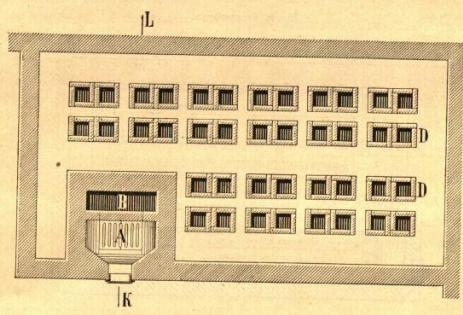


Черт. 213.



Черт. 214.

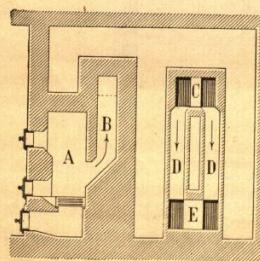
Разводитель, опускные колодцы и собиратель этихъ калориферовъ устраиваются въ футлярахъ изъ листового жалѣза; толщина стѣнокъ топливника дѣлается отъ $1\frac{1}{2}$ до 1 кирпича, стѣнки подъем-



Черт. 215.

наго колодца имѣютъ толщину отъ 1 до $\frac{3}{4}$ кирпича, стѣнки разводителя устраиваются въ $\frac{1}{2}$ кирпича, а опускные колодцы и собиратель имѣютъ стѣнки толщиной въ $\frac{1}{4}$ кирпича, что и способствуетъ равномерному согрѣванію всѣхъ поверхностей калорифера; этому же способствуетъ примѣненіе одного подъемнаго колодца и ряда опускныхъ. Калориферы Лукашевича дали на практикѣ вполнѣ удовлетворительные результаты; коэффиціентъ полезнаго дѣйствія ихъ можно принять равнымъ 0,70 до 0,80.

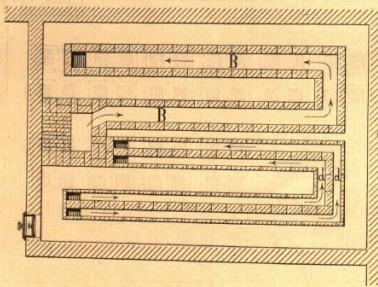
Въ тѣхъ случаяхъ, когда высота камеры не позволяетъ устраивать вертикальные колодцы, — посмѣдни дѣлаются



Черт. 216.

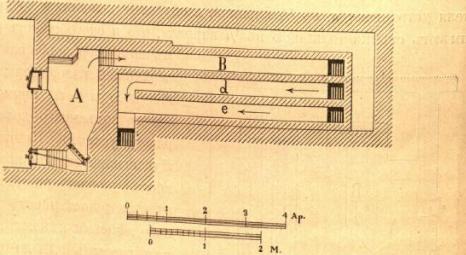
горизонтальными, при чём и в этом случае полезно дѣлать ихъ въ желѣзныхъ футлярахъ. На черт. 217—219 показанъ подобный калориферъ съ горизонтальными дымооборотами; здесь продукты горѣнія изъ

Планъ калорифера.



Черт. 217.

Продольный разрѣз.



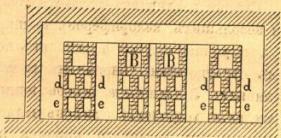
Черт. 218.

топливника А поступаютъ, какъ показано на чертежѣ стрѣлками, въ два горизонтальныхъ дымооборота В, опустившись внизъ въ концѣ ихъ, поворачиваются обратно, проходя по 8 дымооборотамъ д и е, изъ кото-

рыхъ боровомъ отводятся въ дымовую трубу; примѣненіе желѣзныхъ футляровъ даетъ въ этомъ случаѣ возможность устроить постепенное утоненіе стѣнокъ, дляя стѣнъ

ки верхнихъ дымооборотовъ въ $\frac{1}{2}$ кирпича, а нижнихъ въ $\frac{1}{4}$ кирпича, но, конечно, таго въ этихъ калориферахъ находится въ менѣѣ благоприятныхъ условіяхъ, чѣмъ при вертикальныхъ дымооборотахъ.

Поперечный разрѣз.



Черт. 219.

Ниже помещено описание устройства отдельныхъ частей калориферовъ, преимущественно системы Лукашевича, какъ болѣе рациональныхъ и болѣе распространенныхъ, а также описание устройства остальныхъ частей воздушной системы отопленія—камеры, каналовъ, приборовъ и проч.

Устройство отдельныхъ частей воздушной системы отопленія.

Устройство калориферовъ большой теплоемкости.

При кладкѣ калориферовъ слѣдуетъ соблюдать тѣ же правила, которыми были указаны для кладки печей большой теплоемкости, то есть употреблять кирпичъ, вполнѣ насыщенный водой, соблюдать тщательную перевязку кирпича и устраивая возможно болѣе тонкіе швы между отдельными рядами кирпича; тщательное соблюденіе этихъ правилъ необходимо здѣсь еще болѣе, нежели при печахъ, такъ какъ калориферы согрѣваются, а слѣдовательно и могутъ разстрѣваться, гораздо сильнѣе печей.

Такъ какъ калориферы устраиваются обыкновенно въ нижнихъ этажахъ, то фундаментъ подъ нихъ дѣлаютъ преимущественно изъ бутовой плиты на известковомъ или цементномъ растворѣ; фундаменты эти не слѣдуетъ связывать съ фундаментами подъ стѣнами зданія, дабы предупредить возможность разстройства кладки калорифера отъ неравномерной осадки его и стѣнъ зданія; сверхъ фундамента дѣлается выстилка кирпичемъ, на которой и начиняется кладка частей калорифера; устройство планцевъ подъ калориферомъ не можетъ быть реко-

мендовано, такъ какъ они, не принося существенной пользы, въ то же время трудно очищаются отъ пыли, вслѣдствіе чего затрудняется содержаніе камеры въ должной чистотѣ.

Стѣнки топливника дѣлаются толщиною въ $1\frac{1}{2}$ кирпича и лишь для небольшихъ калориферовъ толщина эта можетъ быть уменьшена до 1 кирпича; внутри топливникъ долженъ быть обязательно выложенъ отгнеупорнымъ кирпичемъ на такой же глини. При устройствѣ топливника Лукашевичъ особое вниманіе должно быть обращено на тщательное устройство откосовъ задней и передней стѣнокъ, устраиваемыхъ изъ тесанаго кирпича и подвергающихся наибольшей портѣ, какъ вслѣдствіе высокой температуры, развивающейся въ топливнике, такъ и отъ ударовъ при забрасываніи топлива; тесанный кирпичъ, для большей прочности, не долженъ имѣть острыя кромки, для чего нижняя часть боковой поверхности его на высоту около $\frac{1}{4}$ дюйма должна оставаться не стесанной, какъ показано на черт. 220; уклонъ задняго откоса дѣляется въ отношеніи 7 : 5, уклонъ же переднаго откоса зависитъ отъ размѣровъ топливника и топочной рѣшетки, но также долженъ быть не менѣе уклона задняго откоса для того, чтобы по немъ легко скатывались угольки, получающіеся при горѣніи топлива. Отъ ударовъ забрасываемымъ въ топливникъ топливомъ—болѣе всего страдаютъ верхняя площадка А переднаго откоса за топочной дверцей и арочки В, перекрывающіе топочное отверстіе, изъ которыхъ кирпичъ легко выбивается забрасываемымъ топливомъ; чтобы предупредить подобную порчу—площадку А слѣдуетъ дѣлать въ видѣ горизонтальной обратной перемычки, какъ показано на черт. 220 въ планѣ; что же касается до арочекъ, перекрывающихъ топочное отверстіе, то для той же цѣли ихъ дѣлаются уступами, показанными на томъ же чертежѣ въ разрѣзѣ; адѣже слѣдуетъ замѣтить, что топочное отверстіе всегда слѣдуетъ перекрывать арочками, а не кирпичемъ, положеннымъ плашмя по желѣзнымъ полоскамъ, какъ это часто дѣлаются печники; послѣднее устройство не долговѣчно, такъ какъ отъ высокой температуры, развивающейся въ топливнике, желѣзныя полоски прогибаются, вслѣдствіе чего наступаетъ быстрое разстройство кладки въ этомъ мѣстѣ.

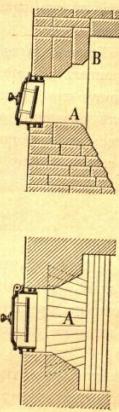
При большихъ размѣрахъ топочной рѣшетки въ калориферахъ большої теплоемкости—послѣдняя устраивается обыкновенно изъ отдѣльныхъ колосниковъ, имѣющихъ то преимущество предъ сплош-

ной рѣшеткой, что въ случаѣ какой-либо частичной порчи, замѣна отдѣльныхъ попорченныхъ колосниковъ легче и дешевле, нежели цѣлой рѣшетки; при топливникахъ для дровъ, устраиваемыхъ по типу, разработанному Лукашевичемъ,—нижняя часть топочной рѣшетки должна быть сдѣлана опрокидывающейся для очистки топливника отъ золы, почему она устраивается изъ сплошныхъ рѣшетокъ, верхняя же часть можетъ быть и изъ отдѣльныхъ колосниковъ; типъ подобнаго топливника описанъ ранѣе (черт. 13 на стр. 47). При здѣсьѣ угольниковъ и тавриковъ, служащихъ для поддержания колосниковъ и рѣшетокъ,—слѣдуетъ оставлять въ кладкѣ зазоръ для свободнаго расширѣнія ихъ при согрѣваніи; такой же зазоръ долженъ быть между ними и рѣшетками или колосниками.

Толщина стѣнокъ подъемнаго колодца дѣляется отъ 1 до $\frac{3}{4}$ кирпича; внутренняя поверхность этого колодца обѣдливается отгнеупорнымъ кирпичемъ, сверху же онъ перекрывается сводикомъ изъ того же кирпича; при колодцахъ большаго размѣра внутри ихъ, для увеличенія теплоемкости калорифера, полезно дѣлать насадку изъ кирпичныхъ арочекъ.

Наружные части топливника и подъемнаго колодца, выходящія въ камеру, для полученія болѣе гладкой поверхности, општукатуриваются асбестовой штукатуркой, оставленныя же части калорифера—разводитель, опускные колодцы и собиратель—складываются въ футлярахъ изъ листового жалѣза; для этой цѣли слѣдуетъ примѣнять исключительно оцинкованное жалѣзо, такъ какъ черное жалѣзо, находясь въ калориферахъ въ неблагопріятныхъ условіяхъ по отношенію къ влагѣ,—быстро ржавѣеть; соединеніе отдѣльныхъ жалѣзныхъ коробовъ между собою производится также, какъ указано при описаніи печей большой теплоемкости.

Наружныя стѣнки разводителя дѣлаются въ $\frac{1}{2}$ кирпича толщиною, для поддержания же перекрышки разводителя, устраиваемой изъ кирпича, положеннаго плашмя, служить кирпичные столбики е, е,



Черт. 220.

21*

(черт. 214); при этомъ первые столбки въ началь разводителя слѣдуетъ дѣлать также изъ огнеупорнаго кирпича, такъ какъ температура продуктоў горѣнія въ этомъ мѣстѣ еще слишкомъ высока.

Толщина стѣнокъ опускныхъ колодцевъ и собирателей дѣлается въ $\frac{1}{4}$ кирпича; въ послѣднемъ упрѣгается рядъ двойныхъ прочистныхъ дверецъ а, а (черт. 212) для очистки дымоходовъ отъ сажи съ такими разсчетомъ, чтобы сажу можно было вычистить со всѣхъ мѣстъ собирателя. Размеры и форма опускныхъ колодцевъ примѣняются тѣ же, какіе указаны на стр. 270 при описаніи печей большой теплоемкости.

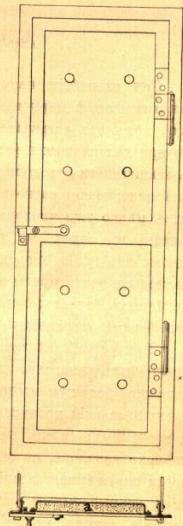
Борть, отводящій дымъ въ дымовую трубу, также слѣдуетъ устраивать въ желѣзномъ футляре; въ концѣ его предъ входомъ въ дымовую трубу устанавливается задвижка для закрыванія калорифера посль окончанія топки; задвижку эту слѣдуетъ устанавливать въ камеру калорифера, иначе черезъ щель ея возможно прониканіе дыма въ самую камеру.

Камера калорифера.

Для того, чтобы образовать воздушную камеру калорифера, послѣдний окружаютъ съ боковыхъ сторонъ оградительными стѣнками, а сверху перекрываютъ нестораемыми потолкомъ; стѣнки камеры расположаются на разстояніи не менѣе 8 вершковъ отъ поверхности калорифера для того, чтобы образовать свободный проходъ по камерѣ для очистки поверхности калорифера отъ пыли. Оградительные стѣнки дѣлаются преимущественно кирпичными на глини или на цементномъ растворѣ, толщиной отъ $\frac{1}{2}$ до $1\frac{1}{2}$ кирпича; толщина въ $\frac{1}{2}$ кирпича можетъ быть допущена лишь въ томъ случаѣ, если калориферъ расположенъ въ тепломъ помѣщеніи, при расположеніи же калорифера въ неотапливаемомъ помѣщеніи, какъ это въ большинствѣ случаевъ бываетъ при расположении его въ подвалѣ, оградительные стѣнки слѣдуетъ дѣлать толщиной отъ 1 до $1\frac{1}{2}$ кирпичей, дабы предупредить потерю тепла черезъ эти стѣнки. Для входа въ камеру калорифера въ одной изъ стѣнокъ ея устанавливается желѣзная камерная дверь, показанная въ детали на черт. 221 и снабженная съ внутренней стороны изолиторной желѣзной коробкой а, заполненной дурно-

проводящимъ тепло материаломъ (асбестомъ, золою и пр.); назначеніе коробки—предупредить охлажденіе камеры черезъ камерную дверь. При устройствѣ камерной двери слѣдуетъ обращать особое вниманіе на плотность затвора, въ противномъ случаѣ черезъ щели двери въ камеру можетъ проникать воздухъ, не всегда чистый, изъ тѣхъ помѣщений, где установленъ калориферъ; плотность затвора достигается во-первыхъ тщательно пригонкой ея рамки, а во-вторыхъ резиновыми прокладками; ширина двери дѣлается отъ 10 до 12 вершковъ, высота отъ 24 до 32 вершковъ.

Если помѣщеніе, въ которомъ установленъ калориферъ, перекрыто сводомъ, то стѣнки камеры могутъ быть доведены до этого свода и послѣдний будетъ служить одновременно и перекрытиемъ камеры калорифера, но подобное устройство, въ особенности при калориферахъ большого размѣра,—нерационально, такъ какъ всегда сопровождается чрезмѣрнымъ повышениемъ температуры въ помѣщении, расположенному непосредственно надъ калориферомъ вслѣдствіе того, что сводъ сильно согрѣвается воздухомъ калорифера и передаетъ слишкомъ большое количество тепла въ помѣщеніе, надъ нимъ расположеннымъ; въ виду этого камера калорифера всегда слѣдуетъ ограждать самостоятельнымъ перекрытиемъ или въ видѣ отдѣльного свода надъ нею, или же кирпичемъ плашмя по тавровымъ балочкамъ, уложеннымъ на оградительные стѣнки на разстояніи 6 вершковъ одна отъ другой и покрытыми двумя или тремя рядами кирпича; разстояніе верха калорифера до потолка камеры должно быть не менѣе 8 вершковъ, если же калориферъ служить для согреванія наружного воздуха, то разстояніе это должно быть не менѣе 12 вершковъ, такъ



Черт. 221

какъ въ этомъ случаѣ, для увлажненія воздуха, сверхъ калорифера устанавливается еще увлажнительный сосудъ, высота котораго дѣлается обыкновенно въ 4 вершка.

Какъ стѣнки, такъ и перекрытие камеры калорифера, для полу-ченія болѣе гладкой поверхности, обмазываются со стороны камеры глиною, съ затиркою деревянными или желѣзными тѣрками.

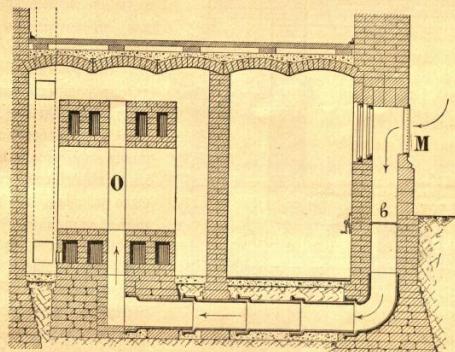
Воздухоприводный канал.

При отопленіи наружнымъ воздухомъ—послѣдній вводится въ нижнюю часть камеры калорифера при помощи воздухоприводного канала, какъ это устраивается и при печахъ, съ тою лишь разницей, что при калориферахъ размѣры каналовъ бываютъ значительно больше въ зависимости отъ количества протекающаго по нимъ воздуха. Такъ какъ калориферы располагаются обыкновенно въ нижнемъ этажѣ, то здѣсь рѣдко уже приходится устраивать подвѣсные воздухоприводные каналы; въ случаѣ же такой необходимости они устраиваются по одному изъ ранѣе описанныхъ способовъ, то-есть изъ оцинкованнаго желѣза съ изолировкою противъ промерзанія, или-же кирпичные на желѣзныхъ балкахъ; обыкновенно-же воздухоприводные каналы къ калориферамъ устраиваются подъ поломъ или на полу нижняго этажа.

При устройствѣ такихъ подпольныхъ или напольныхъ воздухоприводныхъ каналовъ главное вниманіе должно быть обращено на возможно болѣшую плотность стѣнокъ, дна и перекрышки ихъ для предупрежденія прониканія въ каналы какъ грунтовой сырости, такъ и подземныхъ газовъ; послѣдніе явленіе, при недостаточной плотности стѣнокъ каналовъ, изъ особенности можетъ усилиться въ зимнее время, когда окружающая зданіе земля промерзаетъ и тѣмъ затрудняется естественный выхолъ газовъ черезъ окружающій зданіе грунтъ; прониканіе такихъ газовъ въ воздухоприводные каналы тѣмъ возможнѣе, что въ послѣдніхъ существуетъ уже тага, содѣйствующая всасыванію въ нихъ газовъ. Въ виду этихъ обстоятельствъ все части воздухоприводныхъ каналовъ слѣдуетъ складывать исключительно на цементномъ растворѣ, отнюдь не допуская для этой цѣли известковаго.

Матеріаломъ для устройства большихъ воздухоприводныхъ каналовъ служитъ кирпичъ, бетонъ и гончарныя глазурованныя трубы.

Гончарныя трубы примѣняются рѣжѣ остальныхъ матеріаловъ въ виду сравнительно незначительнаго сѣченія такихъ трубъ, имѣющихся въ продажѣ; преимущество такихъ каналовъ состоить въ возможности получить вполнѣ гладкую внутреннюю поверхность канала, легко очищаемую отъ попадающей туда пыли. Соединеніе отдѣльныхъ трубъ между собою, а также съ кирпичными частями каналовъ производится на цементномъ растворѣ; конечно, каналы эти, въ виду небольшой толщины стѣнокъ ихъ, должны быть соотвѣтственно изолированы отъ промерзанія. На черт. 222 показанъ подобный каналъ, подводящій

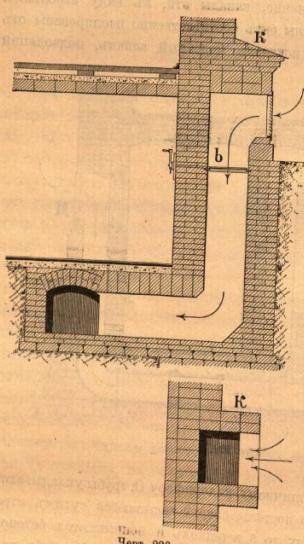


Черт. 222.

наружный воздухъ къ кирпичному калориферу O; трубы укладываются на плотно приготовленную постель, сверху засыпаются сухимъ строевымъ мусоромъ на толщину до 6 вершковъ и покрываются бетономъ или плитнымъ поломъ; въ виду затруднительности укрѣпленія регуляторнаго клапана въ гончарныхъ трубахъ, часть канала, где укрѣпляется клапанъ (6), дѣлается изъ кирпича.

Стѣны воздухоприводныхъ каналовъ большаго сѣченія устраиваютъ преимущественно изъ кирпича, съ перекрытиемъ кирпичными сводами, или сводиками на балкахъ; толщина стѣнокъ и перекрышки

дългается от 6 до 9 вершковъ. Кладка ведется на цементномъ растворѣ, а затмъ внутренняя поверхность покрывается цементной штукатуркою. Примѣръ подобного подпольнаго воздухоприводнаго канала плошадью 12×15 вершковъ показанъ на черт. 223; вслѣдствіе большихъ размѣровъ такой каналъ не можетъ уже помѣститься въ толщинѣ стѣны и для него приходится пристраивать отдельную пристройку къ снаружи зданія, покрывающую желѣзной крышей для предохраненія отъ дождя.



Черт. 223.

При размѣщении воздухоприводныхъ каналовъ слѣдуетъ наблюдать, чтобы забирное отверстіе ихъ, иначе называемое воздухопрѣмнымъ отверстіемъ, было удалено отъ источниковъ порчи воздуха и, по возможности, приподнято надъ землею, чтобы получить воздухъ изъ верхнихъ слоевъ его, менѣе загрязненныхъ испареніями и пылью. Расположеніе этихъ отверстій на улицу также не можетъ быть рекомендовано, такъ какъ уличный воздухъ всегда содержитъ въ себѣ много пыли. Лучше всего устраивать такие отверстія со стороны сада, или со стороны чистаго двора, вдали отъ помойныхъ или мусорныхъ ямъ, конюшень и тому подобныхъ источниковъ порчи воздуха.

Воздухопрѣмное отверстіе снабжается спаружи душникомъ, преимущественно въ видѣ неподвижнаго жалюзи, для защиты отъ пыли

и атмосферныхъ осадковъ; кроме того внутри воздухоприводнаго канала долженъ быть установленъ клапанъ въ для регулированія количества воздуха, протекающаго черезъ каналъ; управление этимъ клапаномъ должно быть извѣт камеры калорифера.

Обратные каналы.

Если отопленіе предполагается производить при помощи циркуляціи черезъ калориферъ комнатнаго воздуха, то нижней часть камеры калорифера соединяютъ съ нижней частью отапливаемыхъ помѣщений при помощи обратныхъ каналовъ; каналы эти обязательно устраиваются въ толщинѣ стѣнъ, но, конечно, могутъ быть и приставные; начинаются они на высотѣ 3 вершковъ отъ пола камеры калорифера и заканчиваются на высотѣ 6 вершковъ отъ пола помѣщенія; верхнее отверстіе этихъ каналовъ (въ отапливаемомъ помѣщеніи) снабжается душникомъ, въ нижнемъ же отверстіи слѣдуетъ устанавливать регуляторный клапанъ или задвижку для регулированія количества протекающаго воздуха.

Воздушное отопленіе при помощи обратныхъ каналовъ применяется въ тѣхъ случаяхъ, когда не требуется вентилировать отапливаемыя помѣщенія; какъ это бываетъ при нѣкоторыхъ нежилыхъ помѣщеніяхъ; примененіе этого способа отопленій визнано экономическими соображеніями, такъ какъ въ этомъ случаѣ расходъ на отопленіе значительно менѣе, чѣмъ при отопленіи наружнымъ воздухомъ, имѣющимъ всегда температуру ниже комнатнаго и требующимъ, следовательно, добавочнаго расхода на его подогреваніе; но для помѣщеній жилыхъ всегда слѣдуетъ предпочитать отопленіе наружнымъ воздухомъ, такъ какъ при этомъ способѣ происходитъ и вентиляция помѣщений, то-есть постоянная замѣна испорченаго комнатнаго воздуха—воздухомъ чистымъ—наружнымъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ отапливаемыхъ помѣщенныхъ требуется не постоянная, а лишь периодическая вентиляція—камеру калорифера подсено снабжать одновременно и воздухоприводнымъ и обратнымъ каналами, устанавливая въ нихъ запорныя клапаны и открывая послѣдніе поочерѣдно; такіе случаи встрѣчаются напр. въ перекрестахъ и въ залахъ для общественныхъ собраний, где вентиляція тре-

буется лишь во время наполнения их людьми, въ остальное-же время требуется лишь обогревание, которое, въ виду отсутствия въ это время въ помѣщений источниковъ порчи воздуха, можетъ совершаться и циркуляціе комнатного воздуха; подобное устройство даетъ возможность соблюсти довольно значительную экономию въ расходѣ топлива.

Жаровые каналы.

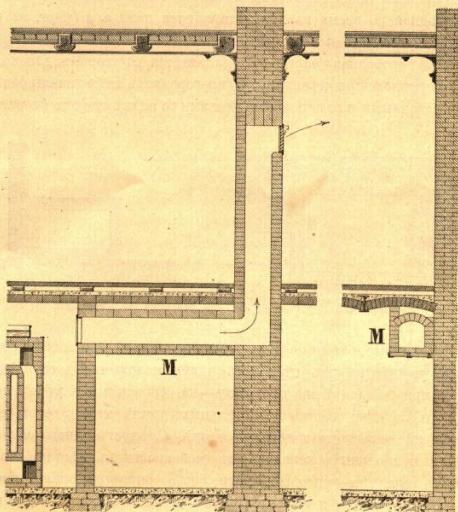
При размѣщении жаровыхъ каналовъ слѣдуетъ наблюдать, чтобы въ каждое отапливаемое помѣщеніе быть проведенъ отдельный, независимый отъ остальныхъ помѣщений, каналъ, безъ чего регулированіе температуры отдельныхъ помѣщений становится крайне затруднительнымъ; при недостаткѣ мѣста возможно еще допустить общий каналъ для двухъ смежныхъ помѣщений, но никогда не слѣдуетъ устраивать общіе каналы для помѣщений разныхъ этажей.

Жаровые каналы устраиваются преимущественно въ толщинѣ стѣнъ, но въ тѣхъ случаяхъ когда размѣры ихъ на столько велики, что они не могутъ помѣститься въ толщинѣ стѣнъ, а также въ случаѣ необходимости отвести каналы въ сторону, послѣдніе устраиваются въ видѣ приставныхъ или подвѣсныхъ каналовъ. При устройствѣ такихъ каналовъ прежде всего должно быть обращено вниманіе на безопасность ихъ въ пожарномъ отношеніи, принимая во вниманіе, что каналы эти, при имѣющемся въ нихъ тагѣ, легко могутъ служить проводниками пожара изъ одного помѣщенія въ другое, почему такие каналы должны быть устраиваемы изъ материаловъ не горючихъ. Устройство чисто деревянныхъ каналовъ ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть допускаемо; если-же, по мѣстнымъ условіямъ, приходится по необходимости примѣнять для устройства каналовъ дерево, то послѣднѣе должно быть тщательно предохранено со всѣхъ сторонъ отъ непосредственного воспламененія.

Лучшими материалами для устройства такихъ каналовъ могутъ служить кирпичъ, бетонныя плиты и гипсовыя доски. Изъ нихъ первые два материала, вслѣдствіе большой тяжести, не такъ удобны для устройства перекидныхъ и подвѣсныхъ каналовъ; гипсовые-же доски, отлитыя изъ смѣси гипса и гары, представляютъ изъ себя материалъ сравнительно легкій, въ достаточноной мѣрѣ прочный и въ то-же время

дурно проводящій тепло, почему во всѣхъ случаяхъ служить наиболѣе материаломъ для устройства такихъ каналовъ.

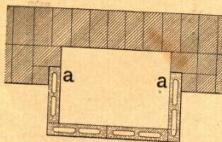
При перекидныхъ кирпичныхъ каналахъ послѣдніе устраиваются на сплошномъ основаніи (подпольные перекидные каналы), или-же на основаніи изъ желѣзныхъ балочекъ. На черт. 224 показано устройство



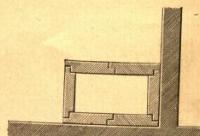
Черт. 224.

подобного жарового канала М; толщина стѣнокъ такого канала должна быть не менѣе $\frac{1}{2}$ кирпича и то лишь въ томъ случаѣ, когда канал проходить по теплому помѣщенію; въ противномъ-же случаѣ толщина стѣнокъ дѣлается въ $1\frac{1}{2}$ кирпича; внутренняя поверхность канала должна быть смазана или оптукатурена возможно болѣе гладко.

Приставные бетонные или гипсовые каналы устраиваются изъ отдельныхъ бетонныхъ или гипсовыхъ досокъ, соединяющихся между собою въ перевязку (черт. 225) или при помощи четвертей (черт. 226) и цементномъ или на гипсовомъ растворѣ; толщина отдельныхъ досокъ въ зависимости отъ размѣровъ каналовъ дѣлается отъ 0,05 до 0,10 метръ. Для связи такихъ приставныхъ каналовъ съ кирпичной стѣнѣ,—въ послѣдней во время кладки оставляются пазы а, а (черт. 225), въ которые и входятъ концы бетонныхъ или гипсовыхъ досокъ, оставшаяся же свободная часть паза заливается растворомъ для полной связи со стѣной; при деревянныхъ перегородкахъ такие каналы обѣмываются бетонными или гипсовыми досками со всѣхъ сторонъ (черт. 226).



Черт. 225.



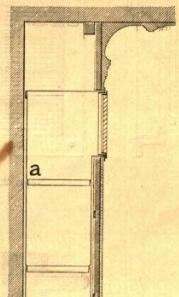
Черт. 226.

Перекидные бетонные или гипсовые каналы при малыхъ пролетахъ устраиваются изъ цѣльныхъ плитъ, расположенныхъ со стѣнами на стѣну,—при большихъ же пролетахъ—на основаніи изъ угловаго или тавроваго желѣза; соединеніе отдельныхъ плитъ между собою производится на соотвѣтствующемъ растворѣ. Слѣдуетъ однако замѣтить, что при подпольныхъ каналахъ, въ особенности въ мѣстахъ, подверженныхъ сырости,—гипсовые доски, слабо сопротивляющіяся послѣдней,—не примѣнимы и здѣсь слѣдуетъ устраивать или кирпичные на цементномъ растворѣ или бетонные каналы.

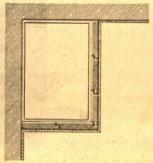
Кромѣ вышеуказанныхъ материаловъ для устройства приставныхъ и перекидныхъ каналовъ часто употребляется также листовое желѣзо, преимущественно оцинкованное, для предупрежденія порчи его отъ ржавчинъ. Но такъ какъ подобные каналы не обладаютъ достаточной жесткостью и легко могутъ быть смяты, то обыкновенно ихъ обиваютъ спаружи досками, по которымъ наносить штукатурку; дерево въ этомъ случаѣ безошибочно можетъ быть допущено, такъ какъ оно

ограждено отъ непосредственнаго дѣйствія огня въ случаѣ пожара,—съ внутренней стороны канала—желѣзомъ, а съ наружной стороны слоемъ штукатурки. Соединеніе между собою отдельныхъ футляровъ, составляющихъ такой каналъ, производится при помощи фальца а, выбитаго на концѣ футляра (черт. 227), или же скленывая концы футляровъ между собою: первый способъ предпочтительне, какъ придающій большую жесткость футлярамъ; кроме того скленываніе длинныхъ каналовъ въ особенности же съ задней стороны крайне затруднительно. Особое вниманіе въ этомъ случаѣ должно быть обращаемо на достаточную плотность стыковъ между отдельными футлярами, дабы предупредить прониканіе воздуха черезъ нихъ; для этой цѣли стыки тщательно промазываются суриковой или глѣтовой замазкой. Первая изъ нихъ, болѣе дешевая, приготовляется на олифѣ и, какъ выдѣляющая довольно долгое время запахъ мастила, можетъ быть рекомендована лишь для вытяжныхъ каналовъ; для жаровыѣ же слѣдуетъ применять глѣтовую замазку, прекрасно схватывающую съ желѣзомъ и хорошо сопротивляющуюся дѣйствію высокой температуры; замазка эта составляется изъ свинцового глѣта, разведенаго на глицеринѣ до состоянія густаго тѣста; ее слѣдуетъ употреблять немедленно послѣ приготовленія, такъ какъ она очень быстро затвердѣваетъ.

Жаровыѣ каналы начинаются на 3 вершка ниже потолка камеры и оканчиваются на высотѣ 3—4 аршинъ отъ пола; въ начальныхъ отверстіяхъ ихъ (въ камерахъ) устанавливаются задвижки, а въ выпускныхъ—душники, которые, для возможности мѣстнаго регулированія, полезно устраивать въ видѣ подвижныхъ жалюзи (черт. 228), или въ видѣ хлопушкі (черт. 229); душники эти всегда слѣдуетъ снабжать



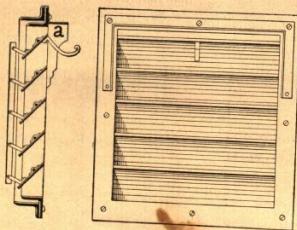
Черт. 227.



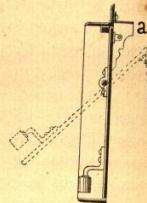
Черт. 228.

Черт. 229.

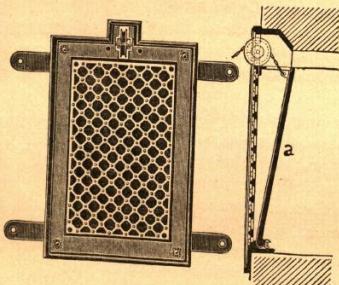
особыми козырьками а, служащими для отбоя от стены выходящего из канала воздуха, чём предупреждается образование на стени, непосредственно падь душникомъ, пятен коноти, являющихся результатомъ



Черт. 228.



Черт. 229.

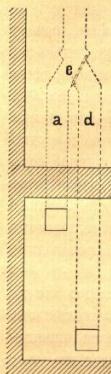


Черт. 230.

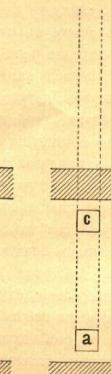
татомъ прилипания къ стѣнѣ мелкой пыли, увлекаемой воздухомъ, выходящимъ изъ жарового канала.

На черт. 230 показанъ еще одинъ типъ душника, устанавливаемаго въ отверстіи жарового канала и состоящаго изъ наружной сѣтчатой решетки и укрытаго за нея клапана а, служащаго для регулирования количества вытекающаго черезъ душникъ воздуха.

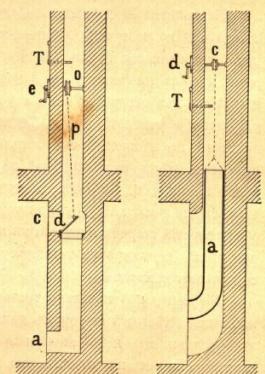
Жаровые каналы должны иметь еще приспособленія, служащія для измѣненія температуры воздуха, вводимаго черезъ нихъ; такое измѣненіе температуры воздуха можетъ потребоваться какъ для регулировки температуры различныхъ помѣщеній, такъ и въ тѣхъ случаяхъ, когда почему-либо будетъ требоваться периодическое измѣненіе температуры вводимаго воздуха; послѣдній случаѣ встречается напримѣръ въ помѣщеніяхъ для общественныхъ собраний, где, по мѣрѣ прибыванія людей, слѣдуетъ, не измѣняя объема вводимаго воздуха,



Черт. 231.



Черт. 232.



Черт. 233.

понижать температуру его, дабы погасить избытокъ тепла въ помѣщеніи, получающемся вслѣдствіе выдѣленія людьми животной теплоты.

Всѣ подобнаго рода приспособленія основаны на томъ, что температура воздуха въ камерахъ калорифера не одинакова на различной высотѣ камеры: внизу она ниже, вверху—выше и, слѣдовательно, забиряя воздухъ на различныхъ высотахъ камеры, или, дѣля смѣсь воздуха, взятаго снизу и сверху ея,—всегда можно получить воздухъ требуемой температуры. Пріемы, примѣняющіеся для этой цѣли, показаны на черт. 231—233.

Лучше всего действует устройство, показанное на черт. 231; здесь, кроме жарового канала а, устраивается еще второй канал б, начинающийся у пола камеры и сообщающийся съ жаровым и несколько выше пола отапливаемого помѣщенія; въ мѣстѣ соединенія каналовъ установленъ регуляторный клапанъ въ, приводимый въ движение рукояткою, выходящую въ домыслье поворачивая клапанъ въправо или вълево, возможно измѣнить количество холодного воздуха, добавляемое въ жаровой каналъ, чѣмъ и достигается измѣненіе температуры воздуха въ посыпьдемъ.

Устройство подобныхъ добавочныхъ каналовъ (холодниковъ) не всегда однако возможно, за недостаткомъ мѣста въ стѣнахъ, почему чаще примѣняется приспособленіе показанное на черт. 232; здесь жаровой каналъ начинается на з вершина выше пола камеры калорифера и имѣть два отверстия: одно а у пола камеры, другое съ у потолка егъ; у верхнаго отверстия устанавливается регуляторный клапанъ дъ, приводимый въ движение изъ отапливаемаго помѣщенія помощью рукоятки въ и цѣли ръ, извернутой на блокъ о, придавая различное положеніе клапану дъ, возможно получить въ верхней части жарового канала смѣсь воздуха требуемой температуры; иногда, вместо клапана дъ, оба отверстия жарового канала въ калориферъ снабжаются задвижками, при чѣмъ регулировка температуры вводимаго воздуха производится снизу, изъ камеры.

На черт. 233 показано третье приспособленіе, служащее для той же цѣли; здесь въ жаровомъ каналѣ движется вверхъ и внизъ плотно вставлена въ него желѣзная труба а, сообщающаяся нижнимъ своимъ отверстиемъ съ камерою калорифера; устанавливаютъ это отверстие на различныхъ высотахъ камеры, можно получать воздухъ болѣе или менѣе согрѣтымъ; труба а подвѣшена на цѣли, обернутой вокругъ блока съ и снабженной съ другой стороны противовѣсомъ; поднятие и опускание трубы производится изъ отапливаемаго помѣщенія помощью рукоятки дъ.

Для определенія температуры вводимаго воздуха во всѣхъ этихъ случаяхъ, служить колбичатый термометръ Т, шарикъ котораго помѣщенъ въ жаровомъ каналѣ.

Составленіе проекта и расчетъ воздушной системы отопления большой теплосъемности.

Приступая къ составленію проекта воздушной системы отопления, слѣдуетъ прежде всего намѣтить способъ согреванія помѣщеній, то есть будетъ ли отопленіе производиться при помощи наружного воздуха или же циркуляціе комнатнаго воздуха (обратными каналами). Выборъ той или другой системы зависитъ отъ назначенія отапливаемыхъ помѣщеній: при отопленіи жилыхъ помѣщеній, или же помѣщеній, назначенныхъ для болѣе продолжительного пребыванія людей, слѣдуетъ всегда устраивать вводъ въ нихъ наружнаго воздуха для соблюденія должной чистоты воздуха въ этихъ помѣщеніяхъ, въ виду чего для нихъ предпочтительно отопленіе при помощи наружнаго воздуха, хотя такъ способъ отопленія и будетъ обходиться въ эксплоатации дороже; помѣщенія же, въ которыхъ пребываніе людей бываетъ кратковременно,—возможно отапливать и при помощи циркуляціи внутреннаго воздуха.

Избравъ ту или иную систему, переходить къ размѣщению калориферовъ въ зданіи; каждый калориферъ долженъ служить для отопленія группы помѣщеній, но, при размѣщении калориферовъ, слѣдуетъ имѣть въ виду, что разстояніе ихъ отъ отапливаемыхъ помѣщеній по горизонтальному направлению не можетъ быть произвольнымъ, такъ какъ чѣмъ больше это разстояніе, тѣмъ больше будетъ сопротивление движенію воздуха по жаровымъ каналамъ, соответствующимъ этимъ помѣщеніямъ, при значительномъ же разстояніи сопротивление это можетъ возрасти до того, что движеніе воздуха по длиннымъ жаровымъ каналамъ совсѣмъ прекратится или будетъ крайне слабымъ. Разстояніе отапливаемыхъ помѣщеній отъ калорифера по вертикальному направлению имѣть обратное вліяніе, какъ это было указано въ началь описания воздушной системы: чѣмъ болѣе это разстояніе, то-естъ чѣмъ выше расположено отапливаемое помѣщеніе надъ калориферомъ,—тѣмъ сильнѣе происходить движеніе воздуха по жаровому каналу, идущему въ это помѣщеніе; сопоставляя вліяніе разстоянія по горизонтальному и вертикальному направлѣніямъ,—возможно допускать болѣе длинные горизонтальные жаровые каналы лишь для верхнихъ этажей, но и то до извѣстныхъ предѣловъ. При

размѣщений калориферовъ руковоdятся обыкновенно данными опыта, расположагая ихъ такимъ образомъ, чтобы протяженіе якорныхъ каналовъ по горизонтальному направлению не превосходило 6—7 метровъ для помѣщеній 1-го и 2-го этажей; для помѣщеній же верхнихъ этажей разстояніе это можетъ быть увеличено до 10 метровъ.

Расположивъ въ зависимости отъ высокосоставленнаго калорифера и памътныхъ такимъ образомъ группы помѣщений, которымъ должна отапливаться отъ каждого калорифера, приступаютъ къ разсчету системы отопленія, который будетъ состоять изъ разсчета нагревательного прибора, то-есть калорифера, и разсчета каналовъ, по которымъ будетъ происходить движение воздуха; для вышеозначенныхъ разсчетовъ должны быть определены слѣдующія величины:

- а) охлаждение каждого отапливаемого помещения;
 б) общее количество тепла, которое должен выделять калориферъ въ течениѣ каждого часа и
 в) объемъ

в) объемы воздуха, вводимаго въ помещенія.

Въ виду однообразности подсчетовъ, которые приходится производить при этомъ для отдельныхъ помѣщений—результаты ихъ обыкновенно помѣщаются въ таблицу, образецъ которой приведенъ ниже.

Охлаждение помещений рассчитывается также, какъ это было указано при разсчетѣ печей, по формулѣ:

$$W_1 = (F_1 K_1 + F_2 K_2 + F_3 K_3)(T - t) + F_4 K_4(T - t_1) + F_5 K_5(T - t_2).$$

при чём наружная температура t принимается также, как и при печах большой теплоемкости, равной наименшей наружной температуре, продолжающейся в данной местности в течение трех зимних дней (для Петербурга $t = -15^{\circ}$ II).

При определении количества тепла, которое должно быть выделяемо калорифером в течение каждого часа, и объемов протекающего через калорифер воздуха—может встретиться низко-разнородных случаев, которых мы и рассмотрим подробно ниже:

1) Если отопление должно производиться комнатным воздухом, то, для поддержания в помещениях равномерной температуры, калорифер должен постоянно выделять в них такое же количество тепла, какое теряется ими через охлаждение наружных поверхностей ихъ, почему общее количество тепла W , выдѣляемое калориферомъ въ теченіе каждого часа, должно быть равно суммѣ потери тепла помещениями черезъ охлажденіе ихъ въ теченіе того же времени; слѣдовательно:

$$W = \Sigma W_1$$

гдѣ W_1 —есть охлажденіе отдельного помѣщенія, а знакъ Σ показываетъ, что надо взять сумму охлажденій всѣхъ помѣщеній.

Для определения количества воздуха, который должен циркулировать по жаровым каналам для отопления помещений, задаются температурой T_0 , до которой должен быть согрет этот воздух въ калориферѣ; температуру эту принимаютъ въ предѣлахъ отъ 40° до 60° Ц., имѣя въ виду, что при болѣе высокой температурѣ возможно уже начало разложения органической пыли, сопровождающееся порчею воздуха; количество воздуха, вводимое въ каждое отдельное помѣщеніе, должно быть таково, чтобы онъ, охладившись отъ температуры T_0 до комнатной температуры T , выдѣлилъ бы въ помѣщеніе то количество тепла, которое теряется помѣщеніемъ черезъ охлажденіе; следовательно, обозначая охлажденіе одного изъ помѣщений черезъ W_1 , а объемъ потребнаго для него воздуха черезъ L_1 куб. метр., получимъ:

$$L_1 \times (T_0 - T) \times 0,306^*) = W_1;$$

^{*)} 0,306 — объемная удельная теплота воздуха

откуда искомый объем:

$$L_1 = \frac{W_1}{(T_0 - T) \times 0,306} \text{ куб. метр. (62)}$$

Для всякаго другаго помѣщенія съ охлажденіемъ W_1 — объемъ циркулирующаго по жаровому и обратному каналу воздуха L_1 долженъ быть:

$$L_1 = \frac{W_1}{(T_0 - T) \times 0,306} \text{ куб. метр.}$$

такимъ образомъ объемы воздуха находятся въ зависимости отъ охлажденій помѣщеній и прямо пропорциональны имъ.

2) Если отопление должно производиться наружнымъ воздухомъ,

то количество тепла, которое должно выдѣляться калориферомъ въ теченіе одного часа—зависитъ также и отъ количества этого воздуха; здѣсь могутъ встрѣтиться слѣдующие три случая:

а) Объемы вводимаго въ каждое помѣщеніе воздуха не заданы, остается лишь условіе, что отопление должно производиться наружнымъ воздухомъ.

Рассуждая какъ и въ первомъ случаѣ и задаваясь температурою T_0 въ предѣлахъ отъ 40° до 60° Ц., получимъ по ур. (62) слѣдующе объемы наружнаго воздуха, вводимаго въ отдѣльныя помѣщенія:

$$L_1 = \frac{W_1}{(T_0 - T) \times 0,306}$$

$$L_1' = \frac{W_1'}{(T_0 - T) \times 0,306} \text{ и т. д.}$$

Общий же объемъ воздуха, вводимаго во всѣ помѣщенія черезъ калориферъ, будетъ:

$$L_1 + L_1' + L_1'' + \dots L_1^n = \Sigma L_1 = \frac{\Sigma W_1}{(T_0 - T) \times 0,306} \text{ куб. метр. (63)}$$

Воздухъ этотъ долженъ быть согрѣваемъ калориферомъ отъ наружной температуры t до температуры T_0 , для чего калориферъ долженъ выдѣлять въ часъ:

$$W = (T_0 - t) \times 0,306 \times \Sigma L_1 \text{ ед. т. (64)}$$

подставляя въ это выражение вместо T_0 — ея величину, опредѣленную изъ уравненія (63), получимъ:

$$W = \left(\frac{\Sigma W_1}{0,306 \times \Sigma L_1} + T - t \right) \times 0,306 \times \Sigma L_1 = \Sigma W_1 + (T - t) \times 0,306 \times \Sigma L_1 (65)$$

то-есть искомое количество тепла, которое должно выдѣлять калориферъ въ теченіе каждого часа, равно суммѣ охлажденій помѣщеній, сложенной съ расходомъ тепла, необходимаго для согрѣванія всего вводимаго воздуха отъ наружной температуры до комнатной.

б) Объемы вводимаго въ помѣщенія воздуха заданы точно въ зависимости отъ потребностей вентиляціи и не могутъ быть измѣнямы.

Обозначая охлажденіе одного изъ помѣщеній чрезь W_1 , а соответствующей ему заданный объемъ вводимаго воздуха чрезь L_1 , получимъ:

$$W_1 = L_1 (T_0 - T) \times 0,306 \text{ ед. т.};$$

въ этомъ выраженіи извѣстны W_1 , L_1 и T , неизвѣстно же остается температура вводимаго воздуха T_0 ; опредѣляя ее, получимъ:

$$T_0 = \frac{W_1}{0,306 L_1} + T; (66)$$

аналогично для другаго помѣщенія съ охлажденіемъ W_1' и объемомъ вводимаго воздуха L_1' температура вводимаго воздуха будетъ:

$$T_0' = \frac{W_1'}{0,306 L_1'} + T. (67)$$

Такъ какъ отношенія $\frac{W_1}{L_1}$ и $\frac{W_1'}{L_1'}$ могутъ быть и не равны между собою, ибо объемы вентиляціи заданы независимо отъ охлажденія помѣщеній, то и температуры T_0 и T_0' будутъ не равны между собою и, такимъ образомъ, въ различныхъ помѣщеніяхъ необходимо будетъ вводить воздухъ не при одинаковыхъ температурахъ, какъ было въ предыдущихъ случаяхъ, а при различныхъ; для удовлетворенія этому условию калориферъ долженъ имѣть приспособленія, дающія возможность измѣнять температуру вводимаго воздуха (см. стр. 338 курса).

Въ разсматриваемомъ случаѣ объемы вводимаго воздуха точно заданы и остается лишь опредѣлить общее количество тепла W , ко-

торое должно выделяться калорифером въ 1 часъ; опредѣляя это количество для каждого отдельного помѣщенія, получимъ:

$$W_0' = (T_0 - t) \times 0,306 \times L_1$$

$$W_0'' = (T_0' - t) \times 0,306 \times L_1' \text{ и т. д.};$$

подставляя же въ эти выражения вместо величинъ T_0 , T_0' и т. д. ихъ значения изъ уравнений (66) (67), получимъ:

$$W_0' = \left(\frac{W_1}{0,306 L_1} + T - t \right) \times 0,306 L_1 = W_1 + (T - t) \times 0,306 L_1$$

$$W_0'' = \left(\frac{W_1'}{0,306 L_1'} + T - t \right) \times 0,306 L_1' = W_1' + (T - t) \times 0,306 L_1' \text{ и т. д.}$$

Наконецъ, складывая между собою первыи и вторыи части этихъ уравнений, получимъ окончательно:

$$\Sigma W_0 = W = \Sigma W_1 + (T - t) \times 0,306 \Sigma L_1 \text{ ед. т., (68)}$$

то-есть и въ этомъ случаѣ расходъ тепла, выдѣляемаго калориферомъ, долженъ быть равенъ суммѣ расходовъ на охлажденіе помѣщеній, сложенной съ расходомъ тепла, потребнаго для нагреванія всего вводимаго воздуха отъ наружной температуры до комнатной.

б) Объемы вводимаго въ помѣщенія воздуха L_1 , L_1' , L_1'' и т. д. зависятъ въ зависимости отъ потребностей вентиляціи и не пропорціональны охлажденіямъ, температура же вводимаго въ помѣщенія воздуха должна быть одинакова для всѣхъ помѣщеній, такъ какъ въ системѣ не предполагается имѣть соотвѣтствующія приспособленія для измѣненій этой температуры.

Очевидно, что въ этомъ случаѣ заданные объемы вводимаго воздуха не могутъ быть сохранены и должны быть измѣнены въ зависимости отъ охлажденія помѣщеній, но такъ какъ уменьшеніе заданныхъ объемовъ вентиляціи, хотя бы и въ части помѣщеній, можетъ привести къ нежелательному ухудшенію качества воздуха въ нихъ, то остается лишь соотвѣтственно увеличить эти объемы такимъ образомъ, чтобы они получались пропорціональными охлажденію; для этой цѣли составляется рядъ отношеній:

$$\frac{L_1}{W_1} = a; \frac{L_1'}{W_1'} = b; \frac{L_1''}{W_1''} = c \text{ и т. д.}$$

и наибольшее изъ этихъ отношеній, положимъ b , принимается за нормальное для всѣхъ помѣщеній; тогда искомые объемы будуть:

$$L_0 = b W_1$$

$$L_0' = b W_1' = L_1'$$

$$L_0'' = b W_1'' \text{ и т. д.}$$

Общий же расходъ тепла, которое должно выдѣляться калориферомъ въ теченіе 1 часа, получится, аналогично съ предыдущими случаемъ, равнымъ:

$$W = (T_0 - t) \times 0,306 \Sigma L_0 = \Sigma W_1 + (T - t) \times 0,306 \Sigma L_0 \text{ ед. т. (69)}$$

Опредѣльвъ однімъ изъ вышеупомянутыхъ способовъ количество тепла W , переходя къ детальному разсчету калорифера *); разсчетъ этотъ состоится въ опредѣленіи размѣровъ топочной решетки, поддувала, топливника, поверхности нагрева и дымовой трубы.

Для опредѣленія размѣровъ частей топливника необходимо прежде всего опредѣлить количество топлива, которое должно сжигаться въ немъ въ теченіе 1 часа; при опредѣленіи этого количества надо имѣть въ виду, что калориферы большой теплоемкости должны топиться ежедневно сравнительно непродолжительное время, выдѣленіе же ими тепла должно происходить все время; обычно разсчетъ ихъ ведется такимъ образомъ, чтобы при наружной температурѣ до -15° Ц. топка ихъ производилась одинъ разъ въ сутки, продолжительностью отъ 3 до 5 часовъ, въ теченіе какового времени калориферъ долженъ воспринять отъ продуктовъ горѣнія все то количество тепла, которое онъ будетъ затѣмъ расходовать въ теченіе сутокъ **).

Обозначая продолжительность топки черезъ n часовъ, а продолжительность промежутка между топками черезъ m часовъ, получимъ, что общее количество тепла, которое калориферъ долженъ будетъ выдѣлять въ теченіе топки и промежутка, будеть:

$$(n + m) W \text{ ед. т.}$$

*). Если при помощи калорифера производится и увлажненіе воздуха, то-есть испареніе воды въ воздухѣ, то къ вышеозначенной величинѣ W слѣдуетъ прибавить еще расходъ тепла, необходимый для испаренія и опредѣляющейся согласно даннымъ, изложеннымъ въ курсѣ вентиляціи.

**). При морозахъ ниже -15° Ц. продолжительность топки должна увеличиваться, или же топка должна производиться два раза въ сутки.

торое должно выделяться калорифером в 1 часть; определяя это количество для каждого отдельного помещения, получимъ:

$$W_0' = (T_0 - t) \times 0,306 \times L_1$$

$$W_0'' = (T_0 - t) \times 0,306 \times L_1' \text{ и т. д.}$$

Подставляя же въ эти выражения вместо величинъ T_0 , T_0' и т. д. ихъ значения изъ уравнений (66) (67), получимъ:

$$W_0' = \left(\frac{W_1}{0,306 L_1} + T - t \right) \times 0,306 L_1 = W_1 + (T - t) \times 0,306 L_1$$

$$W_0'' = \left(\frac{W_1'}{0,306 L_1'} + T - t \right) \times 0,306 L_1' = W_1' + (T - t) \times 0,306 L_1' \text{ и т. д.}$$

Наконецъ, складывая между собою первыя и вторыя части этихъ уравнений, получимъ окончательно:

$$\Sigma W_0 = W = \Sigma W_1 + (T - t) \times 0,306 \Sigma L_1 \text{ ед. т. (68)}$$

то-есть и въ этомъ случаѣ расходъ тепла, выдѣляемаго калориферомъ, долженъ быть равенъ суммѣ расходовъ на охлажденіе помѣщений, сложенной съ расходомъ тепла, потребнаго для нагреванія всего вводимаго воздуха отъ наружной температуры до комнатной.

в) Объемы вводимаго въ помѣщениіа воздуха L_1 , L_1' , L_1'' и т. д. зависятъ въ зависимости отъ потребностей вентиляціи и не пропорціональны охлажденію, температура же вводимаго въ помѣщениіа воздуха должна быть одинакова для всѣхъ помѣщений, такъ какъ въ для измѣненія этой температуры.

Очевидно, что въ этомъ случаѣ заданные объемы вводимаго воздуха не могутъ быть сохранены и должны быть измѣнены въ зависимости отъ охлажденія помѣщений, но такъ какъ уменьшеніе заданныхъ объемовъ вентиляціи, хотя бы и въ части помѣщений, можетъ остатся къ нежелательному ухудшению качества воздуха въ нихъ, то чтобы они получались пропорціональными охлажденію; для этой цѣли составляется рядъ отношеній:

$$\frac{L_1}{W_1} = a; \frac{L_1'}{W_1'} = b; \frac{L_1''}{W_1''} = c \text{ и т. д.}$$

и наибольшее изъ этихъ отношеній, положимъ въ, принимается за нормальное для всѣхъ помѣщений; тогда искомые объемы будутъ:

$$L_0 = b W_1$$

$$L_0' = b W_1' = L_1'$$

$$L_0'' = b W_1'' \text{ и т. д.}$$

Общий же расходъ тепла, которое должно выдѣляться калориферомъ въ теченіе 1 часа, получится, аналогично съ предыдущими случаями, равнымъ:

$$W = (T_0 - t) \times 0,306 \Sigma L_0 = \Sigma W_1 + (T - t) \times 0,306 \Sigma L_0 \text{ ед. т. (69)}$$

Опредѣливъ однѣмъ изъ вышеизведенныхъ способовъ количества тепла W , переходя къ детальному разсчету калорифера *); разсчетъ этого состоятъ въ опредѣленіи размѣровъ топочной решетки, поддувала, топливника, поверхности нагрева и дымовой трубы.

Для опредѣленія размѣровъ частей топливника необходимо прежде всего опредѣлить количество топлива, которое должно сжигаться въ немъ въ теченіе 1 часа; при опредѣленіи этого количества надо имѣть въ виду, что калориферъ большой теплоемкости должны топиться ежедневно сравнительно непролongительное время, выдѣленіе же ими тепла должно происходить все время; обычно расчетъ ихъ ведется такимъ образомъ, чтобы при наружной температурѣ до -15° Ц. топка ихъ производилась одинъ разъ въ сутки, продолжительностью отъ 3 до 5 часовъ, въ теченіе какового времени калориферъ долженъ воспринять отъ продукта горѣнія все то количество тепла, которое онъ будетъ затѣмъ расходовать въ теченіе сутокъ **).

Обозначая продолжительность топки черезъ m часовъ, а продолжительность промежутка между топками черезъ m часовъ, получимъ, что общее количество тепла, которое калориферъ долженъ будетъ выдѣлять въ теченіе топки и промежутка, будеть:

$$(n + m) W \text{ ед. т.}$$

*.) Если при помощи калорифера производится и увлажненіе воздуха, то-есть испарение воды въ воздухѣ, то къ вышеизначенной величинѣ W слѣдуетъ прибавить еще расходъ тепла, необходимый для испаренія и опредѣляющійся согласно даннымъ, изложеннымъ въ курсѣ вентиляціи.

**) При морозахъ ниже -15° Ц. продолжительность топки должна увеличиваться, или же топка должна производиться два раза въ сутки.

это количество тепла должно быть воспринято калорифером от продуктов горения в течении n часов, следовательно в 1 час тепла калорифер должен получить от топлива:

$$W_k = \frac{(n+m)W}{n} \text{ ед. т.}$$

На это количество тепла и должны быть рассчитаны все части топливника.

Количество топлива, которое должно быть сожжено в течении часа для передачи калориферу W_k единиц тепла, должно быть:

$$P = \frac{W_k}{\mu f} \text{ кгр.} \quad \dots \dots \dots (70)$$

где f — теплопроизводительная способность топлива, определяемая по таблице № 2, а μ — коэффициент полезного действия воздушной системы, принимаемый для калориферов, проектированных Лукашевичем, равным 0,7—0,8.

Площадь поддувала рассчитывается, как и при печах, на скорость движений воздуха через него в 1,25 метра в секунду; обозначим количество воздуха, практически необходимого для горения одного куба топлива, через p куб. метр., получим, что площадь поддувала должна быть:

$$A_1 = \frac{P u}{1,25 \times 3600} \text{ кв. метр.} \quad \dots \dots \dots (71)$$

Площадь топочной решетки:

$$A_2 = \frac{P}{K} \text{ кв. метр.} \quad \dots \dots \dots (72)$$

где K — количество топлива, сгорающее на одном кв. метре решетки в течении 1 часа; ввиду того, что топка калорифера бывает больше продолжительной, нежели печей большой теплоемкости, и величина K может быть здесь принята несколько больше, чем это было принято при расчете печей; в среднем для калориферов принимают: для дров — $K = 200$ кгр, для каменного угля $K = 140$ кгр.

Количество топлива, сгорающее в течении всей топки — P кгр, или $\frac{p P}{r}$ куб. метр, где r — весь 1 куб. метра топлива; на этот

объем и должны быть рассчитаны внутренние размеры топливника, но если при этом размѣры его получаются слишком великими, то последний можно рассчитать и на половинное количество, предполагая дѣлать две подкладки топлива в течении промежутка топки; добавляя к внутренним размѣрам топливника в планѣ по 6—9 вершковъ съ каждой стороны на стѣнки, получимъ наружные размѣры топливника.

Наконецъ дымовая труба должна быть рассчитана совершенно на тѣхъ же основанияхъ, какъ и поддувала, и на ту же скорость въ 1,25 метра въ секунду, почему площадь ея получится равной площади поддувала.

Поверхность нагрева калорифера, передающая теплоту къ воздуху, должна быть рассчитана на то количество тепла, которое калорифер долженъ выдѣлять въ течениѣ каждого часа, то есть на W ед. тепла; для расчета этой поверхности принимаютъ, на основаніи данныхъ опыта, что 1 кв. метръ ея, при одной топкѣ въ сутки, можетъ выдѣлять въ среднемъ въ 1 часъ:

при одиночныхъ колодцахъ	220	ед. т.
“ двойныхъ	240	“
“ четверныхъ	310	“

Обозначая количество тепла, выдѣляемое 1 кв. метромъ поверхности нагрева въ 1 часъ, черезъ n_0 , получимъ, что вся поверхность должна быть:

$$F = \frac{W}{n_0} \text{ кв. метровъ} \quad \dots \dots \dots (73)$$

Обычно принимаютъ, что эта поверхность должна быть равна боковой поверхности калорифера, почему, назначая высоту его въ H метр., получимъ, что периметръ колодцевъ и топливника долженъ быть

$$P_1 = \frac{F}{H} \text{ метр.};$$

что-же касается до верхней поверхности калорифера (перекрышки), то таковую не принимаютъ въ расчетъ, такъ какъ на ней располагаются увлажнительные сосуды и теплота, выдѣляемая юю, расходуется на испареніе воды для увлажненія.

Опредѣлить такимъ образомъ размѣры калорифера и намѣтить размѣстить колодцы, добавлять на проходы вокругъ нихъ отъ 0,36 до 0,54 метр. (8 до 12 вершковъ) и получаютъ размѣры камеры калорифера.

Дальнѣйший расчетъ частей системы состоить въ опредѣлении размѣровъ каналовъ, служащихъ для движенія воздуха; площадь каждого канала должна быть:

$$A_0 = \frac{L}{v \times 3600} \text{ кв. метр.}$$

гдѣ L — объемъ воздуха, протекающаго черезъ каналъ, выраженный въ куб. метрахъ, v — скорость движения воздуха въ метрахъ въ секунду.

Скорость v , на основаніи данныхъ опыта, можетъ быть принятъ слѣдующая:

- а) въ воздухоприводныхъ каналахъ — 0,9 метра при одноэтажномъ зданіи и отъ 1,1 до 1,2 метр. при многоэтажномъ зданіи;
- б) въ обратныхъ каналахъ отъ 0,75 до 0,9 метр.;
- в) въ жаровыхъ каналахъ, идущихъ въ первый этажъ — 0,75 метр., для второго этажа — 0,9 м. и для верхнихъ этажей отъ 1,2 до 1,4 метр.
- г) въ вытяжныхъ каналахъ, идущихъ изъ верхнихъ этажей — 0,75 метр., изъ низележащихъ — отъ 0,9 до 1,4 метра.

Площадь жаровыхъ душниковъ слѣдуетъ рассчитывать на скорость не больше 0,6 метр., такъ какъ при большей скорости — движение выходящаго изъ душника воздуха можетъ беспокоить лицъ, находящихся близко этихъ душниковъ; площадь вытяжныхъ душниковъ рассчитывается на скорость въ 0,9 метра въ секунду.

Винетриведенный расчетъ приимается при калориферахъ, назначенныхъ для разнотипной работы въ течениі пыльныхъ сутокъ, что обикновенно и бываетъ, когда воздушная система назначена исключительно для отопленія помѣщеній; когда же она назначается также и для вентиляціи помѣщеній, то возможны и отклоненія отъ винетриведенного расчета, именно въ тѣхъ случаяхъ, когда вентиляція должна производиться не цѣлыи сутки, а лишь нѣсколько часовъ въ теченіи сутокъ; подобныіе требованія бываютъ, напрікладъ, при отопленіи и вентиляціи церквей и школъ, для которыхъ собственно вентиляціи требуется сравнительно непродолжительное время (отъ 4 до 6 часовъ), пока въ этихъ помѣщеніяхъ бываютъ люди, во все же остаточное время сутокъ требуется лишь отопленіе.

Конечно и въ этомъ случаѣ расчетъ калорифера могъ быть произведенъ подобно только что указанному по наибольшему расходу тепла въ часъ, соответствующему одновременному дѣйствию отопленія и вентиляціи, при чемъ, очевидно, калориферъ дѣйствовалъ бы вполнѣ удовлетворительно и при меньшемъ расходѣ тепла, то-есть въ то время, когда требуетъ

только отопленіе; но при такомъ способѣ расчета размѣры калорифера получились бы слишкомъ велики, безъ дѣйствительной въ томъ надобности; въ подобныхъ случаяхъ можно уменьшить нѣсколько размѣры калорифера, низонизмъя расчетъ, согласно нижеприведеннымъ указаниямъ.

Очевидно, что расходъ тепла калориферомъ долженъ быть наиболѣйшъ во время одновременного дѣйствия отопленія и вентиляціи, когда требуется добавочный расходъ на нагреваніе наружного воздуха; но здесь слѣдуетъ принять во вниманіе, что и выдѣленіе теплоты калориферомъ происходитъ въ дѣйствительности не вполнѣ равноточно, при чёмъ наиболѣе выдѣленіе соотвѣтствуетъ времени, слѣдующему непосредственно за окончаніемъ токи, когда калориферъ еще сильно прогрѣтъ, а затѣмъ, по мѣрѣ остынанія его въ промежуткѣ между токами, количество выдѣленія имъ теплоты постепенно убываетъ. Слѣдовательно, если въ случаяхъ, только что указанныхъ, производить току калориферомъ непосредственно прекъѣтъ времени, когда должна дѣйствовать вентиляція, то во время ея дѣйствия будетъ получаться наиболѣе усиленное выдѣленіе тепла калориферами, при чёмъ избытокъ тепла и будетъ расходоваться на подогреваніе новодатаго воздуха. Въ зависимости отъ этого, при разсчетѣ калориферовъ въ подобныхъ случаяхъ возможно допустить низеслѣдованія упрощенія.

Если вентиляція и отопленіе дѣйствуютъ одновременно въ теченіе S часовъ въ сутки, то расходъ на нихъ будетъ SW ед. т.; въ остальное время будетъ дѣйствовать только отопленіе, потому расходъ въ теченіе этого времени долженъ быть $(m+n-S)W_1$ ед. тепла, а общий расходъ въ теченіи сутокъ будетъ $SW + (m+n-S)W_1$ ед. т.; слѣдовательно въ теченіе каждого часа токи калориферъ долженъ получить отъ продуктоў горѣнія:

$$W_2^1 = \frac{SW + (m+n-S)W_1}{n} \text{ ед. т.}$$

на это количество тепла и должны быть рассчитаны топливники и его части, при чёмъ въ ур. (70) вместо W_2 должно быть подставлено W_2^1 .

Кромѣ того и количество тепла W_2 выдѣляемъ 1 кв. метромъ поверхности нагрева, на основаніи выписанаго, можетъ быть принято въ этомъ случаѣ больше, такъ какъ оно будетъ соотвѣтствовать выдѣленію тепла калориферомъ непосредственно посѣй токи, когда выдѣленіе это происходитъ интенсивнѣе; поэтому въ подобныхъ случаяхъ W_2 принимается при одиночной токѣ:

для одиночныхъ колодцевъ	330 ед. т.
" двойныхъ	350 "
" четверныхъ	440 "

Достоинства и недостатки воздушной системы отопленія и случаи ея примѣненія.

По сравненію съ отопленіемъ при помощи печей система воздушного отопленія имѣеть то большое преимущество, что топка ея производится въ одномъ или нѣсколькихъ центральныхъ мѣстахъ; это значительнѣе упрощаетъ уходъ за отопленіемъ и въ то-же время даетъ воз-

можность содержать отапливаемые помещения въ большей чистотѣ; это же обстоятельство способствуетъ уменьшению опасности въ пожарномъ отношеніи вслѣдствіе уменьшения числа дымовыхъ трубъ и кромѣ того при этой системѣ въ помещенияхъ освобождаются мѣста, занимаемыя при печномъ отоплении печами.

Сравнивая же воздушную систему съ другими центральными системами, мы видимъ, что она во многомъ уступаетъ послѣднимъ.

Единственный достоинствомъ ея, по сравненію съ другими центральными системами, является сравнительно небольшая стоимость и простота устройства, способствующая и простотѣ ухода.

Но съ другой стороны система эта имѣть стѣнующіе недостатки:

1) Такъ какъ передача тепла производится здѣсь исключительно при помощи грѣтаго воздуха, то послѣдній приходится нагревать до сравнительно высокой температуры, что способствуетъ разложению органической пыли въ воздухѣ, производя порчу послѣдняго.

2) Температура въ различныхъ частяхъ помѣщений не получается въ достаточной мѣрѣ равномѣрно въ виду того, что грѣтый воздухъ впускается въ верхней части помѣщений и при томъ черезъ каналы, устраиваемыя во внутреннихъ стѣнахъ, во избѣженіе охлажденія воздуха въ нихъ; вслѣдствіе этого температура вблизы наружныхъ стѣнъ и у пола—ниже, нежели у внутреннихъ стѣнъ и у потолка.

3) Вслѣдствіе того, что отопление производится исключительно грѣтымъ воздухомъ—въ помѣщениіи совершенно неѣть лученіепускающихъ поверхностей, почему въ нихъ приходится поддерживать температуру, насколько болѣе высокую, чѣмъ это требовалось бы при наличности лученіепускающихъ поверхностей.

4) Районъ дѣйствія воздушной системы сравнительно не великъ—отъ 3 до 5 саж. въ сторону отъ калорифера, вслѣдствіе чего при большихъadanіяхъ приходится увеличивать число калориферовъ, усложняя тѣмъ уходъ за системой.

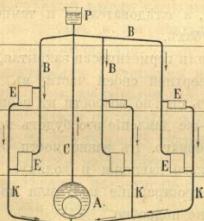
Такимъ образомъ воздушная система отопления не въ достаточной мѣрѣ удовлетворяетъ требованиямъ гигиены относительно чистоты воздуха и равномѣрности температуры; въ виду этого эта сравнительно недорогая система можетъ быть примѣняема преимущественно для отопленія помѣщений не жилыхъ, а также такихъ помѣщений, где люди бывають лишь периодически и где вышеуказанные требования гигиени не имѣютъ столь существеннаго значенія, какъ, напримѣръ,

церквей, вокзаловъ и т. п.; для помѣщений же жилыхъ, где требование гигиены должно быть отдано прѣмѣстие предъ дешевизною устройства,—эта система не можетъ быть рекомендована и для нихъ слѣдуетъ примѣнять другія, болѣе совершенныя центральныя системы.

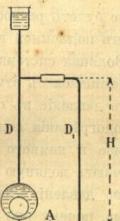
Водяное отоплѣніе низкаго давленія.

При водяномъ отоплѣніи передача теплоты въ отапливаемыя помѣщениія совершается при помощи воды, согрѣваемой въ центральномъ мѣстѣ; согрѣтая здѣсь вода разводится затѣмъ по трубамъ и приборамъ, установленнымъ въ отапливаемыхъ помѣщенихъ, передаетъ послѣднимъ часть своей теплоты и, охлажденная, снова возвращается къ мѣсту согрѣванія по свѣти другихъ трубъ.

Общая схема расположения отдельныхъ частей системы водяного отоплѣнія показана на черт. 234; здѣсь А—водогрѣтый котелъ, расположенный въ нижней части системы, С—подъемная труба, по которой согрѣтая вода направляется вверху, В, В—трубы, разводящіе горячую воду къ нагревательнымъ приборамъ Е, Е, расположеннымъ въ отапливаемыхъ помѣщенихъ; К, К—обратные трубы, отводящіе



Черт. 234.



Черт. 235.

охлажденную воду въ нижнюю часть котла, Р—расширительный сосудъ, сообщающійся съ верхней точкой системы и служащий для вмѣщенія въ себѣ избытка воды, получающагося вслѣдствіе расширѣнія послѣдней при нагревѣніи; направленіе движенія воды показано на чертежѣ стрѣлками.

Движение воды происходит здесь вследствие разности температур ее в различных точках системы, вызываемой подогреванием ее в котле и охлаждением в нагревательных приборах и трубах; рассматривая силы, действующие на воду в каком-либо сечении A на обратной трубе (черт. 235), мы видим, что на сечение A давить с одной стороны столбъ больше нагретой, а с другой — легкой воды высотою H, а с другой — такой же высоты столбъ охлажденной и, следовательно, больше тяжелой воды; разность этихъ давлений и будетъ силой стремящейся вызвать движение воды и, когда эта сила увеличится на столько, что преодолеетъ силу трения и другая сопротивления движению, то начнется постоянное движение воды, при чём охлаждавшаяся вода будетъ стремиться опуститься въ нижнюю часть котла, вытесняя оттуда нагретую воду вверхъ по подъемной трубѣ.

Обозначая среднюю плотность воды въ котле и подъемной трубѣ черезъ γ' , а въ обратной трубѣ черезъ γ , получимъ, что величина движущей силы Р будетъ:

$$P = H \gamma' - H \gamma^* = H (\gamma' - \gamma^*),$$

откуда видно, что движение воды будетъ тѣмъ энергичнѣе, чѣмъ выше будетъ расположены нагревательный приборъ надъ котломъ и чѣмъ больше будетъ разность плотностей, а следовательно и температуръ, воды въ подъемной и обратной трубахъ.

Водяная система можетъ быть или герметически закрытая, или же сообщающаяся съ атмосферою въ верхней своей части; въ первомъ случаѣ давление въ системѣ можетъ сильно возрасти въ зависимости отъ подогревания воды, во второмъ же давление это будетъ почти постоянно и немного выше атмосферного. Въ зависимости отъ этого различаютъ водянную систему высокаго давленія и водяную систему низкаго давленія; наибольшее распространеніе получила послѣдняя система, почему она и описана ниже подробно.

Впервые водянная система отопленія была примѣнена въ семнадцатомъ столѣтіи, но окончательное свое развитіе получила лишь въ концѣ прошлаго девятнадцатаго столѣтія, когда въ нее были введены многія усовершенствованія, сдѣлавши эту систему лучшею изъ извѣстныхъ до сихъ поръ системъ отопленія. Не останавливаясь здесь на описаніи хода развитія этой системы, перейду прямо къ описанію ея въ томъ видѣ, въ какомъ она примѣняется въ настоящее время.

Какъ было указано ранѣе въ составѣ системы водяного отопленія входитъ слѣдующія главныя части:

- а) водогрѣйный котелъ,
- б) трубы, служащія для циркуляціи воды,
- в) нагревательные приборы и
- г) расширительный сосудъ;

въ этомъ-же порядкѣ ниже будеть приведено подробное описание этихъ частей, съ указаніемъ вмѣстѣ съ тѣмъ и другихъ второстепенныхъ частей системы въ видѣ крановъ разнаго рода, воздушныхъ трубокъ и проч.

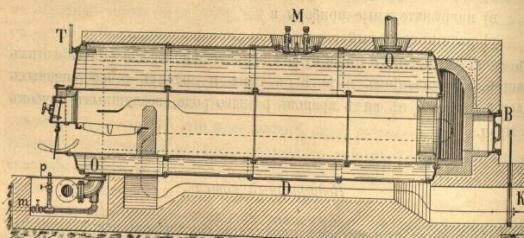
Водогрѣйный котелъ.

Какъ было уже указано, циркуляція воды черезъ нагревательные приборы происходитъ тѣмъ энергичнѣе, чѣмъ выше расположены этотъ приборъ надъ котломъ, въ виду чего водогрѣйный котель слѣдуетъ располагать возможно ниже, преимущественно въ подвалѣ и при томъ въ центральной части зданія, для равномерности циркуляціи воды въ различныхъ участкахъ системы.

Водогрѣйный котель назначается для согреванія воды, циркулирующей по трубамъ и нагревательнымъ приборамъ и, кроме того, служить обыкновенно для увеличенія теплоемкости системы; увеличеніе теплоемкости достигается при водяной системѣ увеличеніемъ количества воды, заключающейся въ неѣ, но такъ какъ количество воды въ трубахъ и нагревательныхъ приборахъ бываетъ сравнительно не велико, то, для приданія системѣ должной теплоемкости, обыкновенно пользуются водогрѣйными котлами, соотвѣтственно увеличиваю объемъ послѣднаго. Въ зависимости отъ этого находится и конструкція водогрѣйныхъ котловъ.

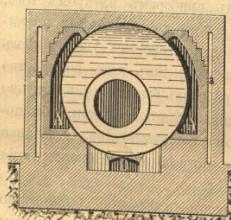
Если требуется большая теплоемкость, какъ это обыкновенно бываетъ при отопленіи жилыхъ помѣщеній, то предпочтительны котлы большаго объема, а именно коринваллійскіе или ланкаширскіе, то-есть котлы съ одной или двумя внутренними прогарными трубами большаго диаметра; котлы эти вмазываются въ кирпичные дымообороты и топливникъ ихъ обыкновенно устраивается непосредственно въ прогарной трубѣ. На черт. 236—239 показанъ чаще всего примѣняющійся корин-

валлійскій водогрѣйный котель съ топливникомъ, устроеннымъ въ прогарной трубѣ; подробное описание подобного топливника было уже помѣщено раньше (см. черт. 14 на стр. 48); продукты горѣнья, по вы-

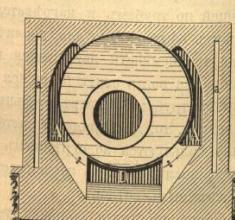


Черт. 236.

ходѣ изъ топливника, проходить по прогарной трубѣ въ заднюю часть котла, откуда поступаютъ въ два горизонтальныхъ дымооборота А, А,



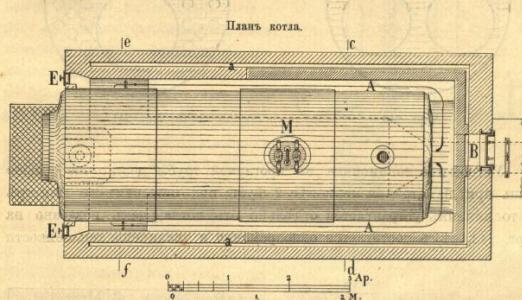
Черт. 237.



Черт. 238.

по которымъ доходятъ до передней части котла, гдѣ опускаются внизъ и обицимъ боровомъ D, устроеннымъ подъ котломъ, удаляются въ дымовую трубу; такимъ образомъ продукты горѣнья соприкасаются съ

большую частью поверхности котла, отдавая водѣ послѣдняго большую часть заключающейся въ нихъ теплоты. Для регулированія этия служитъ задвижка К; дверца В назначена для прочистки прогарной трубы отъ золы и сажи; для очистки же горизонтальныхъ дымооборотовъ служатъ подобныя же прочистные дверцы Е, Е; толщина стѣнокъ обмуровки дѣлается не менѣе 6 вершковъ, при чмъ для лучшаго изолированія наружной поверхности ея отъ налипнаго прогреванія—въ кладкѣ оставляются воздушные прослойки а, а; первые дымообороты, гдѣ температура продуктовъ горѣнья еще высока,—следуетъ обѣты-

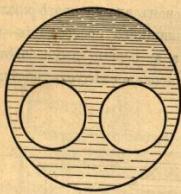


Черт. 239.

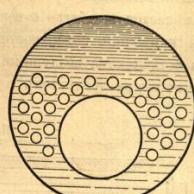
вать огнеупорнымъ кирпичемъ, обозначеннымъ на чертежѣ болѣе густою штриховкою. Котлы эти склеиваются изъ отдѣльныхъ листовъ при помощи эбенопокъ, при чмъ для наружнаго корпуса употребляется желѣзо толщиной $\frac{5}{16}$ до $\frac{3}{8}$ дюйма, а для днищъ и прогарной трубы отъ $\frac{7}{16}$ до $\frac{1}{2}$ дюйма; чаще всего примѣняются котлы наружнымъ диаметромъ 5 футъ (1,5 метра) съ прогарною трубою диаметромъ $2\frac{1}{2}$ фута.

Если требуется увеличеніе поверхности нагрѣва, то это можетъ быть достигнуто или добавленіемъ второй прогарной трубы съ отдѣльными въ нея топливникомъ, какъ это дѣлается въ ланкаширскихъ

котлахъ (черт. 240), или же добавлениемъ мелкихъ прогарныхъ трубокъ, проложенныхыхъ параллельно главной прогарной трубѣ (черт. 241); послѣдній способъ имѣть однако тотъ недостатокъ, что мелкия трубки легко зарастаютъ сажею, постепенная же очистка ихъ затруднительна.

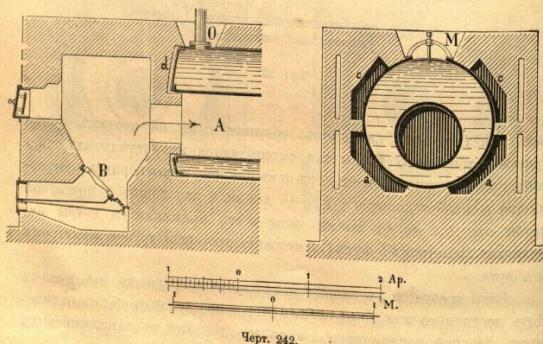


Черт. 240.



Черт. 241.

Устройство топливника въ прогарной трубѣ достаточно удобно лишь при диаметрѣ ея не менѣе 2 футъ; при меньшемъ же диаметрѣ ея топливникъ устраивается отдельно, отъ котла, какъ показано на черт. 242, чѣмъ достигается одновременно и увеличеніе теплоемкости

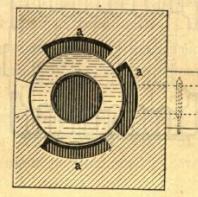
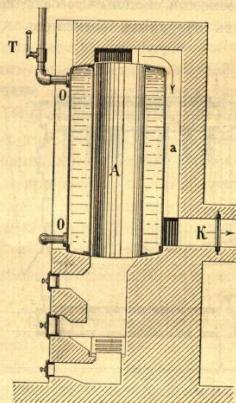


Черт. 242.

системы, такъ какъ массивная кладка топливника способствуетъ увеличенію этой теплоемкости; здѣсь продукты горѣнія поступаютъ изъ топливника В въ прогарную трубу А, загѣмъ расходятся въ два нижнихъ дымооборота а, а, изъ которыхъ поступаютъ въ два верхнихъ дымооборота с, с, послѣ чего удаляются въ дымовую трубу, но, конечно, расположение дымооборотовъ можетъ быть и въ этомъ случаѣ такое-же, какое указано ранѣе (черт. 236—239); при вмѣсѣ котла должно быть обращено особое вниманіе на то, чтобы между котломъ и кирпичною кладкою были оставлены свободные зазоры д, безъ чѣгъ неминуемо разстройство кладки, происходящее отъ расширения котла при его нагревѣ.

При небольшихъ системахъ примѣняются и вертикальные водогрѣйные котлы, при чѣмъ увеличеніе теплоемкости ихъ достигается обмуровкою ихъ со всѣхъ сторонъ кирпичемъ; подобный вертикальный водогрѣйный котелъ показанъ на черт. 243; здѣсь продукты горѣнія изъ прогарной трубы А опускаются сразу по тремъ дымооборотамъ а, а внизъ, гдѣ собираются общимъ боровомъ К и отводятся въ дымовую трубу.

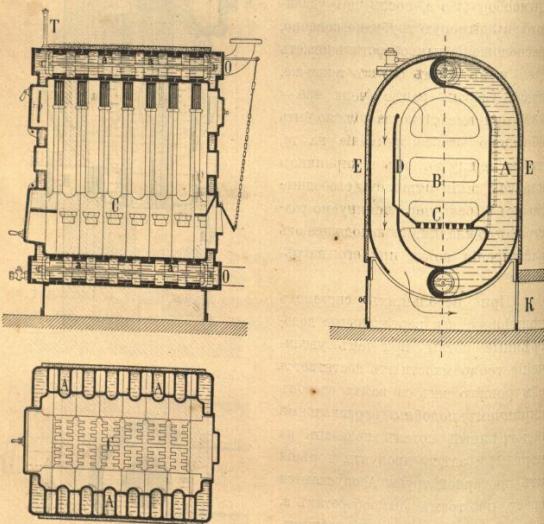
Въ тѣхъ случаяхъ, когда отъ системы не требуется большая теплоемкость, или же послѣдняя можетъ быть достигнута какими-либо иными способами, напримѣръ постановкою добавочныхъ резервуаровъ съ горячей водою,—возможно примѣненіе котловъ иныхъ типовъ, не



Черт. 243.

обладающими большою теплоемкостью; но въ то-же время имѣющихъ усиленно развитую поверхность нагрева.

На черт. 244 показанъ подобный водогрѣйный котелъ малой теплоемкости системы Стребеля; котелъ этотъ составляется изъ отдельныхъ чугунныхъ элементовъ А, А кольцеобразной формы, водяное



Черт. 244.

пространство которыхъ соединяется между собою помошью короткихъ трубокъ а, а съ наружною нарезкой; элементамъ придана такая форма, что внутри котла образуется топливникъ В съ топочной решеткой С и оградительными стѣнками D; собранный такимъ образомъ, котель окружается снаружи желѣзнымъ кожухомъ Е, изолированнымъ отъ

охлажденія; продукты горѣнія поднимаются изъ топливника вверхъ, откуда поступаютъ направо и падаю въ прозоры между элементами, омывая послѣдніе со всѣхъ сторонъ, а затѣмъ, опустившись внизъ, удаляются въ дымовую трубу по борову К. Примѣненіе отдельныхъ однообразныхъ элементовъ, изъ которыхъ составляется котель, даетъ возможность легко достигать увеличенія поверхности нагрева до потребныхъ размѣровъ—соответственнымъ увеличеніемъ числа элементовъ, ремонти-же котла, въ случаѣ даже значительной порчи, упрощается и ограничивается удаленіемъ испорченныхъ элементовъ.

Не останавливаясь на описаніи другихъ системъ котловъ малой теплоемкости, укажу лишь, что главныиихъ недостатокъ состоять въ необходимости производить почти непрерывную топку ихъ, почему котлы большой теплоемкости (коринвалльскіе или ланкаширскіе) слѣдуетъ во всѣхъ случаяхъ предпочитать, какъ болѣе удобные для ухода и болѣе простые по конструкціи.

Каждый водогрѣйный котель долженъ иметь слѣдующія приспособленія (черт. 236—244):

а) Термометръ Т для определенія температуры воды въ котле, необходимый для того, чтобы истопникъ во все время топки могъ сѣдѣть за этотъ температурой; термометръ помѣщается непосредственно на передней стѣнкѣ котла (черт. 236), или-же у начала подъемной трубы (черт. 243); для укрытия термометра—въ стѣнку котла или въ тройникъ на подъемной трубѣ ввинчивается полая втулка, наполненная ртутью, въ которую и погружается шарикъ термометра.

б) Лазъ М для очистки котла отъ накапливающейся въ немъ грязи и накипи; лазъ обыкновенно имѣть овальную форму размѣрами 12×15 дюймовъ.

в) Фланцы о, о для прикрѣпленія подъемной и обратной трубъ.

г) Трубку съ краномъ на ней для спуска воды изъ котла; трубка эта должна быть расположена въ самой нижней части котла, или-же на обратной трубѣ.

д) Водопроводную трубку р съ краномъ для наполненія системы водою и для пополненія воды по мѣрѣ небольшаго испаренія ея въ расширителномъ сосудѣ; послѣднюю трубку не всегда впрочемъ соединяютъ непосредственно съ котломъ, производя иногда наполненіе системы сверху черезъ расширителный сосудъ, но первый способъ

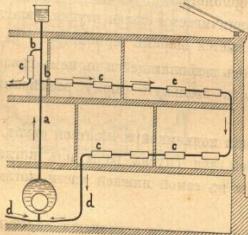
предпочтительнее, такъ какъ при этомъ наполненіе системы и ея пополненіе проходитъ подъ постояннымъ контролемъ истопника.

Въ заключеніе слѣдуетъ замѣтить, что водогрѣйные котлы, вслѣдствіе расположения ихъ въ самой пониженнѣй точкѣ системы, находятся постоянно подъ довольно значительными давленіями, зависящими отъ высоты расположения расширительного сосуда и доходящими въ многоэтажныхъ зданіяхъ до 2 атмосферъ; поэтому, для увѣренности въ достаточной прочности и, принимая послѣднюю двукратно,—слѣдуетъ до обмуровки котловъ производить пробное испытаніе ихъ на холодное давленіе до 4-хъ атмосферъ.

Трубы, служащія для циркуляціи воды.

Трубы, служащія для циркуляціи воды, можно раздѣлить на три рода трубъ: 1) подъемная труба, по которой горячая вода поднимается изъ котла вверхъ; труба эта начинается отъ верхней части котла; 2) трубы, разводящія воду къ нагревательнымъ приборамъ (циркуляционныя трубы) и 3) трубы, отводящія охлажденную воду обратно къ котлу (обратная труба). Взаимное расположение этихъ трубъ можетъ быть различно, какъ это видно изъ чертежей 245—249, на которыхъ показаны наиболѣе характерные способы расположения трубъ.

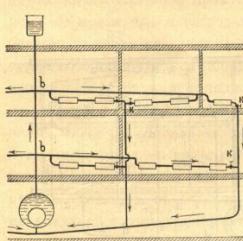
На черт. 245 показанъ наиболѣе рациональный способъ расположения трубъ; здесь отъ подъемной трубы *a* отдѣляются горизонтальные циркуляционныя трубы *b*, *b*, которые подаютъ горячую воду послѣдовательно въ рядъ нагревательныхъ приборовъ въ помѣщеніяхъ *c*, *c*, изъ которыхъ охлажденная вода отводится къ нижней части котла обратными трубами *d*, *d*; при такомъ расположении трубъ и нагревательныхъ приборовъ температура воды, поступающей въ приборы отдѣльныхъ



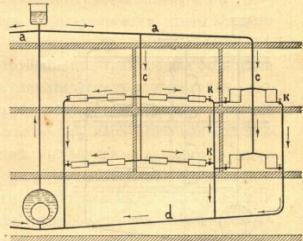
Черт. 245.

помѣщеній, постепенно понижается, вслѣдствіе чего въ послѣдующихъ помѣщеніяхъ необходимо устанавливать нагревательные приборы гораздо большаго размѣра, чѣмъ это могло бы быть въ томъ случаѣ, когда въ каждое помѣщеніе подводится вода, одинаково согрѣтая; кроме того расположение это совершенно не даетъ возможности регулировать температуру каждого помѣщенія независимо отъ другихъ, въ виду чего подобное расположение не слѣдуетъ примѣнять.

На черт. 246 показано поэтажное разведеніе горячей воды помощью горизонтальныхъ трубъ *b*, *b*, отдѣляющихся въ каждомъ этажѣ отъ подъемной трубы, при чѣмъ вода поступаетъ въ приборы каждого помѣщенія почти при одинаковой температурѣ; взаимное расположеніе



Черт. 246.



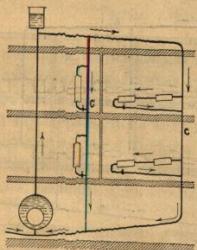
Черт. 247.

трубъ и нагревательныхъ приборовъ даетъ здѣсь полную возможность, при помощи крановъ *k*, *k*, регулировать температуру отдѣльныхъ помѣщеній и даже совершенно исключать изъ системы любое помѣщеніе, закрывая соответственный кранъ. Недостатокъ подобного расположения состоѣтъ въ необходимости прокладывать въ каждомъ этажѣ длинныя горизонтальныя линіи къ помѣщеніямъ, расположеннымъ не непосредственно надъ котломъ.

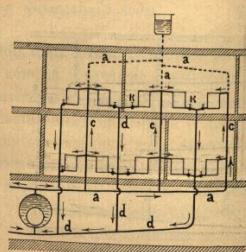
На черт. 247 показано разведеніе горячей воды при помощи вертикальныхъ вѣтвей: отъ подъемной трубы, доходящей до чердака, идутъ проложенные по чердаку распределительныя трубы *a*, *a*, отъ которыхъ спускается рядъ вертикальныхъ вѣтвей *c*, *c*, ведущихъ воду къ нагревательнымъ приборамъ въ помѣщеніяхъ; охлажденная вода

отводится вертикальными же стояками к общей обратной трубе *d*, соединенной с нижней частью котла; это расположение является в большинстве случаев наиболѣе удобнымъ и наиболѣе выгоднымъ и даетъ полную возможность регулировать температуру во всѣхъ помѣщенияхъ, независимо отъ смежныхъ.

Иногда вместо устройства отдѣльныхъ обратныхъ стояковъ, впускаютъ охлажденную воду изъ тѣ-же стоякъ *c c*, которые несуть горячую воду, какъ это показано на черт. 248, но подобное расположение, не имѣя за собою какихъ-либо преимуществъ, кроме уменьшения длины трубы, сопровождается необходимостью увеличивать соотвѣтственно диаметры трубы и величину нагрѣвателныхъ приборовъ въ нижнихъ



Черт. 248.



Черт. 249.

этажахъ, чѣмъ совершиенно парализуется экономія, получающаяся вслѣдствіе уменьшения длины трубы.

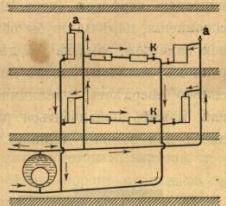
На черт. 249 показано расположение, аналогичное изображеному на черт. 247, съ той лишь разницей, что разводка горячую воду трубы проложены не по чердаку, а подъ потолкомъ подвала; отъ этихъ трубъ идутъ вертикальные стояки *c c*, несущие горячую воду къ нагрѣвателнымъ приборамъ, отъ послѣднихъ-же охлажденная вода отводится къ котлу обратными трубами *d d*; стояки *c c* соединяются съ расширительными соединениями малаго диаметра *a a*, служающими для отвода воздуха изъ системы. При подобномъ расположении устраивается необходимость прокладывать до чердака отдѣльную подъемную

трубу, чѣмъ и достигается нѣкоторая экономія въ расходахъ на устройство, но съ другой стороны здѣсь является необходимость прокладки добавочной стѣнки воздушныхъ трубокъ.

Примѣненіе того или другого изъ вышеуказанныхъ способовъ или ихъ комбинацій въ большинствѣ случаевъ зависитъ отъ мѣстныхъ условій и особенностей зданія, преимущественно же примѣняются расположения, показанныя на черт. 247 и 249.

Трубы для циркуляціи воды прокладываются съ такимъ разсчетомъ, чтобы изъ системы легко можно было выпускать всю воду, какъ въ случаѣ ремонта, такъ и для очистки трубы отъ той грязи, которая можетъ скопиться въ нихъ при прокладкѣ трубъ; для этой цѣли всѣ трубы, кроме стояковъ, прокладываются не горизонтально, а съ уклономъ не менѣе 0,01, и располагаются такимъ образомъ, чтобы вся вода безпрепятственно могла бы стекать самотекомъ въ нижнюю часть системы, сообщающейся со сточными трубами; необходимо для этой цѣли направление уклоновъ ясно видно изъ схематическихъ чертежей 245—249.

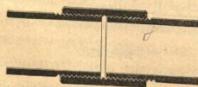
Кромѣ того, при прокладкѣ трубъ необходимо обращать вниманіе на то, чтобы въ системѣ не было мѣстъ, где могъ бы скопиться воздухъ, имѣющійся въ водѣ; послѣдний, выдѣляясь изъ воды въ видѣ пузырьковъ, стремится вверхъ въ виду меньшаго своего удельного вѣса и, скапливаясь въ верхней части нагрѣвателныхъ приборовъ или въ колѣнахъ трубъ, уменьшаетъ ихъ полезное сѣченіе, собравшись-же въ болѣшомъ количествѣ, можетъ прервать струю воды и, такимъ образомъ, совсѣмъ прекратить циркуляцію ея. Въ виду этого при прокладкѣ трубъ слѣдуетъ избѣгать устройства въ нихъ какихъ-либо изгибовъ и колѣнъ, направленныхъ вверхъ, въ случаѣ же необходимости устройства такихъ,— воздухъ изъ нихъ долженъ отводиться особыми воздушными трубками, какъ это показано на черт. 249. Иногда, вместо воздушныхъ трубокъ, устанавливаются въ такихъ мѣстахъ особые воздушные краны *a a* (черт. 250), предствляя истопнику, или же лицамъ, находящимся въ отапливаемыхъ помѣщенияхъ, выпускать



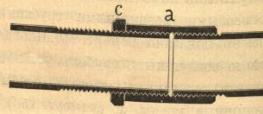
Черт. 250.

периодически скопившийся здесь воздухъ, но такое устройство, требующее постоянного надзора за собою, менѣе совершенно. Въ большинствѣ случаевъ, давая трубамъ соответственные уклоны, тѣмъ самыемъ можно достигнуть того, что весь воздухъ, поднимаясь естественнымъ путемъ вверхъ, будетъ удаляться изъ расширительный сосудъ; въ тѣхъ-же мѣстахъ, где это является невозможнымъ,—изъ всѣхъ колынъ, направленныхъ вверхъ, должны быть проложены отдельные воздушные трубы, отводящія воздухъ или непосредственно въ расширительный сосудъ, или-же въ одну изъ выше расположенныхъ вѣтвей системы; диаметръ воздушныхъ трубокъ принимается отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{3}{4}$ дюйма (0,018 до 0,019 метра).

Трубы, служащія для циркуляціи воды, находятся постоянно въ перемѣнныхъ температурныхъ условіяхъ, расширяясь при нагреваніи воды и сжимаясь при охлажденіи ея; въ виду этого примѣненіе чугунныхъ трубъ, какъ недостаточно упругихъ,—не рекомендуется для водяного отопленія и для вышеозначенной цѣли преимущественно примѣняются трубы желѣзныя,—при диаметрѣ до 3 дюймовъ включительно—типутины, съ толщиной стѣнокъ въ $\frac{1}{8}$ дюйма, а при большемъ диаметрѣ—сваренія (патентовыя), съ толщиной стѣнокъ больше $\frac{1}{8}$ дюйма. Соединеніе трубъ между собою, а также съ нагревательными приборами, должно быть вполнѣ плотное, не допускающее возможности просачивания воды; соединеніе трубъ между собою при диаметрахъ до 3 дюймовъ включительно производится при помощи муфтъ съ винтовымъ нарезкѣ (черт. 251), при чемъ, для большей плотности соединенія, нарезка трубъ обматывается паклею, пропитаною суриковой замазкою; замазка эта дѣлается изъ сурока, разведенаго на варенномъ льняномъ маслѣ до густоты жидкаго тѣста и со временемъ сильно твердѣеть, увеличивая плотность стыка. Въ тѣхъ мѣстахъ, где можетъ понадобиться разборка трубъ,—соединеніе ихъ производится при помощи длинной рѣзбы (черт. 252), для чего нарезка на

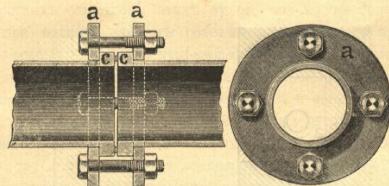


Черт. 251.



Черт. 252.

конецъ одной трубы дѣлается на протяженіи, болѣе пемъ, нежели длина муфты; при необходимости разборки—муфта *a* и придерживавшая ее контргайка съ свинчиваются на длинную рѣзбу и стыкъ такимъ образомъ легко освобождается. Другой способъ соединенія трубъ состоять въ томъ, что муфта, не снабженная нарезкой, надѣвается свободно на концы трубъ въ мѣстѣ стыка и пространство между муфтою и трубами забивается чугунною замазкою, состоящею изъ смѣси чугунныхъ опилокъ, напатція и сѣри; смѣсъ эта при смачиваніи сильно затвердѣваетъ, по подобное соединеніе не достаточно надежно и часто сопровождается просачиваніемъ воды въ тѣхъ мѣстахъ, где проконопатка смѣсъ произведена не вполнѣ аккуратно, въ виду чего соединенія на винтовой нарезкѣ—предпочтительны.

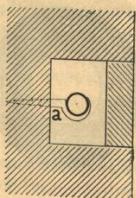


Черт. 253.

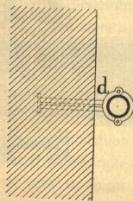
Соединенія патентовыхъ трубъ (диаметромъ болѣе 3 дюймовъ) производятся при помощи фланцевъ и упругихъ прокладокъ (черт. 253); для этой цѣли на концы трубъ надѣваются свободно движущіеся фланцы *a*, *a* и навариваются или напаиваются желѣзные кольцевые борты *c*; плотность стыка достигается стягиваніемъ фланцевъ болтами, для увеличенія же этой плотности между бортами вставляются упругія прокладки—резиновые, или же изъ асбестового картона, пропитанного олифою и промазанного съ обѣихъ сторонъ суриковою замазкою; еще лучше примѣнять для вышеозначенной цѣли американскія проволочныя кольца, пропитанныя черной графитовой замазкой.

Трубы, идущія по помѣщеніямъ, прокладываются въ стѣнѣ или въ бороздахъ (черт. 254) размѣромъ $4\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$ вер., оставляемыхъ въ кладкѣ и задѣлываемыхъ затѣмъ съ лица кирпичемъ на ребро или

же бетонными досками; такую задѣлку, конечно, возможно производить не ранее конца испытания трубь на пробное давление, дабы быть вполне гарантированнымъ отъ возможности образования протековъ въ мѣстахъ недоступныхъ непосредственному падаюру. Прокладка трубь въ бороздахъ, задѣланныхъ съ лица, вызывается только эстетическими соображеніями, но при этомъ теряется безополезно часть теплоты, выдѣляемой наружной поверхностью трубь и, кромѣ того, затрудняется падаюръ на исправныхъ состояніяхъ самихъ трубь и ихъ стыковъ, въ виду чего слѣдуетъ отдавать предпочтение прокладкѣ трубь въ стѣнѣ, непосредственно по помѣщѣніямъ; по той же причинѣ слѣдуетъ избѣгать прокладку трубь подъ полами помѣщѣній. Прикрепленіе трубъ къ стѣнамъ производится при помощи крючьевъ а (черт. 254), или хомутиковъ д (черт. 255), забиваемыхъ или задѣлываемыхъ въ стѣны.



Черт. 254.



Черт. 255.

Трубы, прокладываемыя въ мѣстахъ, гдѣ не требуется выдѣление теплоты, какъ напр. на чердакахъ или по подваламъ,—тщательно изолируются отъ безополезной потери тепла; въ особенности необходима подобная изолировка на чердакахъ, какъ для предупрежденія совершенно безополезной потери тепла, такъ и для того, чтобы предохранить крышу отъ порчи вслѣдствіе избытка тепла на чердакѣ и происходящаго отъ этого постояннаго таянія снѣга на крышѣ. Наиболѣе простой способъ изолировки состоить въ обертываніи трубъ войлокомъ, а затѣмъ сѣломенными жгутами, пропитанными глиной; солома, какъ дурной проводникъ тепла,—является вполнѣ достаточнымъ изолирующими средствомъ, но, конечно, подобный способъ можетъ быть примѣняемъ лишь въ мѣстахъ, гдѣ соображенія эстетического характера не имѣютъ

никакого значенія, какъ напр. на чердакахъ; для приданія большей прочности подобной изолировкѣ—ее обшиваютъ снаружи парусиной и окрашиваютъ послѣднюю маслянымъ краскомъ. Другой способъ изолировки трубъ на чердакахъ состоить въ укладкѣ ихъ въ деревянныхъ футлярахъ, заполненныхъ дурнымъ проводникомъ тепла—золою, опилками или отесками,—лучше всего послѣдними. Изъ другихъ болѣе дорогихъ способовъ изолировки трубъ можно указать на покрытие ихъ пробковыми плитками полуцилиндрической формы и на обмазку трубъ составами—асбестовымъ или изъ инфузорной земли; въ послѣднихъ случаѣахъ, для достаточной прочности изолировки, ее слѣдуетъ также обивать снаружи парусиной.

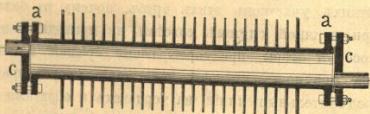
Въ заключеніе слѣдуетъ указать, что удлиненіе трубъ отъ нагреванія бываетъ при водяной системѣ не велико, въ виду сравнительно короткихъ участковъ этихъ трубъ, почему въ большинствѣ случаевъ при водяной системѣ совсѣмъ не приходится принимать какъ-либо особыхъ мѣръ, предупреждающія вредное вліяніе такого удлиненія на прочность стыковъ; исключеніе могутъ представлять лишь распределительные линіи на чердакахъ и обратные трубы въ подвалахъ, гдѣ длина прямыхъ участковъ трубъ можетъ быть довольно значительна, но и здесь вредное вліяніе удлиненія компенсируется упругостью трубъ на изгибаѣ и возможность безвредного для прочности сдвига трубъ, не укрѣпляемыхъ вполнѣ неподвижно.

Нагрѣвателльные приборы.

Согрѣваніе помѣщѣній можетъ производиться непосредственно трубами, несущими нагрѣтую воду, для чего циркуляціонныя трубы прокладываются въ помѣщѣніяхъ вдоль наружныхъ стѣнъ въ нѣсколько рядовъ, по такому способу отопленія обходится дорого вслѣдствіе большой стоимости трубъ и въ то же время безобразитъ помѣщѣніе; въ виду этого для вышеуказанной цѣли чаще примѣняются особые нагрѣвателльные приборы, имѣющіе увеличенную поверхность нагрѣва, но занимающіе сравнительно незначительную площадь. Всѣ подобные нагрѣвателльные приборы можно раздѣлить на 2 группы: приборы съ реберною и приборы съ гладкою поверхностью нагрѣва.

Болѣе дѣпвый способъ увеличенія поверхности нагрѣва со-

стоить въ снабженіи нагрѣвателныхъ приборовъ ребрами, при чмъ послѣднія отливаются вмѣстѣ съ самими приборами; на черт. 256 показана чаше другихъ примѣняющихся чугунная горизонтальная реберная батарея, состоящая изъ чугунной трубы внутреннимъ диаметромъ отъ 0,05 до 0,1 метр. съ прилитыми къ неѣ вертикальными ребрами, толщиною въ основаніи около 6 мм.; для соединенія съ трубами батареи заканчивается фланцами а, а толщиною около 0,012 метр. и скрѣпляется при помощи болтовъ съ такими же фланцами с, с, навинченными на концы циркуляционныхъ трубъ; для большей плотности стыка—между фланцами вставляется упругая кольцевая прокладка изъ асбестового картона, пропитанного олифой, или въ видѣ проволочныхъ колецъ, обмазанныхъ граffитовою замазкою.



Черт. 256.

Какъ устройство батареи, такъ и соединеніе ея съ трубами должны быть таковы, чтобы въ ней не могъ задерживаться выдѣляющійся изъ воды воздухъ, такъ какъ послѣдній, скопляясь въ верхней части батареи, уменьшаетъ полезную, соприкасающуюся съ водой, поверхность нагрѣва; для предупрежденія этого внутренняя поверхность батареи должна быть прямая безъ изгибовъ вверхъ; кроме того, при дамератахъ циркуляционныхъ трубъ, меньшихъ нежели диаметръ батареи (какъ это въ большинствѣ случаетъ и бываетъ)—трубы должны винчиваются во фланцы не концентрично, а эксцентрично и располагаться такъ, чтобы съ одной стороны труба подходила къ верхней части отверстія батареи, а съ другой стороны къ нижней его части, какъ показано на черт. 256; такое расположение облегчаетъ также и спускъ воды изъ батареи.

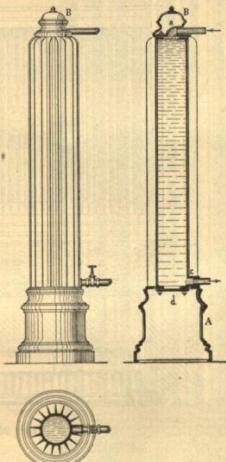
Ребрамъ придаютъ круглую или квадратную форму; послѣдняя впрочемъ не оказываетъ замѣтнаго влиянія на количество передаваемой теплоты, въ виду чего предпочтительнѣе примѣняются бата-

реи съ круглыми ребрами, требующія менѣе количества чугуна для отливки; глубина реберъ дѣлается не болѣе 0,09 метр. Разстояніе между ребрами должно быть не менѣе 0,025 метр. такъ какъ при менѣшемъ разстояніи затрудняется очистка ихъ отъ пыли.

На черт. 257 показана вертикальная реберная печь; вверху и внизу она заканчивается утолщеннымъ головками съ внутреннею



Черт. 257.



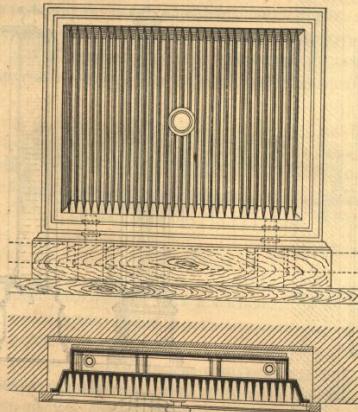
Черт. 258.

рѣзьбою, въ которую и ввинчиваются циркуляционные трубы. Внутренній диаметръ этого типа реберныхъ печей дѣлается отъ 0,075 до 0,1 метр., глубина реберъ 0,04 до 0,05 метр., высота ихъ отъ 0,9 до 1,5 метр.

Другой типъ вертикальной реберной печи большаго размѣра показанъ на черт. 258; внутренній диаметръ ея 0,15 метр., толщина стѣнокъ 0,012 м., глубина реберъ 0,06 м., высота ихъ отъ 0,9 до

1,5 метр.; печь соединяется съ подводящею воду трубою помошью фланца а, для обратной же трубы имѣется приливъ съ видовой парѣзкой въ немъ; фланецъ вънизу печи служитъ для очистки ея отъ грязи въ случаѣ надобности; печь устанавливается на чугунномъ постаментѣ А и сверху прикрывается крышкою В; обѣ послѣдніи части имѣютъ только декоративное назначение.

На черт. 259 показанъ еще одинъ типъ плоской реберной бата-



Черт. 259.

реи, снабженной ребрами только съ одной лицевой стороны; задняя сторона батареи не предназначается для выдѣленія тепла и задѣлывается въ стѣну. Батареи такого рода употребляются лишь въ томъ случаѣ, когда, вслѣдствіе эстетическихъ требованій, необходимо по возможности скрыть нагревательные приборы, но стоимость устройства при этомъ сильно возрастаетъ вслѣдствіе того, что большую часть поверхности нагрева не приходится пользоваться.

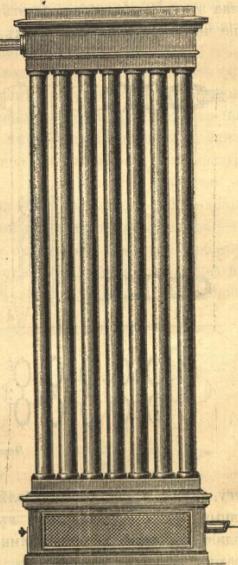
Главнымъ недостаткомъ реберной поверхности нагрева является

затруднительность очистки ея отъ пыли, для облегченія чего, какъ уже было сказано раньше, разстояніе между ребрами должно быть не менѣе 1 дюйма; для той-же цѣли, а также для свободного движения воздуха вдоль реберъ, послѣднія должны быть располагаемы вертикально, какъ это показано на всѣхъ ранѣе приведенныхъ чертежахъ реберныхъ печей. Встрѣчаются впрочемъ батареи и съ наклонными ребрами, но примѣненіе ихъ не можетъ быть рекомендовано, такъ какъ очистка ихъ отъ пыли еще болѣе затруднительна.

Для помѣщений жилыхъ, гдѣ содержаніе нагревательныхъ приборовъ въ постоянній чистотѣ должно стоять на первомъ планѣ,—лучше примѣнять приборы съ гладкою поверхностью нагрева. Для этой цѣли, какъ уже было указано, могутъ служить ряды циркуляционныхъ трубъ, проложенныхъ горизонтально вдоль стѣнъ, при чмъ очистка ихъ отъ пыли сравнительно не трудна; на черт. 260 показанъ другой типъ нагревательного прибора съ гладкою поверхностью нагрева, составленный изъ вертикальныхъ

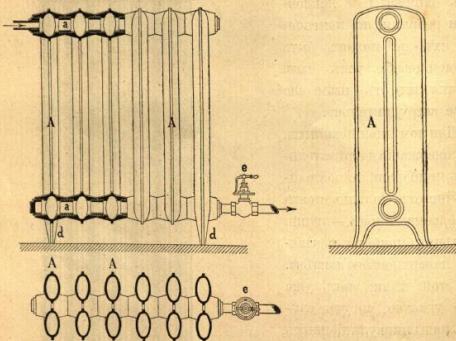
трубъ, соединенныхъ вверху и внизу съ полными карнизомъ и пьедесталомъ; но въ обоихъ этихъ случаяхъ стоимость устройства отопленія нѣсколько высока, вслѣдствіе высокой стоимости желѣзныхъ трубъ.

Гораздо удобнѣе и дешевле нагревательные приборы съ гладкою



Черт. 260.

поверхностью нагрева, составленные из отдельных чугунных элементов и изгibtных под названием радиаторов; на черт. 261 показан один из типов радиаторов; он состоит из ряда полых внутри элементов A, A, соединенных друг с другом сверху и внизу короткими желѣзными трубками a съ наружно нареѣзком; нареїзки этих труб обращены от средины въ разныя стороны, вслѣдствіе чего, при ввинчиваніи ихъ, — элементы притягиваются другъ къ



Черт. 261.

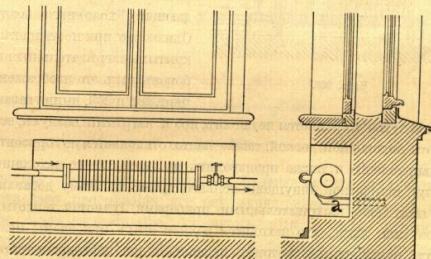
другу, чѣмъ и достигается болѣе плотное ихъ соединеніе; циркуляционная трубы ввинчиваются въ нареїзки крайнихъ элементовъ; посѣдѣніе снабжены также ножками d, d, которыми радиаторы и устанавливаются на полъ.

Главное удобство радиаторовъ состоять въ легкой возможности увеличивать поверхность нагрева до потребной — соотвѣтственнымъ увеличеніемъ числа элементовъ; очистка наружной поверхности ихъ отъ пыли весьма легка, но для этого разстояніе между элементами должно быть не менѣе 2 дюймовъ. Покрытие наружной поверхности радиаторовъ выпуклымъ или вогнутымъ рисункомъ, какъ это иногда дѣ-

ляется (такъ называемые декоративные радиаторы), затрудняетъ лишь очистку ихъ отъ пыли и поэтому не рекомендуется.

Здѣсь же слѣдуетъ замѣтить, что для возможнаго содержанія нагревательныхъ приборовъ въ должной чистотѣ, — поверхности ихъ, а равно и поверхности всѣхъ трубъ, не задѣланнныхъ въ стѣнѣ, — слѣдуетъ окрашивать лаковою краскою; примѣненіе масляной краски для этой цѣли не слѣдуетъ допускать, такъ какъ такая окраска долгое время выдѣляетъ при нагреваніи не приятный запахъ масла.

Нагревательные приборы при водяной системѣ отопленія слѣдуетъ располагать у наружныхъ стѣнъ, погашая такимъ образомъ охлажденіе помѣщений непосредственно у тѣхъ мѣстъ, где оно происходитъ; располагая же приборы въ нижней части помѣщений, ближе въ полу, мы можемъ достичь полной равномерности температуры и въ вертикальномъ направлѣніи; какъ горизонтальная реберная батарея, такъ и радиаторы слѣдуетъ при этомъ располагать подъ окнами, такъ какъ, при сравнительно большой поверхности послѣднихъ, — черезъ нихъ то и происходитъ главное охлажденіе помѣщений; обыкновенно для этой цѣли подъ окнами устраиваются ниши глубиной отъ 6 до 3 вершка, въ которыхъ и устанавливаются нагревательные



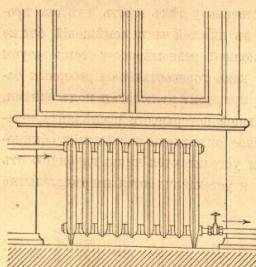
Черт. 262.

приборы. На черт. 262 и 263 показана подобная установка горизонтальныхъ реберныхъ батарей и радиаторовъ; послѣдніе, какъ уже было

сказано ранѣе, устанавливаются непосредственно на полъ, для укрѣпленія же горизонтальныхъ батарей служатъ кронштейны а изъ твердого желѣза, заѣмываемые въ кладку стѣнъ.

Постановка нагрѣвателныхъ приборовъ подъ окнами даетъ также возможность устранить то непріятное и часто наблюдалось ощущеніе дутья отъ оконъ, которое является результатомъ охлажденія воздуха, соприкасающагося съ оконными стеклами; вслѣдствіе этого охлажденія—вдоль оконъ образуется постоянное падающій токъ воздуха, который, при встрѣчѣ съ подоконкомъ, отклоняется по горизонтальному

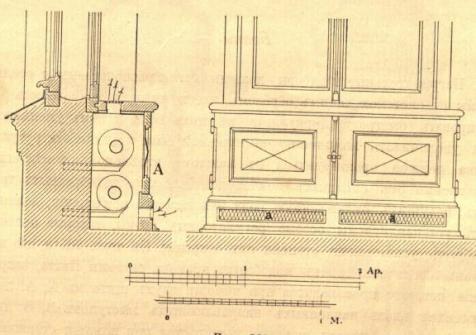
направленію и производить на лицъ, находящихся близко отъ оконъ, — вышеуказанное непріятное ощущеніе холоднаго дутья; при постановкѣ нагрѣвателныхъ приборовъ подъ окнами—вдоль этихъ приборовъ образуется противотокъ нагрѣтаго воздуха, стремящійся вверхъ и парализующій частью непріятное дѣйствіе падающаго холоднаго воздуха. Однако же при постановкѣ открытыхъ нагрѣвателныхъ приборовъ, какъ это изображено на черт. 262 и 263, вышеуказанное



Черт. 263.

ощущеніе дутья устраивается не вполнѣ, ибо нагрѣтый воздухъ, встрѣчаясь съ подоконной доской, также частью отклоняется по горизонтальному направленію и также производить на лицъ, близко находящихся къ окну, непріятное ощущеніе теплаго дутья; къ этому добавляется еще и выдѣленіе нагрѣвателными приборами лучистой теплоты, непріятное для тѣхъ, кто находится вблизи этихъ приборовъ; поэтому въ тѣхъ помѣщеніяхъ, которымъ назначены для долговременного занятія людей непосредственно у оконъ,—следуетъ устраивать еще особыя приспособленія для уничтоженія вышеуказанныхъ недостатковъ. Подобное приспособленіе показано на черт. 264; здесь ниша, въ которой помѣщенъ нагрѣвателный приборъ, закрыта со стороны помѣщенія сплошнымъ щитомъ А, имѣющимъ лишь внизу отверстія а, а

для циркуляціи воздуха, закрываемое обыкновенно ажурною решеткою; подобное же отверстіе прорѣзывается и въ подоконной доскѣ, болив оконного переплета; при такомъ устройствѣ комнатный воздухъ входилъ черезъ нижнее отверстіе къ нагрѣвателльному прибору, согревается послѣднимъ, а затѣмъ выходитъ透过 прорѣзы подоконника вверхъ—вдоль стеколъ и, согрѣвавъ ихъ, предупреждаетъ образованіе падающаго тока холоднаго воздуха; въ то же время прѣятствуетъ выдѣленію лучистой теплоты непосредственно въ помѣщеніе. Щитъ дѣлается сплошной изъ дерева, или же изъ



Черт. 264.

деревянной обвязки съ желѣзными филенками, для предупрежденія же сильнаго прогрѣванія его отъ лучистой теплоты — оѣ изолируется сзади асбестовымъ картономъ. Щитъ этотъ устраивается съемный, или же открывашійся на петляхъ, дабы имѣть возможность осматривать нагрѣвателные приборы и содержать его въ должной чистотѣ; надо однако имѣть въ виду, что подобные щиты, закрывая нагрѣвателные приборы отъ глазъ, тѣмъ самымъ затрудняютъ постоянный надзоръ за ихъ чистотой, въ виду чего къ подобному устройству слѣдуетъ пріобрѣтать лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда предвидится долговременное пребываніе людей вблизи оконъ,—во

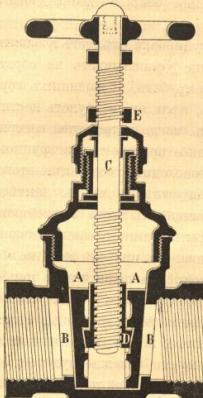
всѣхъ же остальныхъ случаяхъ—лучше оставлять нагрѣвателные приборы открытыми.

Вертикальныя реберныя печи устанавливаются вѣ стѣнь, преимущественно въ наружныхъ углахъ помѣщеній; въ зависимости отъ этого они не способствуют устраненію дуты отъ оконъ, почему для жилыхъ помѣщеній предпочтительны горизонтальныя нагрѣвателные приборы. Вертикальныя печи укрѣпляются къ стѣнамъ при помощи хомутиковъ (черт. 257), или же ставятся на постаментъ, устанавливаляемый непосредственно на полъ помѣщенія (черт. 258).

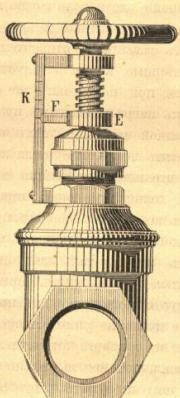
Краны.

Нагрѣвателные приборы должны быть располагаемы и соединены съ системою такимъ образомъ, чтобы имѣлась возможность регулировать быстроту циркуляціи въ нихъ воды и тѣмъ уменьшать или увеличивать количество выдѣляемой ими теплоты; эта регулировка должна производиться въ каждомъ отдѣльномъ помѣщеніи, независимо отъ смежныхъ помѣщеній, для чего на обратныхъ трубахъ, ведущихъ охлажденную воду изъ каждого помѣщенія, должны быть устанавливаемы особые регуляторные краны, которые полезно снабжать указательными степенями ихъ открытія. На черт. 265 и 266 показанъ одинъ изъ типовъ подобныхъ крановъ системы Питта, закрываніе котораго производится при помощи двухъ щитковъ A, A, движущихся вдоль наклонныхъ направляющихъ выступовъ B, B; движение щитковъ вверхъ и внизъ достигается при помощи стержня C съ винтовой нарезкой вверху и коническимъ наконечникомъ D внизу, при помощи котораго и происходит прижиманіе щитковъ къ направляющимъ выступамъ крана, а стѣдовательно и болѣе плотное закрытие послѣдняго. На верхней части винтовой нарезки стержня наложенъ кольцо E съ выступомъ F, движущимся по прорѣзу указанія K; при открываніи или закрываніи крана при помощи вращенія стержня—кольцо движется на немъ вверхъ или внизъ, при чёмъ конецъ выступа F и указываетъ большую или меньшую степень открытія отверстія крана.

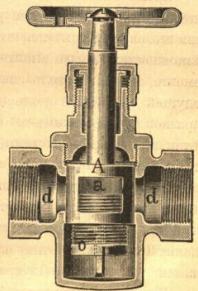
На черт. 267 показанъ кранъ съ двойной регулировкой; здѣсь регулирование протекающей черезъ кранъ воды достигается вращеніемъ



Черт. 265.



Черт. 266.



Черт. 267.

цилиндрическаго золотника A со сквозными прорѣзами a для прохода воды, при чёмъ въ зависимости отъ положеній золотника прорѣзы приходятся болѣею или менышию свою частью противъ проходныхъ отверстій крана d, d; величина же свободной части прорѣзовъ можетъ быть увеличиваєма или уменьшаема менышию или болѣшимъ винчиваніемъ въ золотникъ пробки o. При общей регулировкѣ всей системы — пробка устанавливается такимъ образомъ, чтобы чрезъ кранъ проходило наибольшее требующееся для данного помѣщенія количество воды, а затѣмъ уже дальнѣйшее

уменьшениј этого количества или полное закрытие крана достигается вращением золотника А.

Къ сказанному относительно регулировки слѣдует добавить, что регуляторные краны слѣдует вообще устанавливать на обратных трубах; при постановкѣ же ихъ на трубахъ, подводящихъ горячую воду къ нагрѣвателнымъ приборамъ, цѣль эта не будетъ достигнута въ полной мѣрѣ въ тѣхъ случаяхъ, когда потребуется совершенно прекратить выѣленіе тепла какимъ-либо приборомъ или группой ихъ; дѣйствительно, циркуляція воды происходитъ вслѣдствіе того, что болѣе холодная вода, стремясь опуститься внизъ, вытѣсняетъ вверхъ воду, болѣе нагрѣтую; при постановкѣ крана за приборомъ (на обратной трубѣ) и полномъ его закрытии—вышеуказанные явленіе не имѣтъ мѣста, такъ какъ охлажденная въ приборѣ вода не можетъ двигаться далѣе внизъ, при постановкѣ же крана предъ приборомъ (на трубѣ, подводящей къ прибору горячую воду)—даже полное закрытие крана не уничтожаетъ циркуляцію воды, ибо вода, охлаждающаяся въ приборѣ, стремится опуститься внизъ по обратной трубѣ, вытѣсняясь изъ нея вверхъ не настолько еще охлажденную воду, вслѣдствіе чего по обратной трубѣ образуется двойной токъ воды, при чмъ болѣе нагрѣтая вода, попадая въ приборъ, способствуетъ выѣленію имъ тепла даже въ то время, когда кранъ совсѣмъ закрытъ.

Кромѣ вышеуказанныхъ крановъ въ системѣ устанавливается еще рядъ другихъ крановъ для управления отдѣльными ея частями; такъ если въ системѣ имѣется пѣсколько водогрѣбныхъ котловъ, то, для возможности полнаго выключенія каждого изъ нихъ, напр. въ случаяхъ ремонта, каждый котель снабжается двумя кранами: однимъ на линіи, ведущей къ общему подъемной трубѣ,—другимъ на такой-же линіи обратной трубы; такимъ-же образомъ можно снабжать и отдѣльныя вѣты или участки системы, напр. участки, служащіе для отопленія отдѣльныхъ частей зданія; краны эти даютъ возможность производить общую регулировку отопленія отдѣльныхъ частей зданія или совсѣмъ выключать эти части изъ системы въ случаѣ необходимости ремонта въ нихъ, не останавливая въ то-же время отопленія остальныхъ частей зданія. Конструкція этихъ крановъ въ большинствѣ случаевъ подобна указанной при описаніи крановъ системы Питта.

Наконецъ система снабжается еще кранами спускными—въ ниж-

нихъ ея частяхъ и наполнительными, ничтоже не отличающимися отъ обычныхъ водопроводныхъ запорныхъ крановъ.

Расширительный сосудъ.

Во время перерывовъ между топками котловъ уровень воды въ системѣ постепенно понижается вслѣдствіе уменьшения объема воды, происходящаго отъ постепенного охлажденія всей системы; вода при этомъ никогда не должна опускаться ниже верха подъемной трубы, въ противномъ случаѣ прерывается сообщеніе между подъемной и циркуляционными трубами, а слѣдовательно прекратится циркуляція воды и дѣйствіе отопленія. Для изѣженій такихъ нарушеній циркуляціи—въ системѣ долженъ быть пѣкоторый избытокъ воды, для вмѣщенія котораго и назначены расширительные сосуды; объемъ его долженъ быть таковъ, чтобы въ немъ свободно могъ помѣститься весь избытокъ воды въ системѣ, получавшійся вслѣдствіе расширенія воды при ее согрѣваніи. Кромѣ того расширительный сосудъ служить и для отвода воздуха, выѣзывающагося изъ воды въ системѣ. Для удовлетворенія объемъ вышеуказаннымъ цѣлямъ расширительный сосудъ располагается надъ самой высшей точкой системы и снабжается слѣдующими трубками (черт. 268):

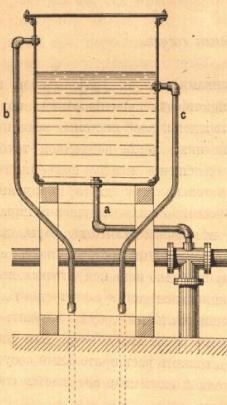
1) Воздушной трубкой съ диаметромъ 0,025 метр. (1 дюймъ), сообщающей высшую точку системы (обыкновенно верхъ подъемной трубы) съ расширительнымъ сосудомъ; по этой трубѣ весь воздухъ изъ системы удаляется въ расширительный сосудъ и по ней-же переходитъ въ расширительный сосудъ весь избытокъ воды, получающійся при ее расширеніи отъ согрѣванія; воздушная трубка—оканчивается на уровне дна расширительного сосуда.

2) Переливной трубкой въ диаметромъ 0,025 метр.; трубка эта начинается на разстояніи 0,075 до 0,125 метр. (3 до 5 дюймовъ) отъ верха расширительного сосуда, спускается въ котельную и заканчивается тамъ надъ раковиною А; трубка эта служить для удаленія изъ расширительного сосуда избытка воды при случайномъ переполненіи его; по ней-же удаляется изъ расширительного сосуда тотъ воздухъ, который попадаетъ въ него изъ системы.

3) Сигнальной трубкой съ диаметромъ отъ 0,020 до 0,025 метр.

(0,75 до 1 дюйма), начинаяющейся на сколько выше нормального уровня воды в расширительном сосуде, то есть приблизительно на высоту двух третей всей высоты сосуда; трубка эта также проходит в котельную и заканчивается над раковиной, где снабжается запорным краном **d**; открывая этот кран, истонник может видеть — есть ли в расширительном сосуде достаточное количество воды или нет, и в случае отсутствия ее, дополнить воду через водопроводный кран.

Кроме этих трубок в верхнюю часть расширительного сосуда вводят иногда отдельную водопроводную трубку, помытую концом ее краном с шаровым поплавком, при чем пополнение системы происходит автоматически, по мере охлаждения воды и понижения уровня ее в расширительном сосуде. Подобное устройство сопровождается однако некоторым избытком расхода воды, так как при нагревании весь ее излишек, получающийся от расширения воды, не может уже вместииться в расширительном сосуде и постепенно вытекает из него по переливной трубке в виде этого, а также в виде частой порчи кранов с шаровым поплавком, подобное устройство нельзя признать рациональным и наполнение системы лучше про-



Черт. 286.

изводить при помощи водопроводной трубы **p** (черт. 286), сообщающейся непосредственно с обратной трубой или снизом котла.

Къ сказанному слѣдует добавить еще, что вмѣсто устройства отдельной сигнальной трубы **c**, возможно ограничиться постановкою манометра на одной изъ обратныхъ или циркуляционныхъ трубъ въ котельной, при чмъ показанія его, очевидно, будутъ зависѣть отъ высоты столба воды надъ нимъ, то есть отъ уровня воды въ расширительномъ сосудѣ, почему истонникъ и можетъ слѣдить по показанію манометра — требуетъ ли добавленія воды въ систему или нетъ.

Расширительному сосуду придаютъ обыкновенно цилиндрическую форму, дѣлая его изъ котельного же лѣза толщиною 3—4,5 мм. ($\frac{1}{8}$ — $\frac{3}{16}$ дюйма); сверху онъ закрывается крышкою на болтахъ, при чмъ, для большей плотности стыка, между крышкою и закраинами верхней части сосуда кладется упругая прокладка. При помѣщеніи расширительного сосуда на чердачъ, какъ это преимущественно и бываетъ, вокругъ его слѣдуетъ устраивать теплоизолирующую будку для предупрежденія охлажденія воды въ немъ.

Составление проекта и расчетъ водяной системы отопления.

При составлении проекта водяной системы отопления и размѣщений соответственныхъ приборовъ слѣдуетъ руководствоваться слѣдующими главными правилами:

1) Водогрейный котелъ слѣдуетъ располагать въ подвалѣ въ самой нижней части системы и при томъ по возможности ближе къ центральной части зданія; для болѣе равномѣрной циркуляции воды во всѣхъ частяхъ системы; имѣ-же въ виду, что обмуровка котла выдѣляетъ большое количество лучистой теплоты, передающейся черезъ потолокъ котельной въ помѣщенія, расположенные непосредственно надъ ней, — лучше всего располагать котелъ подъ сильно охлаждающимися и не-жилыми помѣщеніями, напр. подъ вестибюлемъ, лѣстницей или коридоромъ; если-же, въ силу необходимости, приходится расположить котелъ подъ помѣщеніемъ жилымъ или назначеннымъ для долговременного пребыванія людей, то, дабы избѣжать слишкомъ спѣльнаго поднятія температуры въ этихъ помѣщеніяхъ отъ передачи теплоты черезъ потолокъ котельной, — послѣдний долженъ быть тщательно изолированъ.

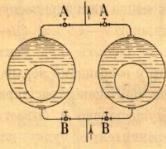
2) Теплоемкость водяной системы достигается наибольшим или наименьшим увеличением объема воды в ней, при чем главным резервуаром, вмещающим в себе воду, является водогрейный котел, почему расчет последнего должен производиться в зависимости от потребной теплоемкости; при этом, если только размѣры котла позволяют, то лучше вместо одного большого котла дѣлать два или несколько котлов меньших размѣров, соединяя их между собою такъ, какъ показано на черт. 269 и снабжая ихъ запорными

кранами А и В; такое устройство удобно въ томъ отношеніи, что даетъ возможность въ случаѣ необходимости выдѣлять изъ системы каждый изъ котловъ, не останавливая въ то-же время работы всей системы; подобная необходимость можетъ встрѣтиться напр. при ремонте одного изъ котловъ, а также въ болѣе теплое время, когда достаточно бываетъ ограничиться топкой одного только котла.

3) Какъ было уже указано ранѣе, нагревательные приборы слѣдуетъ располагать у наружныхъ стѣнъ, при томъ по возможности ближе къ полу, для достижения болѣе равномѣрной температуры въ помѣщеніяхъ; послѣднее правило относительно расположения приборовъ ближе къ полу справедливо однако лишь для помѣщений с равнинно-невысокихъ и имѣющихъ одинъ свѣтъ по высотѣ; въ помѣщенияхъ же высокихъ,—въ два свѣта по высотѣ, или же имѣющихъ стеклянныи потолокъ, нагревательные приборы слѣдуетъ располагать и въ верхней части помѣщений, а именно подъ верхними окнами или подъ стеклянными потолкомъ, чтобы предупредить сильные падающіе токи воздуха, охлаждающагося около поверхности этихъ оконъ и потолка.

Въ вестибюляхъ, сѣньяхъ, лѣстницахъ и тамбурахъ, вообще въ тѣхъ помѣщенияхъ, где имѣются наружныи двери, нагревательные приборы располагаютъ непосредственно у послѣднихъ для того, чтобы предупредить неприятное ощущеніе врыванія холодного воздуха при открываніи дверей; здесь устанавливаются преимущественно вертикальныи печи.

4) При выборѣ типа нагревательныхъ приборовъ — слѣдуетъ



Черт. 269.

предпочитать приборы съ гладкою поверхностью нагрева, въ особенности для жилыхъ помѣщений, допуская реберные приборы лишь для второстепенныхъ помѣщений; для согреванія воздуха, вводимаго въ помѣщенія для цѣлей вентиляціи,—также слѣдуетъ предпочитать приборы съ гладкою поверхностью нагрева.

5) При распределеніи трубъ для циркуляціи воды можетъ быть примѣнено одинъ изъ способовъ указанныхъ на черт. 246—249, но болѣе удобнымъ слѣдуетъ признать вертикальное расположение трубъ (черт. 247 и 249) съ разводящими горячую воду трубами, проложенными на чердакѣ, или подъ потолкомъ верхнаго этажа, где это допустимо; въ неотапливаемыхъ помѣщенияхъ, а также на чердакѣ, трубы должны быть изолированы отъ охлажденія.

6) Въ каждомъ помѣщении должны быть установлены краны для регулировки температуры этихъ помѣщений, независимо отъ смежныхъ съ ними.

7) Если полная централизованія системы не возможна, напримѣръ при слишкомъ растянутомъ зданіи, то зданіе дѣлится на нѣсколько частей съ устройствомъ для каждой части самостоятельной системы съ отдельными водогрѣвными котлами.

Размѣры частей водяной системы опредѣляются при помощи нижеприведимаго расчета.

Сначала опредѣляется охлажденіе W' , W'' , W''' и т. д. для каждого помѣщенія при наружной температурѣ t по формулѣ (43):

$$W = (F_1 K_1 + F_2 K_2 + F_3 K_3)(T - t) + F_4 K_4(T - t_1) + F_5 K_5(T - t_2),$$

при чёмъ результаты расчета заносятся въ общую таблицу, образецъ которой показанъ ниже.

Номенклатура.	Название помѣщений.	Поверхность изъ кв. метр. охлаждав- шихъ:	Потеря тепла на 1° разн. темп. черезъ поверхность.	Внѣшн. температура.	Всѧ потеря тепла на помѣщ. разнотѣ темп- ператур.	Принятое количество и размѣры на- грѣвателевыхъ приборовъ.	Примѣчанія.

Затмъ, въ зависимости отъ назначения помѣщений, выбираютъ типы нагрѣвателныхъ приборовъ (съ гладкой или реберной поверхностью, горизонтальные или вертикальные) и расчитываютъ потребную поверхность ихъ для каждого помѣщенія; теплота, выдѣляемая нагрѣвателными приборами, передается отъ воды, циркулирующей въ нихъ, къ воздуху помѣщений, при чмъ адѣсъ могутъ встрѣтиться два разныхъ случаи: 1) когда нагрѣвателные приборы оставатся открытыми и 2) когда они закрыты щитами, или установлены въ отдѣльной камерѣ. Въ первомъ случаѣ температура воздуха T —постоянна, температура же воды, по мѣрѣ отдачи теплоты приборомъ,—измѣняется; но такъ какъ измѣненіе это незначительно (обыкновенно не болѣе 3° Ц.), то можно принять ст. достаточную точность, что температура воды равна средней ариѳметической между температурою ея T_0 при входѣ въ нагрѣвателные приборы и t_0 —при выходѣ изъ нихъ; тогда искомая поверхность нагрѣва можетъ быть опредѣлена изъ уравненія:

$$F = \frac{W}{K \left(\frac{T_0 + t_0}{2} - T \right)} \quad \dots \dots (74)$$

гдѣ F —потребная поверхность нагрѣва;

K —коэффиціентъ передачи тепла отъ воды къ воздуху черезъ стѣнки нагрѣвателного прибора.

Во второмъ случаѣ, когда нагрѣвателные приборы закрыты щитами, или расположены въ отдѣльной камерѣ, черезъ которую циркулируетъ комнатный воздухъ, температура воздуха, къ которому передается теплота—также не постоянна: при входѣ въ нижнее отверстіе щита или камеры она равна комнатной температурѣ T , при выходѣ же изъ верхнаго отверстія она значительна выше и принимается обыкновенно равной 40° Ц.; поэтому средняя температура воздуха будетъ $\frac{40 + T}{2}$, а искомая поверхность нагрѣва:

$$F = \frac{W}{K \left(\frac{T_0 + t_0}{2} - \frac{40 + T}{2} \right)} \quad \dots \dots (75)$$

При расчетѣ водяной системы низкаго давленія T_0 принимается равною 90° Ц., а $t_0 = 60$ Ц., при чмъ, если въ помѣщениі устанавливается пѣськолько приборовъ, черезъ которые вода проходитъ послѣ-

довательно, то T_0 —принимается при входѣ въ первый приборъ, а t_0 —при выходѣ изъ послѣднаго прибора.

Что касается до коэффиціента K , то величина его зависитъ какъ отъ материала, изъ котораго слѣдуетъ нагрѣвателный приборъ, такъ и отъ формы и состоянія поверхности его, ибо передача тепла происходитъ адѣсъ одновременно透过儿 черезъ лучепропусканіе и соприкасаніе поверхности нагрѣва съ воздухомъ; величина K можетъ быть опредѣлена по формулѣ (13):

$$K = \frac{1}{\frac{1}{Q_1} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{Q_2}},$$

гдѣ Q_1 —коэффиціентъ передачи тепла отъ воды къ нагрѣвателному прибору, а Q_2 —отъ прибора къ воздуху; принимая во вниманіе, что коэффиціентъ передачи тепла отъ воды къ металлу очень великъ, а толщина стѣнокъ металлическихъ нагрѣвателныхъ приборовъ весьма незначительна, можно принять что $Q_1 = \infty$ и $\frac{e}{\lambda} = 0$; тогда:

$$K = Q_2,$$

то-есть для опредѣлія величины K —можно ограничиться опредѣлениемъ равнозначащей ей въ данномъ случаѣ величины Q_2 , принимая, слѣдовательно, что температура поверхности нагрѣва равняется температурѣ воды. Сказанное примѣнено однако лишь для гладкой поверхности и то лишь для приблизительного расчета, явленіемъ же, происходящимъ при реберной поверхности,—болѣе сложны и для нихъ подобный разсчетъ дастъ невѣрные результаты. Поэтому на практикѣ, при выборѣ коэффиціента K ,—пользуются обыкновенно непосредственными данными, полученными при соответственныхъ испытанияхъ надъ дѣйствіемъ различнаго рода нагрѣвателныхъ приборовъ; въ таблицѣ № 12 (составленной профессоромъ Ритчелемъ) даны такія величины K для разнаго рода нагрѣвателныхъ приборовъ.

Опредѣлить размѣры поверхности нагрѣва, выбираютъ опредѣленіе, типы нагрѣвателныхъ приборовъ и намѣчаютъ число ихъ для каждого помѣщенія, размѣщаю ихъ, какъ уже было указано ранѣе, по возможности подъ окнами и въ углахъ помѣщений; изъ реберныхъ горизонтальныхъ батарей чаще другихъ примѣняются батареи внутреннимъ диаметромъ 0,075 метр. (3 дюйма) съ круглыми ребрами

диаметром 0,225 метр., расположеными на расстоянии 25 мм. одно от другого, но, конечно, могут примыкаться и другие типы; размѣры вертикальных печей были уже указаны ранее (стр. 370); размѣры радиаторов также бывают различны, но болѣе удобными слѣдует признать радиаторы, имѣющие высоту 650 мм., позволяющую свободно помѣщать ихъ въ подъяконной нишѣ.

Далѣе приступаемъ къ расчету трубъ, назначенныхъ для циркуляціи воды, для чего предварительно намѣчаютъ распределеніе ихъ по зданію, руководствуясь указанными, сдѣланными ранѣе; для этой цѣли намѣчаютъ на планахъ зданія положеніе подъемной трубы и распределеніе магистральныхъ трубъ, разводящихъ горячую воду къ отдѣльнымъ стоякамъ (на планѣ чердака или верхняго этажа) и обратныхъ магистральныхъ трубъ, отводящихъ охлажденную воду къ котлу (на планѣ подвала); что касается до циркуляціонныхъ линий, подводящихъ горячую воду къ нагревательнымъ приборамъ, и обратныхъ трубъ отъ нихъ, расположенныхъ на наружныхъ стѣнѣ, то, для болѣе ясного представленія о распределеніи ихъ, слѣдуетъ еще сдѣлать такъ называемую развертку зданія, то-есть внутренній фасадъ всѣхъ наружныхъ стѣнъ; на развертку наносится расположение всѣхъ нагревательныхъ приборовъ и всѣхъ трубъ, расположенныхъ на наружныхъ стѣнѣ, и, такимъ образомъ, развертка даетъ совершенно ясное представленіе о направлѣніи движенія воды по трубамъ всей системы; на той же разверткѣ наносится расходы тепла и размѣры трубъ, постѣ расчета ихъ.

Для вывода формулъ для расчета трубъ примемъ слѣдующія обозначенія: W —количество тепла, которое должна выдѣлить въ 1 часъ вода, протекающая по трубѣ; d —диаметръ трубы въ метрахъ; v —скорость движения воды въ секунду въ метрахъ; T_0 и γ' —температура и плотность воды при входѣ въ нагревательный приборъ; t и γ'' —температура и плотность воды при выходѣ изъ нагревательного прибора.

Очевидно, что количество воды, протекающей по трубѣ въ 1 часъ, должно быть таково, чтобы при охлажденіи ея въ приборѣ отъ T_0 до t —она выдѣлила бы W ед. т., объемъ этой воды будетъ $\frac{\pi d^2}{4} \times v \times 3600$ куб. метр.; зная, что въсѣ 1 куб. метра воды при наибольшей плотности ея, (равной 1,0) равенъ 1000 кгр., теплоемкость ея=1, средняя же плотность воды въ системѣ равна $\gamma' + \gamma''$, получимъ:

$$W = \frac{\pi d^2}{4} \times v \times 3600 \times \frac{\gamma' + \gamma''}{2} \times 1000 \times 1 \times (T_0 - t)$$

отсюда:

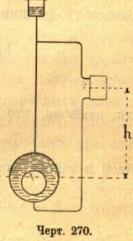
$$v = \frac{W}{\frac{\pi d^2}{4} \times 3600 \times \frac{\gamma' + \gamma''}{2} \times 1000 \times (T_0 - t)} \quad (76)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 W}{\pi v \times 3600 \times \frac{\gamma' + \gamma''}{2} \times 1000 (T_0 - t)}} \quad (77)$$

Плотности воды γ' и γ'' опредѣляются по таблицѣ № 13 въ зависимости отъ температуры водамъ, $T_0 = 90^\circ$ Ц. и $t = 60^\circ$ Ц. и такимъ образомъ въ ур. (76) и (77) остаются лишь двѣ неизвѣстныя величины v и d ; сдѣловательно, задаваясь одной изъ нихъ, можно опредѣлить другую.

Ур. (77) служить обыкновенно для расчета трубъ по заданной скорости движения воды, при чмъ если по трубѣ должна протекать вода для нѣсколькихъ нагревательныхъ приборовъ, то въ ур. (77) вместо W должна быть поставлена сумма количествъ тепла, которымъ должны выдѣлаться всѣми этими приборами.

Для опредѣлѣнія второй зависимости между величинами v и d рассмотримъ сначала наиболѣе простой случай, когда въ системѣ имѣется лишь одинъ нагревательный приборъ (черт. 270). Очевидно, что въ этомъ случаѣ всѣ циркуляціонныя трубы будуть имѣть одинъ и тотъ же диаметръ, такъ какъ по немъ должно протекать одно и то-же количество воды; какъ было указано ранее, движеніе воды по трубамъ происходитъ вслѣдствіе разности давлений столбовъ охлажденной и горячей воды въ обратной и подъемной трубахъ, при чмъ высота этихъ столбовъ h принимается равной вертикальному разстоянію между центрами нагревательного прибора и котла; движеніе воды въ системѣ начнется лишь тогда, когда движущая сила, то-есть разность давлений столбовъ воды, преодолѣтъ сопротивленія движенію, происходящія отъ трения воды о стѣнки трубъ и отъ толчковъ при поворотахъ трубъ, а также вслѣдствіе расширенія при входѣ воды изъ трубы въ нагревательный приборъ.



Черт. 270.

тельный приборъ и съуженія при обратномъ выходѣ воды изъ прибора въ трубу.

Разность давленій столбовъ охлажденной и горячей воды мы можемъ выразить столбомъ воды средней плотности $\frac{\gamma' + \gamma''}{2}$; обозначавъ высоту его черезъ h_1 , получимъ:

$$h\gamma' - h\gamma'' = h_1 \frac{\gamma' + \gamma''}{2}, \text{ откуда:}$$

$$h_1 = h \frac{\gamma' - \gamma''}{\frac{\gamma' + \gamma''}{2}};$$

величина h_1 представляетъ собою высоту напора (высоту избыточного давленія), выраженную въ видѣ столба воды средней плотности $\frac{\gamma' + \gamma''}{2}$ и, очевидно, что при установившемся движениі съ опредѣленной скоростью v —избыточное давление должно тратиться лишь на преодоленіе сопротивленій движенію; слѣдовательно, обозначая коэффиціент тренія черезъ ρ , длину трубопровода съ постояннымъ діаметромъ d черезъ l и сумму мѣстныхъ сопротивленій (толчки отъ ударовъ при поворотахъ, расширеніяхъ и суженіяхъ) черезъ Σr , получимъ;

$$h_1 = h \frac{\gamma' - \gamma''}{\frac{\gamma' + \gamma''}{2}} = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{\rho}{d} l + \Sigma r \right);$$

или, замѣтая, что величина $\frac{\gamma' - \gamma''}{\frac{\gamma' + \gamma''}{2}}$ есть величина постоянная для одной и той-же системы и обозначая ее черезъ a , получимъ:

$$ah = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{\rho}{d} l + \Sigma r \right). \quad (78)$$

Уравненіе (78) даетъ искомую вторую зависимость между скороностью движения v и діаметромъ трубы d .

Въ уравненіи этомъ коэффиціентъ тренія ρ можетъ быть рассчитанъ по формулы Бейсбаха:

$$\rho = 0,01439 + \frac{0,0094711}{V \cdot v};$$

величина ρ при различныхъ скоростяхъ дана въ таблицѣ № 14.

Что касается до мѣстныхъ сопротивленій, то таковыя могутъ быть приняты равными (по Фишеру):

при прямомъ колѣнѣ	1,0
„ закругленномъ колѣнѣ радиусомъ менѣе пяти діаметровъ трубы	0,5
при закругленномъ колѣнѣ радиусомъ болѣе пяти діаметровъ трубы	0.
при двойномъ колѣнѣ	0,8
при внезапномъ значительномъ измѣненіи сече-ния (суженіе или расширение)	1,0
при неизначительномъ измѣненіи сече-ния	0
при вентилѣ открытомъ	0,5—1,0
при кранѣ „	0,1—0,3

Уравненія (77) и (78) служатъ для расчета трубъ въ случаѣахъ, аналогичныхъ изображеному на черт. 270, при чмъ діаметръ трубы опредѣляютъ по ур. (77), задавшись опредѣленіемъ скорости v , по уравненію-же (78) производятъ пропѣрку полученной величины діаметра.

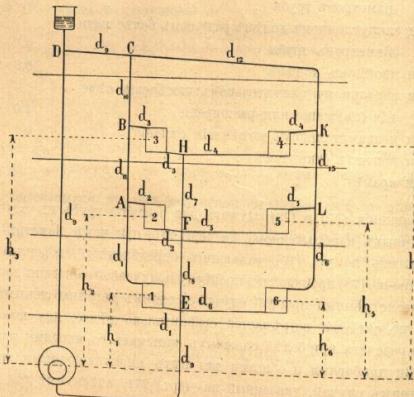
Рассмотрѣнныи простой случай съ однимъ нагревательнымъ приборомъ въ системѣ встрѣчаются сравнительно рѣдко; для выясненія способа расчета при болѣе сложныхъ системахъ со многими нагревательными приборами и общими для нихъ циркуляціонными трубами разсмотримъ случай, указанный на черт. 271; адѣсъ имѣется шесть нагревательныхъ приборовъ 1—6, расположенныхъ въ разныхъ этажахъ, при чмъ часть трубъ является общою для всѣхъ приборовъ; очевидно, что и въ этомъ случаѣ для каждой трубы можно составить уравненіе аналогичное (76), вставивъ въ него соответствующій діаметръ и сумму расходовъ тепла, соответствующихъ данному участку трубы, и обозначая эти величины одинаковыми индексами, такъ для трубы А—1 будеть:

$$V_1 = \frac{W_1}{\frac{\pi d_{10}^2}{4} \times 3600 \times \frac{\gamma' + \gamma''}{2} \times 1000 (T_0 - t_0)};$$

для трубы С В будеть:

$$V_{10} = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{\frac{\pi d_{10}^2}{4} \times 3600 \times \frac{\gamma' + \gamma''}{2} \times 1000 (T_0 - t_0)} \text{ и т. д.}$$

Для каждого прибора мы и здесь можемъ прослѣдить свое замкнутое кольцо циркуляціи, подобное указанному въ первомъ случаѣ; для прибора 1—это кольцо будетъ A1 EDCBA, для прибора 2—A2 FEDCBA, для прибора 5—L5 FEDCKL и т. д.; каждое такое



Черт. 271.

кольцо состоять изъ отдельныхъ участковъ трубъ разныхъ диаметровъ, при чмъ въ каждомъ участкѣ можетъ быть своя скорость и имѣются свои сопротивленія движенію; при установившемся движении сумма высотъ этихъ сопротивленій должна быть, согласно рабѣе сказанному, равна высотѣ напора, то-есть должны имѣть мѣсто слѣдующія равенства:

$$\begin{aligned} ah_1 &= \frac{v_1^2}{2g} \left(\frac{\rho_1}{d_1} l_1 + \Sigma r_1 \right) + \frac{v_2^2}{2g} \left(\frac{\rho_2}{d_2} l_2 + \Sigma r_2 \right) + \frac{v_{10}^2}{2g} \left(\frac{\rho_{10}}{d_{10}} l_{10} + \Sigma r_{10} \right) + \\ &+ \frac{v_{11}^2}{2g} \left(\frac{\rho_{11}}{d_{11}} l_{11} + \Sigma r_{11} \right). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ah_2 &= \frac{v_2^2}{2g} \left(\frac{\rho_2}{d_2} l_2 + \Sigma r_2 \right) + \frac{v_3^2}{2g} \left(\frac{\rho_3}{d_3} l_3 + \Sigma r_3 \right) + \frac{v_4^2}{2g} \left(\frac{\rho_4}{d_4} l_4 + \Sigma r_4 \right) + \\ &+ \frac{v_9}{2g} \left(\frac{\rho_9}{d_9} l_9 + \Sigma r_9 \right) + \frac{v_{10}}{2g} \left(\frac{\rho_{10}}{d_{10}} l_{10} + \Sigma r_{10} \right). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ah_3 &= \frac{v_3^2}{2g} \left(\frac{\rho_3}{d_3} l_3 + \Sigma r_3 \right) + \frac{v_7^2}{2g} \left(\frac{\rho_7}{d_7} l_7 + \Sigma r_7 \right) + \frac{v_8^2}{2g} \left(\frac{\rho_8}{d_8} l_8 + \Sigma r_8 \right) + \\ &+ \frac{v_9}{2g} \left(\frac{\rho_9}{d_9} l_9 + \Sigma r_9 \right) + \frac{v_{10}}{2g} \left(\frac{\rho_{10}}{d_{10}} l_{10} + \Sigma r_{10} \right). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ah_4 &= \frac{v_4^2}{2g} \left(\frac{\rho_4}{d_4} l_4 + \Sigma r_4 \right) + \frac{v_7^2}{2g} \left(\frac{\rho_7}{d_7} l_7 + \Sigma r_7 \right) + \frac{v_8^2}{2g} \left(\frac{\rho_8}{d_8} l_8 + \Sigma r_8 \right) + \\ &+ \frac{v_9}{2g} \left(\frac{\rho_9}{d_9} l_9 + \Sigma r_9 \right) + \frac{v_{12}}{2g} \left(\frac{\rho_{12}}{d_{12}} l_{12} + \Sigma r_{12} \right). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ah_5 &= \frac{v_5^2}{2g} \left(\frac{\rho_5}{d_5} l_5 + \Sigma r_5 \right) + \frac{v_8^2}{2g} \left(\frac{\rho_8}{d_8} l_8 + \Sigma r_8 \right) + \frac{v_9^2}{2g} \left(\frac{\rho_9}{d_9} l_9 + \Sigma r_9 \right) + \\ &+ \frac{v_{12}^2}{2g} \left(\frac{\rho_{12}}{d_{12}} l_{12} + \Sigma r_{12} \right) + \frac{v_{13}^2}{2g} \left(\frac{\rho_{13}}{d_{13}} l_{13} + \Sigma r_{13} \right). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ah_6 &= \frac{v_6^2}{2g} \left(\frac{\rho_6}{d_6} l_6 + \Sigma r_6 \right) + \frac{v_9}{2g} \left(\frac{\rho_9}{d_9} l_9 + \Sigma r_9 \right) + \frac{v_{12}}{2g} \left(\frac{\rho_{12}}{d_{12}} l_{12} + \Sigma r_{12} \right) + \\ &+ \frac{v_{13}}{2g} \left(\frac{\rho_{13}}{d_{13}} l_{13} + \Sigma r_{13} \right). \end{aligned}$$

Эти равенства даютъ вторую зависимость между величинами v и d . Разсматривая эти равенства, мы видимъ, что, придавая скоростямъ разныя значения, мы будемъ получать для одного и того же кольца трубопровода разныя диаметры и слѣдовательно правильность циркуляціи можетъ быть достигнута въ одномъ и томъ же кольце различными комбинаціями диаметровъ и скоростей; въ виду этого разсчетъ трубъ по вышеизложеннымъ уравненіямъ производится обыкновенно при помощи пробныхъ подсчетовъ слѣдующимъ образомъ: сначала опредѣляютъ диаметры всѣхъ трубъ по ур. (77), задаваясь скоростью движения воды въ трубахъ въ предѣлахъ отъ 0,06 метра до 0,1 метра въ секунду, при чмъ нисшіе предѣлы скорости принимаются для трубъ подвала и нижнихъ этажей, а высшіе для трубъ чердака и верхнихъ этажей, а также для подъемной трубы. Расчѣтъ

тавъ такимъ образомъ діаметры трубъ, беруть ближайшіе большіе діаметры имѣющихсяъ въ продажѣ трубъ, руководствуясьъ нижеслѣдующей таблицей:

Газонія трубы, соединяющіяся при помощи муфтъ съ винтовою нарезкою.								
Внутренній диаметръ.	Въ метр.	0,019	0,025	0,032	0,038	0,044	0,051	0,064
	Въ діам. макс.	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5

Патентована труба, соединяющіяся фланцами.								
Внутренній диаметръ.	Въ метр.	0,082	0,094	0,102	0,119	0,131	0,143	0,156
	Въ діам. макс.	3,25	3,75	4,0	4,75	5,25	5,75	6,25

Послѣ этого приступаютъ къ провѣркѣ принятыхъ размѣровъ, для чего составляютъ для каждого колыца уравненія, аналогичны указаннымъ на стр. 392, принимая во вниманіе всѣ сопротивленія, встрѣчающіяся по пути движенія воды. Провѣрка начинается съ прибора, находящагося въ наиболѣе невыгодныхъ условіяхъ, т. е. наиболѣе удаленнаго отъ котла и расположенного въ нижнемъ этажѣ (приборъ № 6 на черт. 271); если, послѣ подстановки численныхъ величинъ въ уравненіе для этого прибора и производства дѣйствій, указанныхъ знаками, окажется, что высота напора (*ah*) болѣе суммы высот сопротивленій (вторая часть уравненія) на 10—15 процентовъ, то принятые размѣры диаметровъ можно считать удовлетворительными; если же получится запасъ болѣе 15%, то диаметръ одного изъ участковъ трубъ слѣдуетъ уменьшить такимъ образомъ, чтобы занять получился въ предѣлахъ 10%—15%; наконецъ, если высота напора окажется менѣе суммы высот сопротивленій, то диаметръ одного изъ участковъ трубъ слѣдуетъ соответственно увеличить; проще всего измѣнять для этой цѣли диаметры стояковъ. Полученные такимъ образомъ размѣры считаются окончательными и разсчитанное колыцо принимаютъ за магистраль, считая остальную трубу, какъ отвѣтвленіе отъ магистрали. Составляя для слѣдующаго колыца подобное же уравненіе, измѣняютъ въ случаѣ избытка или недостатка высоты напора лишь диаметръ отвѣтвленій, оставляя диаметры рапѣе разсчитанныхъ трубъ магистрали — неизмѣнными и добиваясь и въ этомъ случаѣ,

чтобы въ высотѣ напора былъ запасъ до 10%—15%; подобнымъ же образомъ поступаютъ со всѣми остальными трубами системы.

Такимъ образомъ подробный расчетъ сѣти трубъ, въ общемъ весьма простой, требуетъ значительную трату времени на мелочные подсчеты всѣхъ мѣстныхъ сопротивленій; для облегченія этихъ подсчетовъ профессоръ Ригчель (разработавший вышеуказанный расчетъ) составилъ подобную таблицы, въ которыхъ указаны величины $\frac{v^2}{2g} \times \frac{\rho}{d} \times 1$ и $\frac{v^2}{2g} \Sigma g$ — для различныхъ скоростей, диаметровъ и сопротивленій; пользованіе этими таблицами значительно сокращаетъ время, потребное на расчетъ.

Въ заключеніе слѣдуетъ указать, что разница между диаметрами, опредѣленными предварительно по ур. (77) и полученными послѣ провѣрки на высоту напора — обыкновенно бываетъ не особенно значительна; поэтому, если требуется опредѣлить размѣры трубъ лишь для составленія сѣти на отопленіе, то можно ограничиться первымъ разсчетомъ по ур. (77); для исполненія же системы въ натурѣ — всегда слѣдуетъ производить вышеуказанную проверку диаметровъ на высоту напора, чтобы имѣть полную уѣверенность въ правильности дѣйствія системы.

Затѣмъ переходять къ разсчету водогрѣйного котла; послѣдній служитъ одновременно для двоихъ цѣли: 1) для согрѣванія воды и 2) для увеличенія тепловой способности системы, въ зависимости отъ чего и расчетъ его долженъ быть двойкій — на определеніе потребной поверхности нагрева и на определеніе объема воды въ котѣ, служащей для увеличенія тепловой способности системы.

Водяная система низкаго давленія примѣняется преимущественно для отопленія жилыхъ помѣщений, потому ей слѣдуетъ придавать такую тепловую способность, которая давала бы возможность дѣлать даже при значительныхъ морозахъ изѣкторы перерывъ между топками; обыкновенно разсчетъ производится при условіи, чтобы при наружной температурѣ -15° Ц. возможно было бы производить топку два раза въ сутки, продолжительностью каждый разъ около 6 час., дѣлать перерывы между топками также около 6 часовъ; очевидно, что поверхность нагрева котла должна быть достаточна для восприятія тепла въ такомъ количествѣ, чтобы къ концу топки въ системѣ получился бы запасъ тепла, достаточный на весь промежутокъ между топками; по-

этому, обозначая продолжительность топки через n , а промежутка между топками через m часовъ, получимъ, что количество тепла, передающееся въ 1 часъ отъ продуктовъ горѣнія къ водѣ котла, должно быть $\frac{(m+n)W_0}{n}$, где W_0 —часовой расходъ тепла въ системѣ, вычисленный при наружной температурѣ -15°C .^{*}

Обозначая количество тепла, передающееся отъ продуктовъ горѣнія къ водѣ черезъ 1 кв. метръ поверхности нагрѣва, черезъ n_0' ед. т. и считая поверхность нагрѣва равной поверхности прогарной трубы, сложенной съ половиною поверхности наружнаго корпуса котла, получимъ:

$$\pi \left(d + \frac{D}{2} \right) l \times n_0' = \frac{(m+n)W_0}{n} \quad \dots \dots \quad (79);$$

величину n_0' принимаютъ равной для цилиндрическихъ котловъ 8000 ед. т. для котловъ съ наполнительными конусами и водогуттуровыхъ 7000 ед. т.

Далѣе задаются диаметромъ котла D въ предѣлахъ 1,8—0,9 метр. и диаметромъ прогарной трубы d въ предѣлахъ 0,9—0,5 метр. и опредѣляютъ изъ уравненія (79) длину котла l .

Полученные такимъ образомъ размѣры котла должны быть прѣвѣнены еще на теплоемкость, постѣднія должна быть такова, чтобы ко времени окончанія топки запасъ тепла въ всей системѣ былъ достаточенъ для поддергивания равномѣрной температуры въ помѣщеніяхъ въ теченіе всего промежутка между топками; опыты показали, что равномѣрность температуры въ помѣщеніяхъ не нарушается замѣтно, если вода въ системѣ охлаждается въ теченіе промежутка на 30°C , поэтому топку котла производятъ обыкновенно такимъ образомъ, чтобы къ концу топки вода въ котлѣ была перегрѣта на 15° выше нормальной, при чѣмъ къ концу промежутка она охлаждается на 15° ниже нормальной; источникомъ, выдѣляющимъ тепло во время перевѣза между топками, служитъ во-первыхъ вода въ системѣ, а во-вторыхъ обмуровка котла, при чѣмъ запасъ тепла, заключающейся въ обмуровкѣ, принимается равнымъ 50% запаса, имѣющагося въ водѣ котла.

^{*}) Если расчитываемый котелъ служитъ и для подогрева воздуха для пѣней вентиляціи, то въ величину W_0 —должны входить расходы тепла на охлажденіе помѣщеній, на подогреваніе воздушного воздуха и на увлажненіе его, расчитанное на наружную температуру -15°C , а также и расходъ тепла на подогреваніе извлекаемаго воздуха.

Сообразно вышесказанному, для достиженія потребной теплоемкости должно быть соблюдено слѣдующее неравенство:

$$(L + 0,5L + L_1) \times 1000 \times 30 \geq mW_0, \text{ где:}$$

L —объемъ воды въ котлѣ;

L_1 —объемъ воды въ остальныхъ частяхъ системы;

1000—вѣсъ 1 куб. метра воды въ килограммахъ;

m —число часовъ промежутка между топками;

W_0 —часовой расходъ тепла въ системѣ, вычисленный при наружной температурѣ -15°C .

Опредѣляя отсюда L , получимъ:

$$L \geq \frac{mW_0}{1000 \times 30 \times 1,5} - \frac{L_1}{1,5} \text{ куб. метр.} \quad \dots \dots \quad (80)$$

Если при полученныхъ ранѣе размѣрахъ котла неравенство (80) удовлетворяется, то расчѣт котла считаются оконченнымъ и принятые размѣры правильными; если же первая часть неравенства окажется менѣе второй, то или увеличиваютъ соотвѣтственно размѣры котла или же вводятъ въ систему особые резервуары съ водой, увеличивая такимъ образомъ L_1 ; при отсутствіи такихъ резервуаровъ величину L_1 (объемъ воды въ трубахъ и нагрѣвателныхъ приборахъ) принимаютъ обыкновенно равной 0,10 Л.

Поддувало, топочная решѣтка и дымовая труба расчитываются также какъ и для калориферовъ большой теплоемкости по ур. (70)—(72), замѣнивъ въ нихъ W_0 — величину $\frac{(m+n)W_0}{n}$.

Наконецъ объемъ расширителнаго сосуда расчѣтывается на основаніи условія, чтобы наибольшее приращеніе воды отъ расширепія вслѣдствіе возвышенія температуры ея во время топки—не превышало бы половины расширителнаго сосуда; это возвышеніе температуры, какъ уже было указано, составляетъ 30°C , поэтому объемъ расширителнаго сосуда долженъ быть:

$$L_0 = 2(L + L_1) \times \alpha \times 30 \text{ куб. метр.} \quad \dots \dots \quad (81),$$

гдѣ: L_0 —объемъ расширителнаго сосуда;

$\alpha = 0,000468$ —коэффиціентъ расширепія воды.

Расширителнаго сосуда обыкновенно дѣлается цилиндрическій, при чѣмъ диаметръ его слѣдуетъ принимать не менѣе 0,5 метра.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАКИ ВОДЯНОЙ СИСТЕМЫ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ.

Водяная система низкого давления может быть признана въ настоящее время одною изъ лучшихъ системъ для отопления жилыхъ помѣщений и для означенной цѣли примѣняется преимущественно предъ другими системами; система эта имѣетъ слѣдующія главныя достоинства:

1) Температура воды, а слѣдовательно и повѣрхностей нагрева при водяной системѣ низкаго давленія бываетъ обыкновенно въ среднемъ около 60° — 70° Ц., поэтому на этихъ поверхностяхъ не можетъ проходить пригорание посыпающейся въ воздухѣ пыли, способствующее портъ воздуха въ помѣщениихъ.

2) Система эта, при большой теплопемкости, даетъ полную возможность поддерживать въ помѣщениихъ равномѣрную температуру, даже при значительныхъ перерывахъ между топками.

3) При размѣщении нагревательныхъ приборовъ у охлаждающихся поверхностей, при томъ въ нижней части помѣщений,—достигается равномѣрность температуры какъ въ горизонтальномъ, такъ и въ вертикальномъ направлениихъ.

4) Регулировка температуры въ отдѣльныхъ помѣщениихъ легко достигается при помощи соотвѣтственно расположенныхъ крановъ.

5) Централизованіе системы гораздо значительное, нежели при водушиной системѣ и даетъ возможность располагать нагревательные приборы даже на разстояніи свыше 75 метровъ отъ котла.

6) Система даетъ полную возможность центрального регулированія температуры въ отапливаемыхъ помѣщениихъ.

7) Коефиціентъ полезнаго дѣйствія системы достаточно великъ (до 80%).

8) Приборы, назначенные для согрѣванія свѣжаго воздуха для цѣлей вентиляціи, нагреваются водою изъ того же котла, который служитъ для отопленія, но въ то же время въ случаѣ надобности могутъ быть выдѣляемы изъ системы при помощи соотвѣтственныхъ крановъ; такимъ образомъ отопленіе и вентиляція помѣщений, находясь во взаимной связи, могутъ въ то же время тѣстовать и самостотельно.

Къ недостаткамъ системы слѣдуетъ отнести главнымъ образомъ

ея сравнительно высокую стоимость, а затѣмъ возможность образованія течи въ стыкахъ трубъ и возможность замерзанія воды въ нѣкоторыхъ частяхъ системы, расположенныхъ въ холодныхъ помѣщениихъ, въ случаѣ продолжительного перерыва между топками.

Сравнительно высокая стоимость водяной системы въ значительной степени компенсируется однако экономіе въ расходѣ топлива при умѣломъ уходѣ за системою, а также экономіе въ мѣстѣ, занимаемомъ нагревательными приборами, не говоря уже о выгодахъ въ гигиеническомъ отношеніи; что касается до возможности течи въ стыкахъ трубъ, то при гидравлической работе и при производствѣ предварительной пробы всего трубопровода на двойное давленіе, возможность образования такой течи въ дальнѣйшемъ весьма мала и во всякомъ случаѣ течь эта можетъ быть легко прекращаема; наконецъ замерзаніе воды не можетъ имѣть мѣста въ жилыхъ помѣщениихъ, гдѣ, очевидно, температура не можетъ опуститься ниже 0° ; подобное замерзаніе можетъ иногда происходить въ камерахъ для согрѣванія наружного воздуха при значительномъ притокѣ послѣдн资料 во время перерыва между топками, но при установкѣ въ такихъ камерахъ приборовъ большой теплопемкости и эта опасность вполнѣ уничтожается.

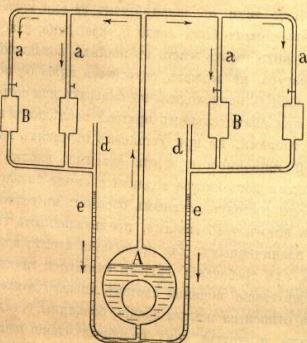
Рассматривая достоинства водяной системы низкаго давленія, мы видимъ, что они состоятъ главнымъ образомъ въ возможности вполнѣ удовлетворить всѣмъ требованиямъ, предъявляемымъ гигиеною къ помѣщениямъ, назначеннымъ для пребыванія людей; поэтому во всѣхъ сооруженіяхъ, гдѣ требованій гигиены считаются главными, слѣдуетъ отдавать предпочтеніе водяной системѣ низкаго давленія; къ такимъ сооруженіямъ относятся жилыя зданія, больницы, багажныя, пріюты, тюрьмы, школы и другія тому подобныя зданія общественнаго назначения.

Паровое отопление низкаго давленія.

Количество тепла, необходимое для превращенія 1 килограмма воды при 0° въ паръ при T° , согласно формулѣ Реньо, равно: $W = 606,5 + 0,305 T_1$ ед. т.; изъ этого количества—самостоянно на нагреваніе воды до температуры T_1 требуется T_1 ед. тепла, остальная же часть его $606,5 + 0,305 T_1 - T_1$ расходуется на превращеніе воды въ парообразное

состояніе и называется скрытою теплотою испаренія, такъ какъ поглощается паромъ безъ повышенія его температуры; при обратномъ превращеніи пара въ воду—вся скрытая теплота выдѣляется паромъ. Этимъ свойствомъ пара, а также его большомъ подвижности и пользуются для цѣлей отопленія, разводя паръ изъ парового котла по трубамъ и приборамъ, расположеннымъ въ отапливаемыхъ помѣщеніяхъ, и превращая его здѣсь въ воду.

Общая схема болѣе простой системы парового отопленія показана на черт. 272; здѣсь А—паровой котелъ, паръ отъ которого проводится по трубамъ *a*, а къ нагрѣвателнымъ приборамъ В, установленнымъ

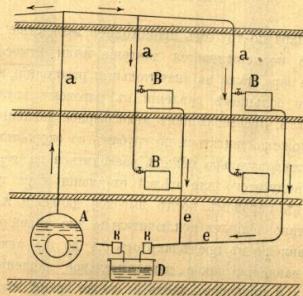


Черт. 272.

въ отапливаемыхъ помѣщеніяхъ; образующаяся въ приборахъ конденсационная вода стекает по трубкамъ *e*, *e* въ нижнюю часть котла; для большаго выдѣленія тепла нагрѣвателными приборами—паръ долженъ заполнить ихъ и вытеснить находящійся въ нихъ воздухъ, для отвода которого служат трубки *d*, *d*, сообщающіеся съ атмосферою, или же съ особымъ резервуаромъ для воздуха.

Такъ какъ трубы *e*, *e*, отводящія воду въ котель, имѣютъ въ

верхней части соединеніе съ атмосферою, то вода въ нихъ, подъ влияніемъ давленія пара въ котлѣ, всегда будетъ стоять выше, чѣмъ въ послѣднемъ и при низкомъ расположении нагрѣвателныхъ приборовъ можетъ заливать ихъ, вслѣдствіе чего будетъ уменьшаться количество передаваемой ими теплоты, поэтому вышеописанная простѣйшая система парового отопленія можетъ быть примѣняема лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда есть возможность установить паровой котель на столько ниже нагрѣвателныхъ приборовъ, что опасность заполненія ихъ конденсационной водой будетъ совершенно устранена, при невозможности же этого, что и бываетъ въ большинствѣ случаевъ, конденсационная вода не можетъ быть отводима непосредственно въ котель;



Черт. 273.

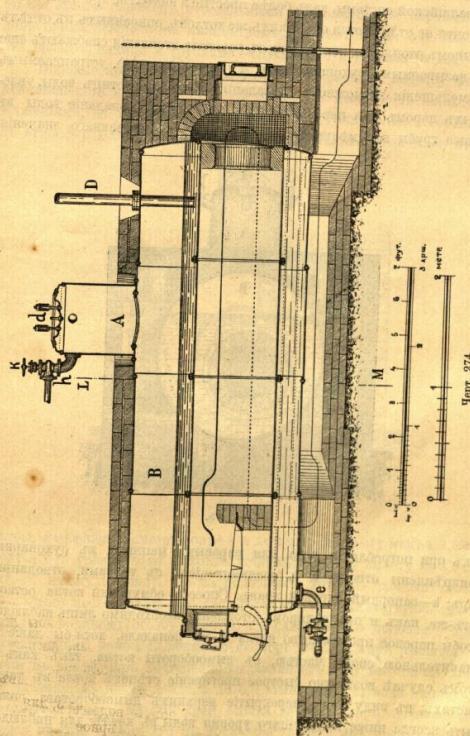
въ этихъ случаяхъ конденсационная вода отводится въ водосточныхъ трубахъ, или же поступаетъ въ особый резервуаръ—въ котельномъ помѣщеніи, откуда снова перекачивается въ котель, служа такимъ образомъ для дальнѣйшаго его питанія; послѣдний способъ даетъ значительную экономію топлива, такъ какъ въ горячей конденсационной водѣ остается еще большое количество тепла, да кромѣ того вода эта не способствует уже увеличенію накипи на стѣнкахъ парового котла. На черт. 273 показана въ общихъ чертахъ подобная система парового отопленія, различающаяся отъ ранѣе описанной тѣмъ, что конденсационная

вода изъ нагревательных приборов поступает по трубкамъ *e*, *e* въ приборы *и*, насыщающіеся конденсационными горшками и устроенные такимъ образомъ, что изъ нихъ можетъ вытекать только вода, проникшій-же въ нихъ паръ не можетъ выходить изъ нихъ; вода изъ конденсационныхъ горшковъ отводится въ сборный резервуар *D*, а изъ послѣдняго перекачивается въ котель при помощи насоса или какого либо другаго приспособленія. Кромѣ указанныхъ главныхъ частей система снабжается еще второстепенными частями въ видѣ крановъ различного рода, компенсаторовъ и проч.

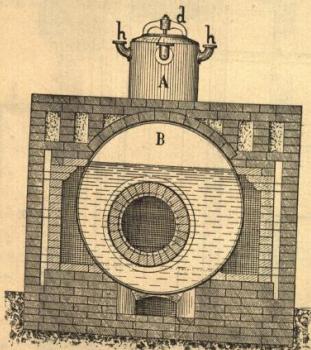
Паровые котлы.

Движеніе пара по трубамъ происходитъ вслѣдствіе того, что въ паровомъ котлѣ поддерживается давление выше атмосфернаго, при чѣмъ разведеніе пара, даже на значительныя разстоянія, возможно при сравнительно не большомъ давленіи въ паровомъ котлѣ; такъ при давленіи въ котлѣ, превышающемъ атмосферное давление на 0,5 атмосферы, паръ можетъ двигаться по трубамъ со скоростью 30 метровъ въ секунду и съдовательно можетъ разводиться на весьма большія разстоянія; въ виду этого для цѣлей отопленія нѣть необходимости поддерживать въ паровомъ котлѣ высокое давление и обыкновенно въ котлахъ, установленныхъ исключительно для цѣлей отопленія, поддерживается давленіе въ предѣлахъ отъ 0,1 до 0,5 атмосферъ выше атмосферного давленія; такое незначительное давление, гарантитуя прочность трубъ и приборовъ, даетъ въ то же время возможность безопаснаго установки парового котла даже подъ жилыми помѣщеніями.

Системы паровыхъ котловъ разнообразны, но преимущество слѣдуетъ отдавать котламъ, вмѣшающимъ въ себѣ большое количество воды, такъ какъ при этомъ парообразованіе будетъ происходить достаточно равномѣрно, даже и при случайному усиленіи горѣнія топлива въ топливникахъ; при малыхъ-же объемахъ воды въ котлѣ—подобное усиленіе горѣнія, быстро усиливая парообразованіе, также быстро увеличиваетъ и давленіе пара въ котлѣ, нарушая такимъ образомъ равномѣрность дѣйствій всей системы, почему въ этихъ случаяхъ приходится принимать еще особыя мѣры для автоматического регулирования горѣнія топлива.



Чаще всего для парового отопления примыкаются паровые котлы Корнвальской системы, какъ болѣе простые и наиболѣе прочные; котлы эти почти не отличаются отъ такихъ же котловъ, описанныхъ въ отдѣлѣ о водяномъ отопленіи; иногда котель парового отопленія снабжаютъ еще такъ называемымъ сухопарникомъ А (черт. 274—276), устраиваемымъ для уменьшения возможности попаданія въ трубы частицъ воды, увеличаемыхъ паромъ при парообразованіи, хотя такое попаданіе воды въ паровыя трубы не имѣть уже столь существеннаго значенія,

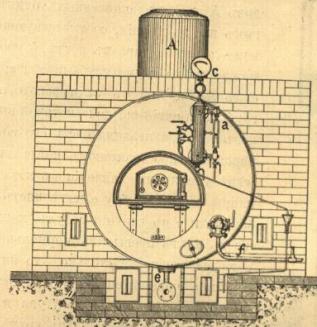


Черт. 275.

какъ при потребленіи пара для паровыхъ машинъ; къ сухопарнику паръ; k—запорный паровой кранъ. Способъ обмуровки котла остается тотъ-же, какъ и при водяномъ отопленіи, необходимо лишь наблюдать, чтобы паровое пространство котла В не попадало, хотя бы даже незначительной своею частью, въ дымообороты котла, такъ какъ въ этомъ случаѣ возможно быстрое прогараніе стыковъ котла въ такихъ частяхъ; въ виду этого перекрытие верхнихъ дымооборотовъ должно быть всегда ниже напиншаго уровня воды въ котлѣ; для наблюдения за уровнемъ воды въ котлѣ служить водомѣрное стекло а, верхняя

часть котораго сообщена съ паровымъ пространствомъ котла, а нижняя съ пространствомъ, заполненнымъ водой. Кромѣ водомѣрного стекла котель снабженъ и остальными обычными для паровыхъ котловъ принадлежностями: манометромъ с, лазомъ б для очистки котла отъ грязи и накипи и трубками—спускною е и наполнительной f.

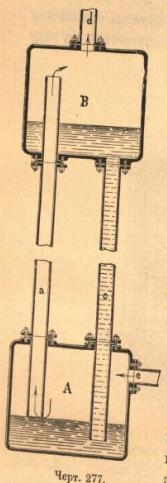
Паровые котлы низкаго давленія не подлежатъ надзору фабричной инспекціи и допускаются къ установкѣ даже подъ жилыми постройками, но при этомъ, согласно закону, они должны сообщаться съ атмосферою посредствомъ открытой вертикально опущенной въ воду



Черт. 276.

трубы, имѣющей диаметръ болѣе $3\frac{1}{2}$ дюймовъ и высоту менѣе 2,5 саж., считая отъ уровня воды въ котлѣ; устанавливая эту высоту въ 2,5 саж., законъ имѣть въ виду, что въ подобныхъ котлахъ давленіе никогда не должно превосходить 0,5 атмосферъ, что и соотвѣтствуетъ приближительно водяному столбу высотою 2,5 саж.; начало подобнаго предохранительного стояка D показано на черт. 274; по мѣрѣ развитія давленія въ котлѣ паръ постепенно выдавливаетъ воду въ стоякъ, когда же давленіе въ котлѣ дойдетъ до 0,5 атмосферъ, то вода начнетъ переливаться черезъ верхній край стояка до тѣхъ поръ, пока не обнаружится нижній конецъ его въ котлѣ, послѣ чего изъ послѣдняго нач-

неть выходить по стояку паръ и давлениѣ въ котлѣ само собою упадеть. Подобное выбрасываніе кипящей воды изъ стояка очень опасно однако для лицъ, находящихся въ это время около него, въ виду чего верхній конецъ его обыкновенно загибають и оканчиваютъ наѣ раковиной, но и при такомъ устройствѣ возможно обжиганіе горячеводою лицъ, находящихся вблизи раковины.

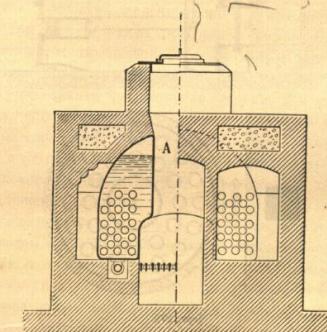
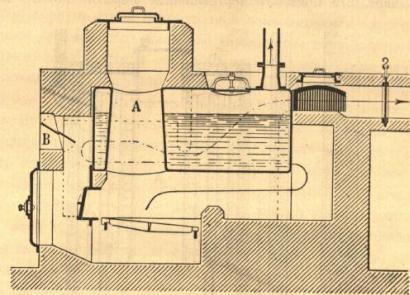


Черт. 277.

Гораздо болѣе цѣлесообразенъ основанный на томъ-же принципѣ приборъ, показанный на черт. 277; приборъ состоить изъ двухъ сосудовъ А и В, расположенныхъ одинъ надъ другимъ на разстояніи, соотвѣтствующемъ потребному давленію пары въ котлѣ, и сообщающихся между собою двумя трубами е и с; верхній сосудъ сообщается съ атмосферою при помощи трубы д, нижній-же до изѣктора высоты заполненъ водой, а верхняя часть его сообщается съ паровымъ пространствомъ котла трубкою е; по мѣрѣ увеличенія давленія въ котлѣ паръ, входящий черезъ трубку е, вытѣсняетъ воду по трубамъ а и съ въ верхній сосудъ, когда-же давлениѣ въ котлѣ превыситъ нормальное,—вода будетъ вытѣснена на столько, что нижній конецъ трубы а обнажится и паръ начнетъ выходить по ней въ сосудъ В, а оттуда въ атмосферу, вслѣдствіе чего давлениѣ въ котлѣ начнетъ понижаться; постѣ того, какъ установится нормальное давлениѣ—вода изъ верхнаго сосуда снова перельется въ нижній по трубкѣ с. Приборъ этотъ дѣйствуетъ очень точно и устраиваетъ всяющую опасность выбрасыванія кипящей воды.

Другой типъ горизонтальнаго парового котла съ внутренними дамогарнными трубками, вмѣщающими въ себѣ также сравнительно значительное количество воды, показанъ на черт. 278; котелъ сконструированъ такимъ образомъ, что большая часть поверхности его соприкасается съ продуктами горѣнія, вслѣдствіе чего быстрота парообразованія въ значительной мѣрѣ усиливается; котелъ снабженъ наполнительнымъ конусомъ А, дающимъ возможность закладывать въ

топку топливо съ запасомъ на нѣсколько часовъ, что въ извѣстной мѣрѣ гарантируетъ непрерывность дѣйствія отопленія; воздухъ, не-

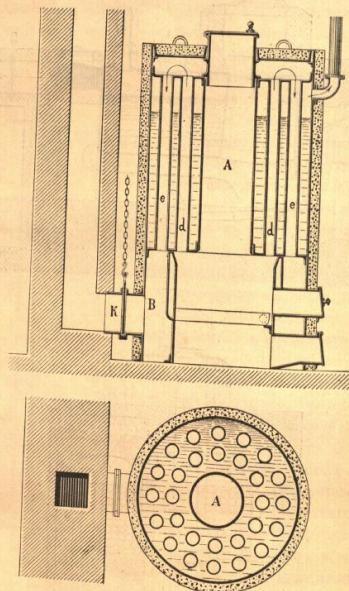


Черт. 278.

обходимый для горѣнія топлива, поступаетъ черезъ отверстіе В, въ которомъ установленъ клапанъ на средней оси для регулированія

количество притекающего воздуха; ось клапана может быть соединена с регулятором горения.

На черт. 279 показан вертикальный паровой котел низкого



Черт. 279.

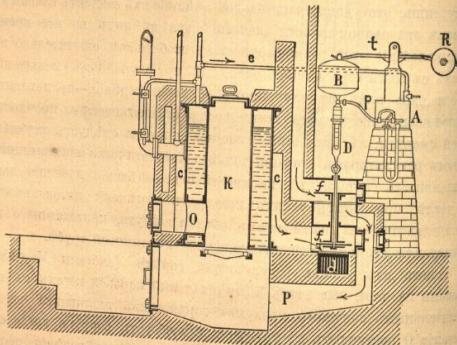
давления системы Кеферле, снабженный наполнительным конусом А и дымогарными трубками д, е, проходящими через водяное пространство котла; продукты горения поступают из топливника во внутренний ряд дымогарных трубок а, откуда переходят в наруж-

ный ряд таких же трубок е, опускаются в сборный дымоход В (вокруг топливника) и патрубком К отводятся в дымовую трубу; наружный корпус котла покрыт теплоизолирующей массой.

Выше указаны лишь наибольшие характеристики паровых котлов, применившихся для отопления; в последнее время начинают применяться также чугунные котлы из элементов, подобные описанному в отдельности в водяном отоплении (черт. 244), и многие другие системы. Не останавливаясь более на системах паровых котлов, укажу лишь, что удовлетворительное действие их зависит главным образом от равномерности давления пара в них во все времена топки; колебание этой равномерности в особенности опасительно в котлах с малым объемом воды, где, при случайном уменьшении расхода пара или при случайном увеличении горения,—происходит быстрое повышение давления, всегда временно отражающееся на прочности системы; в виду этого такие котлы всегда следят снабжать особым регулятором горения топлива, автоматически изменяющим интенсивность горения в зависимости от изменения давления пара в котле; при всех таких приборах изменение интенсивности горения достигается изменением объема воздуха, притекающего к топливу или же прикрытием задвижки в дымовой трубе.

Один из таких регуляторов горения (системы Мартини) показан на черт. 280; здесь К вертикальный паровой котел с наполнительным конусом; продукты горения из топливника через отверстие О поступают в круговой дымооборот вокруг котла с, а затем удалаются в дымовую трубу ф; воздух для горения поступает под тонкую решетку через канал Р. Регулятор горения состоит из следующих частей: А—чугунная коробка, частью заполненная водой и соединенная сверху с паровой трубой е; нижняя часть коробки А соединена резиновой трубкой р с резервуаром В, подвешенным к ручагу т, имеющему на другом конце передвижной груз R; резервуар В помощью штанги D соединен с тарелочными клапанами, закрывающими дымовую трубу и приток воздуха в поддувало; при повышении давления в котле пар, поступающий по трубке е, вытесняет часть воды из коробки в резервуар В, вследствие чего последний опускается, закрывая клапанами т, т, дымовую трубу и приток воздуха в поддувало и уменьшая таким образом горение.

Другой типъ регулятора горѣнія системы Бехемъ и Постъ показанъ на черт. 281; онъ состоить изъ широкой трубы а, подвѣшенной къ рычагу съ противовѣсомъ р, а внизу соединенной съ тарелочнымъ клапаномъ д, закрывающимъ притокъ воздуха къ поддувалу; въ нижнюю часть трубы а налита ртуть, въ которую входитъ конецъ паропроводной трубы к, загнутый кверху; въ случаѣ увеличенія давленія паръ вытѣсняетъ изъ трубы къ часть ртути въ широкую трубку а,



Черт. 280.

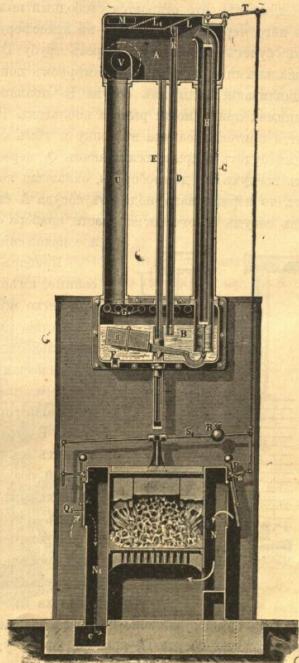
вследствіе чего въѣзъ послѣдней трубы увеличивается и она опускается, прикрывая доступъ воздуха къ поддувалу и ослабляя такимъ образомъ горѣніе.

На черт. 282 показанъ приборъ Кертинга, представляющій собою соединеніе регулятора горѣнія топлива съ предохранительнымъ стоякомъ; приборъ состоить изъ двухъ сосудовъ А и В, изъ которыхъ нижний соединенъ съ водянымъ пространствомъ котла отверстіемъ F, а съ паровымъ—рядомъ отверстій G; труба И ведетъ паръ въ главный паропроводъ и не сообщается съ сосудомъ А. Сосуды А и В соединены между собою предохранительнымъ стоякомъ С, имѣющимъ сѣченіе,

требующееся закономъ, и трубами: 1) Е, начинающеся у дна сосуда А и 2) Д,—нижний конецъ которой опущенъ въ воду, а верхній снабженъ сигнальнымъ свисткомъ К. Въ нижнемъ сосудѣ В помѣщается рычагъ, на лѣвомъ концѣ которого укрѣпленъ тяжелый поплавокъ С а на правомъ—трубчатый поплавокъ Н (внутри предохранительного стояка С); поплавокъ Н помошь рычаговъ Т и S₁, соединенныхъ цѣльно, приводитъ въ движение клапанъ а на отверстіи, приводящемъ воздухъ къ поддувалу, и клапанъ Q₁ на отверстіи, приводящемъ воздухъ въ дымооборотъ котла; постѣднѣе отверстіе, при нормальному въ котлѣ дав-

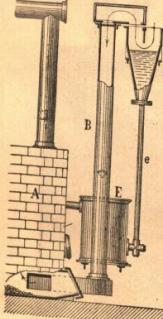


Черт. 281.



Черт. 282.

ленії, должно быть закрыто клапаномъ Q₁, для чего служить пер-
движной грузъ R. Если давлениемъ въ котлѣ поднимется выше нормаль-
наго, то давлениемъ пара вода начнетъ выдавливаться изъ сосуда B
въ сосудъ A по трубѣ C, пока не обнаружится нижнее отверстіе послѣдней
трубы, послѣ чего откроется свободный выходъ пара въ сосудъ A, а
изъ него черезъ отверстіе M—въ атмосферу; одновременно съ этимъ
паръ будетъ выходить и черезъ трубу D, предупреждая истолкника
сигналными свистками о чрезмѣрномъ повышеніи давлениі; по мѣрѣ
выдавливанія воды изъ сосуда B—поплавокъ S будетъ опускаться,
поднимая при помощи ручага поплавковъ H, вслѣдствіе чего умень-
шится притокъ воздуха въ топку и тѣмъ ослабится горѣніе; въ то же
время будетъ открываться клапанъ Q₁, черезъ который начнетъ посту-
пать воздухъ въ дымооборотъ, охлаждая котелъ. Когда давлениіе упа-
детъ до нормальнаго, вода изъ сосуда A снова перельется по трубѣ
E въ сосудъ B, отчего всѣ части прибора снова придутъ въ нормаль-
ное положеніе.



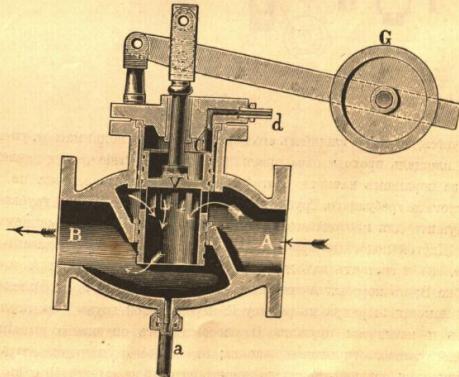
Черт. 283.

Приборъ этотъ, какъ и ранѣе описаныіе, имѣетъ въ себѣ подвижныіе ча-
сти, легко могущія подвергаться порѣ, вслѣдствіе чего возможно нарушеніе
правильности дѣйствія системы. На черт. 283 показанъ болѣе простой приборъ
Кеффера, назначенный также для регулированія горѣнія топлива; здесь A—ко-
телъ, B—труба, по которой притекаетъ
воздухъ къ поддувалу, D—воронко-об-
разный сосудъ, соединенный трубой e
съ волнистымъ пространствомъ котла, E—
сосудъ для осажденія грязи изъ воды;
при увеличеніи давлениія въ котлѣ—вода
изъ послѣдняго вытѣсняется въ сосудъ
D, уменьшая вмѣстѣ съ тѣмъ проходъ
воздуха къ поддувалу, тѣмъ и ослаб-
ляется горѣніе; давление въ котлѣ зависістъ при этомъ отъ высоты
расположенія сосуда D; приборъ этотъ удобенъ тѣмъ, что въ немъ
нѣть подвижныхъ, часто портиящихся, частей.

Регуляторы давлениія пара.

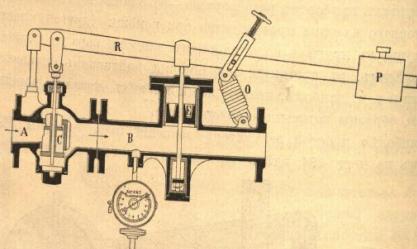
Если при отапливаемыхъ зданіяхъ устанавливаются или имѣются
для какой-либо цѣли паровые котлы высокаго давлениія, то паръ для
отопленія можетъ быть взятъ и отъ этихъ котловъ, при чёмъ для со-
отвѣтственнаго уменьшенія давлениія въ трубахъ и приборахъ отопле-
нія—паръ этотъ долженъ предварительно пройти чеरезъ особые регу-
ляторы давлениія пара (редукціонные клапаны), перерабатывающіе паръ
высокаго давлениія въ паръ низкаго давлениія; всѣ подобныіе приборы
основаны на уменьшеніи упругости пара при его расширѣніи. Кон-
струкція этихъ приборовъ разнообразна,—въ однихъ изъ нихъ движение
регуляторнаго клапана производится при помощи упругой пластинки
и пружины, въ другихъ подъ вліяніемъ давлениія пара на поршень съ
противовѣсомъ, въ третьихъ при помощи поплавковъ, плавающихъ
въ ртути и т. д.; наиболѣе практичными изъ нихъ оказались поршневые
клапаны, образцы которыхъ описаны ниже.

Наиболѣе простой регуляторъ давлениія пара, системы Мейера,
показанъ на черт. 284; здесь паръ входитъ со стороны отверстія A и,



Черт. 284.

проходит через узкие прорезы пустотелого поршня V, выходит через B; уменьшение давления происходит вследствие выхода пара из узких прорезей в расширенную часть прибора, при чем величина свободной площади прорезей, а следовательно и степень изменения давления зависят от движения поршня вверх и вниз; движение это происходит под влиянием давления пара на поршень снизу, чему противодействует давление рычага с грузом G,—величина же последнего давления регулируется передвижением груза G по рычагу; при этом, если в части B будет развиваться давление большее, чём

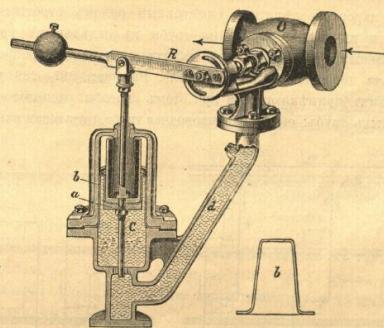


Черт. 285.

требуется, то под влиянием его поршень начнет подниматься, уменьшая площадь прохода пара через прорези, вследствие чего и давление его за поршнем начнет соответственно уменьшаться, пока не достигнет до требуемого. Трубка а соединяется с манометром, трубка же d служить для прохода воздуха в пространство С над поршнем.

Другой подобный прибор (Шеффера и Валькера) показан на черт. 285 и состоит из двух частей:—чугунной коробки A и патрубка B; в коробке A движется двойной клапан C, прикрытый при помощи шарнира к рычагу R; способствуют опусканию рычага и, B движется поршень E, также прикрытый к рычагу R; пар выходит через узкие прорезы в патрубок B, вследствие чего давление

клапань C, выходит в патрубок B, расширяясь при этомъ и теряя такимъ образомъ часть своей упругости; если при этомъ упругость пара въ патрубкѣ B получится все-же выше требуемой, то давление пара будетъ приподнимать поршень E, а следовательно и рычагъ R, вследствие чего клапань C начнетъ закрываться, уменьшая притокъ пара, при чемъ и упругость его въ патрубкѣ будетъ соответственно уменьшаться. Регулирование самого прибора производится передвижениемъ груза и большимъ или меньшимъ натяжениемъ пружины О. Приборъ этотъ оказался на практикѣ вполнѣ отвѣщающимъ своей цѣли.



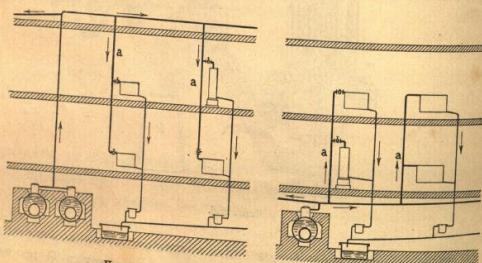
Черт. 286.

На черт. 286 показанъ еще одинъ редукционный клапанъ системы Нахтигаль и Якоби; здесь паръ проходитъ черезъ вентиль О по направлению, указанному стрѣлками, при чемъ уменьшение давления за вентилемъ зависитъ отъ большаго или меньшаго открытия его, послѣднее-же находится въ зависимости отъ положенія рычага R, соединеннаго при помощи штанги съ поршнемъ a; пониженнѣе за вентилемъ давленіе при помощи воды въ патрубкѣ d и соединеннѣе съ лимъ сосуда C, передается на поршень a, поднимая его при давленіи выше потребнаго и прикрывая при этомъ вентиль; при чрезмѣрномъ же

понижениі давлениі за вентилемъ, поршень а будеть опускаться, открывая вентиль и усиливая при этомъ притокъ пара. Поршень а обтажнут упругой манжетой б, свертывающейся или развертывающейся при движениі поршня, что, сильно уменьшая трение поршня, дѣлаетъ самыи приборъ очень чувствительнымъ даже къ незначительному измѣненію давлениія.

Паровые и конденсационные трубы.

При большихъ системахъ отопленія паръ проводится изъ котловъ въ общій парораспределитель, снабженный рядомъ отростковъ, от которыхъ и идутъ паропроводныи трубы къ отдѣльнымъ группамъ нагрѣвателныхъ приборовъ; при малыхъ системахъ паропроводныи трубы идутъ непосредственно отъ котла. На черт. 287—289 указаны чаше другихъ примѣняющихся при этомъ способы расположения паропроводныхъ трубъ: общая паропроводная труба, питающая извѣстную



Черт. 287.

Черт. 288.

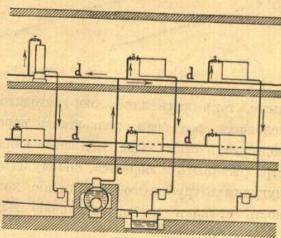
группу нагрѣвателныхъ приборовъ, поднимается на чердачъ (черт. 287), или-же прокладывается подъ потолкомъ подвала (черт. 288) и отвода нагрѣвателныхъ приборовъ, или-же (черт. 289) непосредственно отъ общей вертикальной паропроводной трубы съ отдѣлениемъ въ каждомъ этажѣ горизонтальныхъ вѣтви б, б, которые и питаютъ нагрѣвателные

приборы; во всѣхъ этихъ случаяхъ конденсационная вода отводится особою сѣтью конденсационныхъ трубъ.

При прокладкѣ паропроводныхъ трубъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что даже при наилучшей изоляції ихъ отъ охлажденій,—въ нихъ все-таки происходитъ конденсациія пара; образующаяся при этомъ вода отводится при помощи особыхъ водоотводчиковъ и трубъ, или же, что чаше бываетъ,—протекаетъ по тѣмъ же паропроводнымъ трубамъ; въ послѣднемъ случаѣ трубамъ слѣдуетъ придавать уклонъ въ такую сторону, чтобы движеніе пара и конденсационной воды происходило по одному и тому же направлению, такъ какъ при противоположномъ направлѣніи паръ будетъ производить подпоръ воды, замедляя теченіе ея. Паропроводныи трубамъ давать уклонъ около 0,01, стараясь по возможности не отклоняться отъ принятаго направлѣнія уклона; въ особенности слѣдуетъ избѣгать вогнутихъ вверхъ или внизъ колѣнь, такъ какъ въ такихъ мѣстахъ всегда будетъ происходить скопленіе воды, прорывъ пара черезъ которую сопровождается сильнымъ и крайне непрѣятнѣмъ трескомъ въ трубахъ, разстрѣнивающимъ стѣны ихъ.

Если приходится прокладывать длинныи паропроводныи трубы на такомъ протяженіи, что вышеуказанный безпрерывный уклонъ не можетъ быть достигнутъ, то всѣ линіи разбиваются на участки, придавая трубамъ въ каждомъ участкѣ уклонъ не менѣе 0,01 и соединяя конецъ каждого участка съ началомъ слѣдующаго короткимъ вертикальнымъ стоякомъ, вслѣдствіе чего вся линія получаетъ пилообразную форму (черт. 290); вину каждого такого стояка въ точкахъ а слѣдуетъ устанавливать водоотдѣлительный приборъ (сепараторъ). На черт. 291 и 292 показаны два типа такихъ сепараторовъ; конструкція ихъ проста и понятна изъ чертежей.

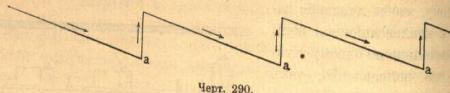
Конденсационные трубы также слѣдуетъ прокладывать съ уклономъ



Черт. 289.

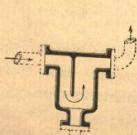
номъ около 0,01 для того, чтобы конденсационная вода могла отводиться самотекомъ въ котельное помещеніе (въ бакъ для конденсационной воды); при невозможности придать конденсационнымъ трубамъ требуемый уклонъ (при длинныхъ линіяхъ)—примѣняется перекачка конденсационной воды помощью особыхъ насосовъ.

Для паропроводовъ примѣняются преимущественно желѣзныя трубы, что же касается до трубъ для конденсационной воды, то для этой цѣли желѣзныя трубы оказались на практикѣ не достаточно проч-



Черт. 290.

ными, такъ какъ адѣсь они находятся въ весьма неблагоприятныхъ условіяхъ, все время подвергаясь перемѣнному дѣйствію воздуха и воды; вслѣдствіе этого желѣзная конденсационная трубы весьма быстро ржавѣютъ и портятся, почему адѣсь предпочтительна примѣненіе чугунныхъ трубъ. Особое вниманіе должно быть обращено на прочность стыковъ трубъ; соединеніе желѣзныхъ трубъ диаметромъ до



Черт. 291.



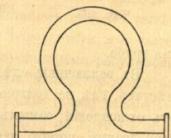
Черт. 292.

2 дюймовъ производится, какъ и при водяному отопленіи, на муфтахъ съ винтовой парѣзкою, при большихъ же диаметрахъ, а также при чугунныхъ трубахъ, соединеніе между ними производится при помощи фланцевъ и упругихъ прокладокъ; при этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что резиновые прокладки, примѣняющіяся иногда при водяномъ отопленіи, совершенно не примѣнимы при паровомъ, такъ какъ теряютъ свою прочность при той высокой температурѣ, которая развивается при паровомъ отопленіи; адѣсь лучше примѣнять асбесто-

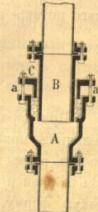
вый картонъ, пропитанный вареннымъ масломъ, или же упругія проволочныя кольца, обмазанные графитовою замазкою. Для полной уѣренности въ прочности стыковъ и трубъ, система должна быть испробована гидравлическимъ давленіемъ, въ два раза большімъ, нежели то, при которомъ должна обикновенно дѣйствовать система.

При длинныхъ паровыхъ или конденсационныхъ трубахъ слѣдуетъ еще принимать особія мѣры для предупрежденія порчи ихъ отъ удлиненій при нагреваніи, что можетъ вредно отзываться на прочности стыковъ, въ особенности если принять во вниманіе, что адѣсь нагреваніе происходитъ весьма быстро, наступая немедленно послѣ выпуска пара въ систему; для этой цѣлы между трубами, черезъ определенные промежутки ихъ, вставляются особыя подвижныя части (компенсаторы). Болѣе простой и чаще другихъ употребляющейся компенсаторъ показанъ на черт. 293; онъ представляетъ собою мѣдную, изогнутую въ видѣ подковы, упругую трубу, снабженную фланцами, при помощи которыхъ компенсаторъ соединяется съ прокладываемыми трубами: при расширѣніи трубъ компенсаторъ, согбаясь, даетъ возможность трубѣ свободно сдвигаться, безъ нарушения ея прочности; подобные компенсаторы работаютъ вполнѣ исправно и достаточно прочны, если размѣры ихъ не слишкомъ малы.

Другой видъ компенсатора показанъ на черт. 294; онъ состоѣтъ изъ чугунной муфты А, въ которую свободно можетъ вдвигаться такой же патрубокъ В; для достиженія плотного стыка между муфтой и патрубкомъ служить сальникъ С, набивка котораго зажимается при помощи болтovъ а, а; при расширѣніи трубъ—патрубокъ вдвигается въ муфту, при охлажденіи же системы происходитъ обратное дѣйствіе; недостатокъ сальниковыхъ компенсаторовъ состоитъ въ томъ, что они легко теряютъ свою подвижность, въ особенности послѣ долгаго перерыва въ отопленіи, вслѣдствіе чего требуется частая перемѣна набивки сальника.

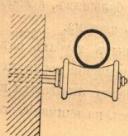


Черт. 293.



Черт. 294.

Короткие участки паровых и конденсационных труб прикрепляются въ стѣны при помощи крючковъ или хомутиковъ, какъ и при водяномъ отоплении (черт. 254, 255), но при длиннѣихъ участкахъ подобное укрѣпленіе уже не примѣнимо, таъкъ какъ оно можетъ затруднить свободный сдвигъ трубъ при большомъ удлиненіи ихъ отъ нагреванія; такія трубъ лучше укладывать на роликахъ (черт. 295); для той же цѣли въ мѣстахъ прохода трубъ черезъ потолки и стѣны въ пасѣдникахъ слѣдуетъ задѣлывать короткіе обрывки трубъ большаго диаметра, сквозь которые должна проходить паровая или конденсационная труба.



Черт. 295.

Въ заключеніе слѣдуетъ указать, что всѣ паровые трубы въ тѣхъ мѣстахъ, где не должно быть выдѣленіе тепла, слѣдуетъ изолировать отъ охлажденій самыи тщательнѣи образомъ, дабы предупредить безполезную потерю тепла; эта потеря бываетъ весьма значительна, такъ что даже при примѣненіи дорогихъ способовъ изолировки расходъ на нее довольно быстро оккупается при эксплоатациіи системы; постѣднѣе справедливо въ особенности при длиннѣихъ паропроводахъ. Конденсационныи трубы также полезно изолировать отъ охлажденія въ тѣхъ случаѣахъ, когда конденсационная вода служитъ для дальнѣйшаго питанія паровыхъ котловъ.

Нагрѣвателные приборы.

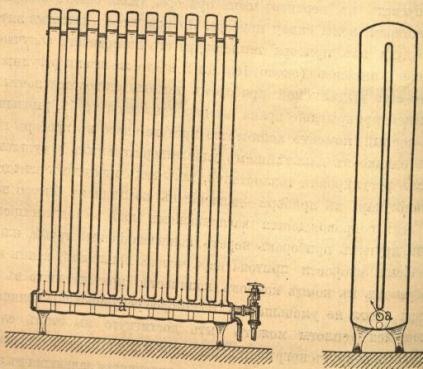
При паровой системѣ могутъ примѣняться тѣ же типы нагрѣвателныхъ приборовъ, какіе были описаны уже для водяной системы, то-есть реберныи горизонтальныи батареи и вертикальныи печи, плоскіи батареи и радиаторы; для лучшаго дѣйствія ихъ они должны имѣть такую форму, чтобы воздухъ изъ нихъ легко могъ бы вытѣсняться паромъ и чтобы соприкасаніе воздуха съ паромъ происходило по возможно менѣшей площади, таъкъ какъ примѣсь воздуха къ пару уменьшаетъ теплоотдачу отъ послѣднаго къ прибору; въ виду этого вертикальныи приборы съ небольшою плошадью съченія предпочтительныи передъ горизонтальными. При устройствѣ и расположениіи паровыхъ

нагрѣвателныхъ приборовъ необходимо еще обращать особое вниманіе на возможность регулированія количества передающейся ими теплоты, что достигается при паровой системѣ гораздо труднѣе, чѣмъ при водяной.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда желаютъ получить отъ нагрѣвателныхъ приборовъ возможно большее количество тепла, приборы должны быть устроены такъ, чтобы изъ нихъ легко можно было бы совершенно вытѣснить воздухъ и чтобы паръ заполнялъ приборъ сплошь; въ этихъ случаяхъ, имѣя въ виду, что воздухъ тяжелѣе пара, постѣдній слѣдуетъ выпускать въ верхнюю часть прибора, лѣтая отводъ воздуха и конденсационной воды снизу прибора. Но при такомъ полномъ вытѣсненіи воздуха изъ прибора температура его поверхности получается однако очень высокую (около $100^{\circ}\text{Ц}.$) въ то же время регулированіе количества выдѣляемой приборомъ теплоты становится почти невозможнымъ; прикрываніе крана на пароприводной трубѣ, уменьшающее въ первый моментъ количество притекающаго въ приборъ пара, не даетъ однако въ дальнѣйшемъ удовлетворительныхъ результатовъ въ смыслѣ регулировки теплоотдачи, таъкъ какъ при этомъ вслѣдствіе конденсациіи пара въ приборѣ давленіе въ постѣднѣемъ быстро понижается, что сопровождается насасываніемъ пара и конденсационной воды изъ другихъ приборовъ透过 конденсационную трубу, или же увеличеніемъ скорости притока пара черезъ прикрытый кранъ и такимъ образомъ въ концѣ концовъ количества притекающаго въ приборъ пара почти не уменьшается. Нѣкоторое регулированіе количества передающейся теплоты можетъ быть достигнуто въ этомъ случаѣ устройствомъ вокругъ нагрѣвателного прибора футляра съ отверстіями въ немъ для притока и выхода воздуха; передвигая задвижки въ этихъ отверстіяхъ и измѣня такимъ образомъ ихъ сѣченіе, а слѣдовательно и количество протекающаго черезъ нихъ воздуха,—можно достигнуть нѣкотораго измѣненія количества передающейся въ помѣщеніе теплоты, но съ точки зренія гигиени полобный способъ не можетъ быть рекомендованъ, какъ вслѣдствіе высокой температуры поверхности нагрѣва и возможности пригоранія на ней пыли, такъ и вслѣдствіе затруднительности содержания закрытаго прибора въ должной чистотѣ.

Если воздухъ удаляется изъ системы не весь, а часть его остается въ приборахъ, то при выпускѣ пара сверху—воздухъ, какъ болѣе тяжелый, занимаетъ нижнюю часть прибора, вслѣдствіе чего часть эта

остается слабо нагрѣтой въ то время, какъ верхняя часть нагрѣвается сильно; такимъ образомъ, уменьшая притокъ пара въ приборъ, можноъ въ этомъ случаѣ достичнуть иѣкоторой регулировки теплоотдачи, но все-таки недостатокъ сильно нагрѣтой верхней части прибора остается неизмѣннымъ; для получения болѣе равномѣрнаго и умѣреннаго прогрѣванія поверхности нагрѣва—лучше въ этомъ случаѣ дѣлать выпускъ пара въ нижнюю часть прибора,—тогда паръ, поднимаясь вверхъ, перемѣшивается съ воздухомъ и даетъ смысль умѣренной температуры,



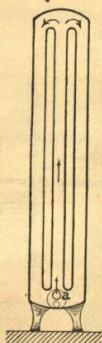
Черт. 296.

равномѣрно распредѣляющиуюся по прибору; на черт. 296 показано устройство подобного нагрѣвателнаго прибора (радіатора), въ которомъ для получения болѣе равномѣрности перемѣшиванія пара съ воздухомъ—пароприводная труба *a* продолжена внутрь прибора и снабжена въ верхней своей части рядомъ отверстій для выхода пара. Другой типъ такого-же радиатора показанъ на черт. 297; здѣсь каждый элементъ радиатора состоитъ изъ трехъ сообщающихся между собою трубъ; паръ поступаетъ въ среднюю трубу черезъ сопло *a* и, смѣшиваясь съ

воздухомъ, получаетъ круговое движеніе, чѣмъ и достигается равномѣрность прогрѣванія поверхности нагрѣва.

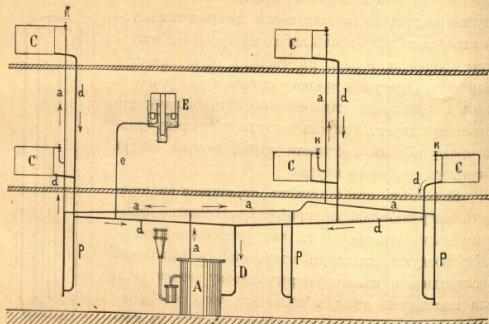
Во всѣхъ этихъ случаяхъ для того, чтобы паръ могъ безпрепятственно входить въ нагрѣвателній прибор—система должна имѣть приспособленія для удаления изъ нея воздуха, что производится обыкновенно черезъ конденсаціоннныя трубы. Въ первомъ случаѣ, когда изъ системы долженъ быть удаленъ весь воздухъ, онъ выпускается непосредственно въ атмосферу, но при этомъ въ системѣ должны быть установлены особые обратные клапаны для обратнаго выпуска воздуха въ систему послѣ прекращенія выпуска пара, такъ какъ послѣ такого прекращенія, вслѣдствіе конденсаціи пара въ системѣ образовывается разрѣженіе, могущее вредно отзываться на прочности трубы и приборовъ; надо однако имѣть въ виду, что такой періодическій выпускъ воздуха въ систему предполагается на прочности трубъ, которая быстро ржавѣетъ отъ этого внутри.

Если пѣтъ необходимости стремиться къ передачѣ нагрѣвателными приборами возможно большаго количества тепла, то, какъ уже было указано, часть воздуха остается въ приборахъ, что позволяетъ производить и иѣкоторую регулировку теплоотдачи; для послѣдней цѣли, а также для того, чтобы не было необходимости постоянно менять воздухъ въ системѣ, въ составъ послѣдней вводятъ еще особый резервуаръ для вмѣщенія той части воздуха, которая вытѣсняется изъ приборовъ паромъ. Общая схема такой системы, предложенная фирмой Кейферь и К°, показана на черт. 298; здѣсь *A* паровой котелъ, *a*, съ паро-проводными трубами, ведущими паръ къ нагрѣвателнѣмъ приборамъ *c*, *e*; *b*, *d*—краны на паропроводныхъ трубахъ, *f*, *g*—трубы для отвода конденсаціонной воды изъ приборовъ, соединенные трубой *D* съ водяннымъ пространствомъ котла; *E*—резервуаръ для воздуха, устроенный въ видѣ воздушнаго колокола и соединенный трубой *e* съ конденсаціонными трубами; горизонтальныя конденсаціонныя трубы проложены выше котла и при томъ на такой высотѣ, чтобы при имѣющемся въ котлѣ давлѣніи уровень воды въ трубѣ *e* находился ниже ихъ, вслѣдствіе



Черт. 297.

чего по нимъ получается воздушное сообщеніе между приборами и резервуаромъ Е. При впускѣ пара въ приборы воздухъ въ нихъ вытесняется въ резервуаръ Е, где и находится подъ опредѣленнымъ давлѣніемъ; если необходимо уменьшить количество тепла передающеся какимъ-либо изъ приборовъ, то, прикрывая паровой кранъ при немъ, уменьшается притокъ пара въ приборъ, вслѣдствіе чего часть воздуха снова перемѣщается изъ резервуара въ приборъ. Для того, чтобы воздухъ могъ безпрепятственно проходить по горизонтальнымъ

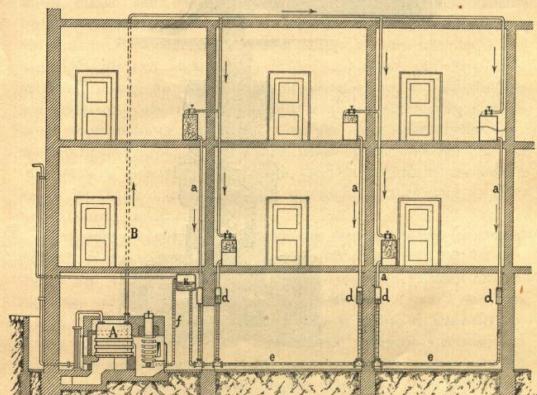


Черт. 298.

конденсационнымъ трубамъ, въ особенности при начальномъ впускѣ пара, подъ ними устроены сообщающіеся стояковыми трубами мѣшки Р, Р, въ которыхъ и собирается конденсационная вода, когда-же мѣшокъ наполняется, то паръ выдавливаетъ эту воду сразу въ общій горизонтальной конденсационной трубѣ, а оттуда въ котель для его питанія.

Другой способъ регулированія теплоотдачи при помощи крановъ (по системѣ Кертинга) показанъ на черт. 299; здесь паръ изъ парового котла А поступаетъ по паровой трубѣ В въ нагревательные приборы С С; конденсационная труба а, а снабжены внизу расширѣніями д, д, емкость которыхъ равна объему внутрен资料的 пространства нагреватель-

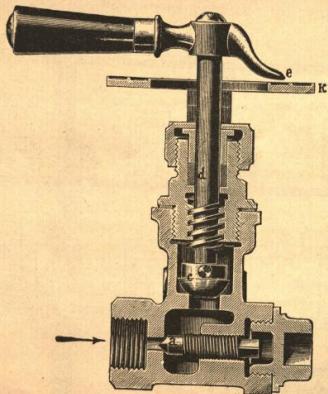
ныхъ приборовъ; общія конденсационныя трубы въ сообщаются съ водянымъ резервуаромъ к, соединеннымъ трубой f съ водянымъ пространствомъ котла; при полномъ открытии паровыхъ крановъ весь воздухъ изъ нагревательныхъ приборовъ вытесняется въ расширѣнія д, при соответственномъ же прикрываніи крана у какого-либо изъ приборовъ воздухъ этотъ подъ давлѣніемъ воды въ резервуарѣ и снова входитъ въ приборъ въ количествѣ, соответствующемъ степени прикрытия крана.



Черт. 299.

Для правильного дѣйствія системы необходимо, чтобы, независимо отъ диаметровъ трубъ, давление пара въ приборахъ, при полномъ открытии крана, было бы какъ разъ достаточно для того, чтобы вытеснить изъ прибора весь находящійся въ немъ воздухъ, но чтобы паръ не проходилъ при этомъ въ конденсационную трубу; для этой цѣли сбѣченіе каждого крана должно соответствовать максимальному необходимому для данного прибора количеству пара и въ то-же время кранъ

долженъ давать возможность уменьшать въ случаѣ необходимости количество протекающаго пара въ зависимости отъ потребностей отопленія. Конструкція примѣняющихся для этой цѣли крановъ довольно разнообразна; на черт. 300 показанъ одинъ изъ такихъ крановъ: здесь максимальное количество протекающаго пара устанавливается разъ на всегда для каждого отдельнаго прибора при помощи стержня а, имѣ-



Черт. 300.

ющаго наружную наѣзку и при передвиженіи—болѣе или менѣе закрывающаго входное отверстіе для пара; для регулированія же количества пара и полного закрытия крана служитъ золотникъ с, соединенный съ вращающимися шпинделемъ д, снабженнымъ на своей поверхности винтовой наѣзкой; паръ выходитъ изъ крана изъ отверстія, устроенное свади золотника с; ручка шпиндела заканчивается стрѣлкою е, указывающею на шайбъ къ степень открытія крана.

Отводъ конденсационной воды и питаніе котловъ.

Если конденсационная вода стекаетъ не непосредственно въ котель, что, какъ указано было ранѣе, можетъ имѣть мѣсто сравнительно рѣдко, а отводится въ сборный резервуаръ, откуда и перекачивается уже въ котель для его питанія, то на конденсационныхъ трубахъ необходимо еще устанавливать особые приборы, называемые конденсационными горшками и назначаемые для того, чтобы пропускать въ трубы только одну воду, не пропускать пара; такие конденсационные горшки особенно устанавливаются у каждого нагревательнаго прибора, что облегчаетъ регулировку его теплоотдачи и дастъ нѣкоторую экономію въ расходѣ пара, но это сильно удорожаетъ устройство всей системы, почему преимущественно ограничиваются постановкою конденсационныхъ горшковъ въ концѣ общихъ конденсационныхъ трубъ предъ окончательнымъ выпускомъ воды изъ нихъ. Предложенные для этой цѣли конденсационные горшки можно разбить на три главныя группы: 1) съ закрытымъ поплавкомъ, 2) съ открытымъ поплавкомъ и 3) съ упругими пластинками или трубками, приводимыми въ дѣйствіе кипящею жидкостью.

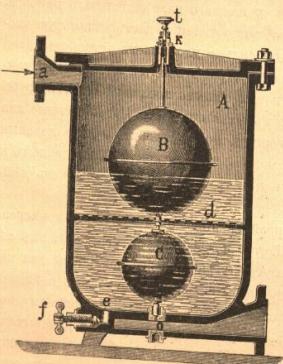
Образцомъ приборовъ первой группы можетъ служить конденсационный горшокъ системы Шютце, показанный на черт. 301; онъ состоитъ изъ чугуннаго горшка А, внутри которого помѣщены два не-подвижно соединенныхъ между собою закрытыхъ шаровыхъ поплавка В и С, могущихъ двигаться только вверхъ и внизъ; къ нижнему поплавку укрѣплена золотникъ, закрывающій отверстіе о для выхода изъ горшка конденсационной воды. Конденсационная вода и могущій попасть въ нею паръ притекаютъ черезъ отверстіе а; пока количество воды въ горшкѣ не велико—поплавокъ, вслѣдствіе своей тяжести, закрываетъ отверстіе о и вода не вытекаетъ изъ горшка; но мѣръ же притока воды въ горшокъ поплавки поднимаются вверхъ и открываютъ отверстіе о, давая такимъ образомъ выходъ части воды изъ горшка, по достижениіи же водой въ горшокъ определеннаго уровня—поплавки снова опускаются и закрываютъ выходное отверстіе; такимъ образомъ изъ горшка можетъ вытекать только вода, паръ же проникающій въ горшокъ никакимъ образомъ не можетъ попасть въ дальнѣйшія конденсационныя трубы. Сѣтка д предупреждаетъ засаривание отверстія о, за-

держивая грязь, могущую попасть въ горшокъ; для очистки дна горшка отъ мелкой могущей попасть въ него грязи служить отверстіе **e**, закрываемое завинчивающеюся пробкою **f**. Горшокъ этотъ служить одновременно и для выпуска воздуха изъ системы во время выпуска въ нее пара, для чего назначена трубка **k**, снабженная сбоку двумя отверстіями; предъ впускомъ пара въ систему истопникъ отвичи- ваетъ винтъ **t**, открывая такимъ образомъ отверстіе въ трубкѣ **k** и давая свободный выходъ воздуху; когда весь воздухъ будетъ вытѣ- ненъ изъ системы, то черезъ отверстія начнетъ вырываться паръ,

послѣ чего истопникъ за-
крываетъ ихъ, завинчивая
винтъ **t**. Главное достоин-
ство этого горшка состо-
ить въ томъ, что въ немъ
совершенно нѣть часто
портиящихся подвижныхъ
скрѣпленій и при исправ-
ности поплавковъ при-
боръ этотъ дѣйствуетъ
удовлетворительно; при
случайномъ же даже ма-
ло замѣтному снижѣ-
нию поплавковъ, послѣдніе по-
степенно наполняются во-
дою и приборъ перестаетъ
дѣйствовать.

На черт. 302 по-
казанъ конденсационный

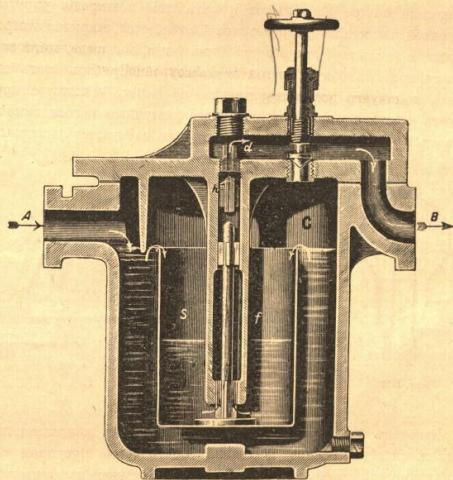
горшокъ Мейера, при-
надлежащій ко второй группѣ (съ открытымъ поплавкомъ); въ чу-
гунномъ горшкѣ **C** установленъ открытый плавающій въ водѣ попла-
вокъ **S**, ко дну которого прикрепленъ стержень **k**, движущійся въ
чугунной направляющей трубѣ **t**, прилитой къ крышкѣ горшка; паръ и конденсационная вода притекаютъ черезъ отверстіе **A**; по мѣрѣ при-
быванія воды поплавокъ поднимается вверхъ и стержнемъ **k** подни-
маетъ золотникъ **h**, закрываю такимъ образомъ отверстіе **d** для вы-
хода конденсационной воды; при дальнѣйшемъ поднятіи уровня кон-



Черт. 301.

надлежащій ко второй группѣ (съ открытымъ поплавкомъ); въ чу-
гунномъ горшкѣ **C** установленъ открытый плавающій въ водѣ попла-
вокъ **S**, ко дну которого прикрепленъ стержень **k**, движущійся въ
чугунной направляющей трубѣ **t**, прилитой къ крышкѣ горшка; паръ и конденсационная вода притекаютъ черезъ отверстіе **A**; по мѣрѣ при-
быванія воды поплавокъ поднимается вверхъ и стержнемъ **k** подни-
маетъ золотникъ **h**, закрываю такимъ образомъ отверстіе **d** для вы-
хода конденсационной воды; при дальнѣйшемъ поднятіи уровня кон-

денсационной воды въ горшкѣ—послѣдняя переливается черезъ край поплавка внутрь его, вслѣдствіе чего вѣсъ его увеличивается и онъ опускается внизъ, открывая отверстіе **d**, послѣ чего вода давленіемъ пара выдавливается изъ поплавка透过 трубу **a** и отверстіе **B**; по

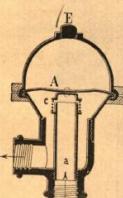


Черт. 302.

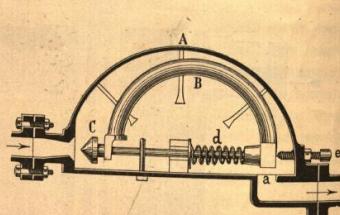
мѣрѣ уменьшения количества воды въ поплавке онъ снова всып-
ляетъ и снова закрываетъ отверстіе **d**, не пропуская черезъ него паръ.
Здѣсь поплавокъ не можетъ быть уже подвергненъ такому портѣ, как-
ая была указана для горшка съ закрытымъ поплавкомъ, почему и
дѣйствіе горшковъ второй группы долговѣчнѣе.

На черт. 303 представлена типъ конденсационнаго горшка третьей
группы; здѣсь верхняя часть горшка заполнена алкоголемъ и отдѣ-

ляется от нижней упругой пластинкою A, отжимаемой вверхъ при помощи пружины; конденсационная вода поступает по трубкѣ a и выходит изъ прибора черезъ отверстіе c; пока черезъ приборъ протекаетъ сравнительно не горячая конденсационная вода—выходъ послѣдней изъ трубки a свободенъ, но когда начинаетъ протекать паръ, то алкоголь быстро нагревается и вслѣдствіе повышенія упругости въ верхней части прибора, пластиночка A выгибается, закрывая отверстіе c трубки a послѣднее открывается лишь тогда, когда по трубкѣ снова потечетъ вода съ болѣе низкой температурой. Приборъ этотъ дѣйствуетъ достаточно удовлетворительно, но черезъ нѣкоторое время требуется добавленія алкоголя, понемногу улетучивающагося даже при плотномъ закрытии втулки E,透过 которую наливается алкоголь.



Черт. 303.

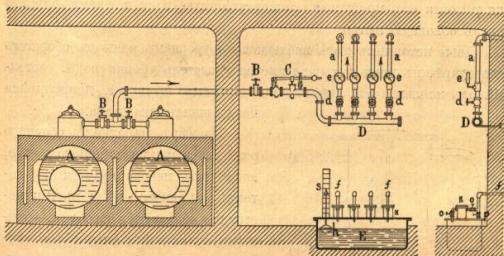


Черт. 304.

Наконецъ на черт. 304 показанъ еще одинъ конденсационный горшокъ системы Гейнце, состоящій изъ плоской чугунной полуцилиндрической коробки A, внутри которой помѣщена полая изогнутая по дугѣ трубка B, заполненная легко кипящей жидкостью; правый конецъ трубки укрѣпленъ неподвижно, лѣвый-же нажимаетъ на стержень клапана C, закрывающаго отверстіе для притока конденсационной воды; послѣдняя вытекаетъ черезъ отверстіе a; коробка закрывается сверху съемной крышкой на болтахъ. Пока черезъ приборъ протекаетъ только конденсационная вода—клапанъ C, оттягиваемый пружиною d, открытъ,—когда же начинаетъ попадать паръ, то вслѣдствіе согрѣванія жидкости въ трубкѣ B, послѣдняя разгибається, нажимая на клапанъ и закрывая отверстіе, при чмъ входъ пара прекращается. Точно

положеніе трубки B устанавливается винтомъ e. Приборъ этотъ дешевъ, простъ по конструкціи и дѣйствуетъ вполнѣ удовлетворительно и въ послѣднее время постепенно вытѣсняетъ конденсационные горшки другихъ системъ.

Конденсационная вода вытекаетъ изъ конденсационныхъ трубъ при температурѣ около 90° Ц., заключая такимъ образомъ въ себѣ до 15% того количества тепла, которое расходуется на парообразованіе, почему выпускъ ея непосредственно въ водостоки будетъ сопровождаться безполезною потерей тепла; такой выпускъ въ водостоки можетъ быть допущенъ лишь въ случаѣ какихъ-либо техническихъ неудобствъ



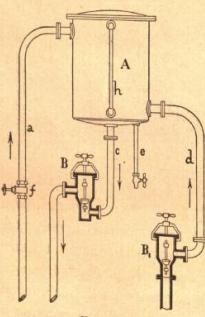
Черт. 305.

отвода ея въ котельную, какъ напримѣръ въ тѣхъ случаяхъ, когда нагревательные приборы расположены значительно ниже котла или же на столько удалены отъ послѣдняго, что прокладка конденсационныхъ трубъ до котельной будетъ стоить слишкомъ дорого. Обыкновенно же конденсационную воду пользуются для дальнѣйшаго питания котла; для этой цѣли вода изъ конденсационныхъ горшковъ отводится въ сборный резервуаръ, располагаемый въ котельномъ помѣщеніи или рядомъ съ нимъ, и отсюда уже перекачивается тѣмъ или инымъ способомъ въ котелъ. Общее расположение всѣхъ приборовъ при такомъ устройствѣ показано на черт. 305; здесь A—паровые котлы, B—паровые запорные краны, C—редукционный клапанъ (устанавливаемый

лишь при котлахъ высокаго давленія), послѣ котораго паръ поступаетъ въ парогенераторъ D и далѣ по линіямъ a, a направляется въ отдельныя нагревательныя приборы или въ группы ихъ; d—запорные краны на отдельныхъ линіяхъ, e—манометры; конденсационныя воды изъ отдельныхъ приборовъ или группъ ихъ возвращается по конденсационнымъ трубамъ f, f и поступаетъ въ конденсационныи горшки k, k, а оттуда въ сборный резервуаръ E; здѣсь же сѣдловъ замѣтить, что кромѣ провода воды черезъ конденсационныи горшки всегда сѣдуетъ дѣлать особыя обходныя вѣты p, устанавливающиа на нихъ и у конденсационнаго горшка выключательныя краны o, дабы имѣть возможность выключить во всякое время любои изъ горшковъ для ремонта его, пропуская конденсационную воду во время ремонта черезъ обходную вѣту.

Дабы источникъ могъ наблюдать за уровнемъ воды въ сборномъ резервуарѣ, въ немъ устанавливается указатель уровня воды, состоящій изъ поплавка h и укрѣпленной на немъ штанги s, движущейся вдоль шкалы указателя.

По мѣрѣ наполненія сборного резервуара конденсационною водой, послѣдняя перекачивается въ котелъ, для какой цѣли преимущественно пользуются насосами,—ручными или приводимыми въ дѣйствіе паромъ. При достаточномъ давленіи въ котелѣ—перекачка эта можетъ быть производима и непосредственно—при помощи пара, дабы чего вода перекачивается предварительно въ особый бакъ, устанавливаемый надъ котломъ; одно изъ приспособлений, примѣняющихся для этой цѣли, показано на черт. 306 здѣсь А герметически закрытый бакъ, устанавливаемый надъ котломъ и снабженный водомѣрнымъ стекломъ b; отъ бака идутъ четыри трубы: a—ведущая паръ изъ котла въ бакъ, c—соединяющая дно бака съ водянымъ пространствомъ котла d—сообщающая низъ бака съ низомъ сборного резервуара для конден-



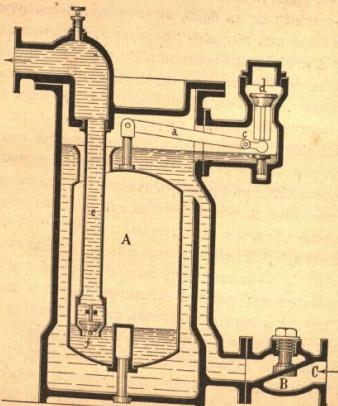
Черт. 306.

бакъ, устанавливаемый надъ котломъ и снабженный водомѣрнымъ стекломъ b; отъ бака идутъ четыри трубы: a—ведущая паръ изъ котла въ бакъ, c—соединяющая дно бака съ водянымъ пространствомъ котла d—сообщающая низъ бака съ низомъ сборного резервуара для конден-

сационной воды, e—воздушная трубка для выпуска воздуха изъ бака; B, B₁—самодѣйствующиye клапаны съ обратными золотниками, открывающиеся лишь при давленіи на нихъ снизу, f—запорный паровой кранъ. Дѣйствіе прибора слѣдующее: первоначально открываютъ паровой кранъ f и воздушный кранъ трубки e, при чѣмъ паръ, входя въ бакъ, вытѣсняетъ изъ него воздухъ; когда весь воздухъ вытѣсненъ, закрываютъ оба вышеуказанные краны, послѣ чего вслѣдствіе конденсации пара, оставшагося въ бакѣ, въ немъ начинаѣтъ образовываться разрѣженіе и вода изъ сборного резервуара насасывается въ бакъ А черезъ трубу d и обратный золотникъ B₁; когда въ бакѣ наберется достаточное количество воды, что видно черезъ водомѣрное стекло,—источникъ снова открываетъ паровой кранъ f, при чѣмъ золотникъ B₁ вслѣдствіе увеличения давленія сверху самъ собою закрывается, водаже подъ давленіемъ собственнаго вѣса переливается изъ бака А въ котель; когда перельется вся вода—источникъ снова закрываетъ паровой кранъ, оставшійся въ бакѣ паръ начинаетъ снова конденсироваться и снова происходитъ насасываніе воды изъ сборного резервуара.

Для той-же цѣли можетъ служить показанный на черт. 307 элеваторъ Кертина, дѣйствующій автоматически; такихъ элеваторовъ устанавливаются два—одинъ внизу подъ конденсационными трубами, а другой надъ котломъ; каждый элеваторъ состоитъ изъ чугуннаго резервуара, внутри которого помѣщенъ открытый сверху поплавокъ A, подвѣшенный къ рычагу a, именему ось вращенія въ точкѣ c; d—обратный клапанъ на пароприводной трубѣ; въ отверстіе поплавка A пропущена труба e, дохолаща до низа поплавка и снабженная снизу обратнымъ золотникомъ f. Конденсационная вода поступаетъ въ приборъ черезъ обратный золотникъ B и, постепенно заполняя приборъ, начинаетъ переливаться черезъ край поплавка, вслѣдствіе чего поплавокъ опускается на дно въ рычагомъ a открывая золотникъ d, давая въ приборъ притокъ пара: послѣдний, попадая въ поплавокъ, выдавливаетъ изъ него воду черезъ золотникъ f въ трубу e, послѣ чего поплавокъ снова всплыиваетъ, закрывая притокъ пара. Труба e нижнаго элеватора соединена съ отверстиемъ С верхнаго элеватора, а такая же труба въ верхнаго элеватора соединяется съ водянымъ пространствомъ котла; такимъ образомъ здѣсь происходитъ періодическое перемѣщеніе конденсационной воды изъ нижнаго элеватора въ верхній, а затѣмъ изъ верхнаго элеватора въ котелъ. Приборъ эти при пра-

вильной установки действуют удовлетворительно, но при малейшем засоре или не точной установке — перестают действовать и требуют постоянный уход за собой, почему при постановке их приходится устанавливать еще добавочный ручной насос для перекачки воды во время исправлений элеваторов.

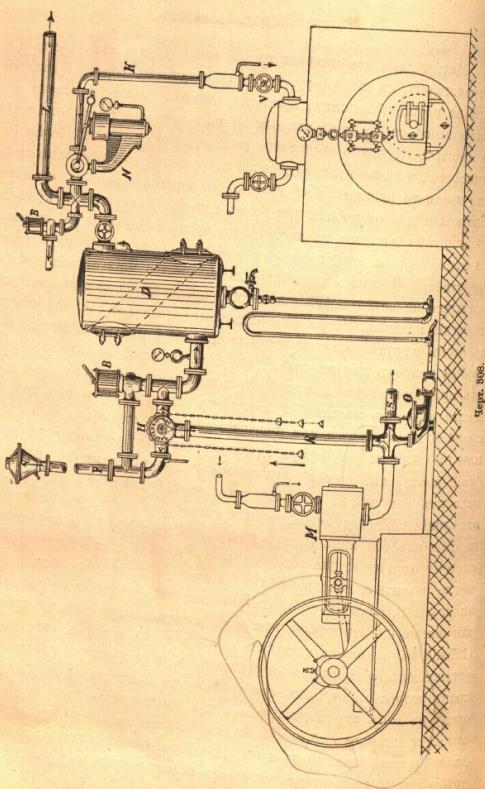


Черт. 307.

Если паровой котел развивает парь высокого давления, то перекачку воды проще производить при помощи паровых насосов, приводимых в действие периодически по мере наполнения сборного резервуара; пускание насоса в ход может в этом случае производиться или истопником или автоматически, для чего рукоятка пароприводного крана к насосу соединяется со штангой указателя поплавка в сборном резервуаре.

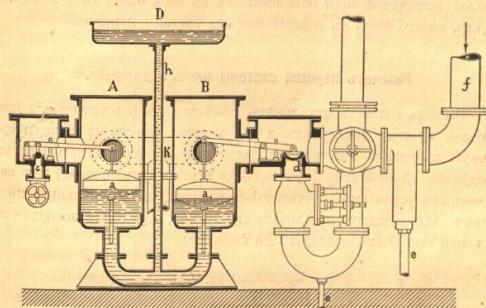
Отопление мятым паром.

Мятый пар из машины во многих случаях выпускается непосредственно в атмосферу, чтобы не получалось обратное давление пара на поршень машины, при чем однако теряется безопасно вся заключающаяся в паре теплота; но так как для цели отопления во многих случаях достаточно иметь давление пара не более 0,1 атмосферы, а такое противодавление на поршень машины не оказывает уже вредного влияния на ее действие, то мятым паром можно пользоваться и для отопления; при этом конечно должны быть приняты меры, чтобы давление в системе не могло переходить за пределы 0,1 атмосферы и чтобы систему можно было согревать и непосредственно свежим паром, когда количество мятого пара может оказаться недостаточным для этого, или во время полной остановки действия машин. Устройство отдельных приборов системы остается в этом случае тем же, какое было описано ранее, добавляется лишь особый прибор для выпуска мятого пара. На черт. 308 показан один из применившихся для этой цели приборов системы Кейфера и Ко; мятый пар из машины M поступает в трубу R и при помощи крана H направляется или непосредственно в атмосферу по трубе P или в сборный резервуар D, предназначенный для регулирования колебаний давления в системе, вызываемых периодическим поступлением пара из машины; в сборном резервуаре D помещен фильтр для отделения конденсационной воды и смазочного масла, увлекаемого с паром; из сборника D пар поступает в трубу L и из нее в систему отопления; для того, чтобы в трубах для мятого пара не могло развиться давление более 0,1 атмосферы, на них установлены аппараты B, клапаны которых автоматически открываются при давлении выше 0,1 атмосферы, при чем избыток пара выходит наружу. Свежий пар может поступать в систему по трубе K, на которой установлен запорный паровой кран V и регулятор давления N, кран которого автоматически открывается и выпускает пар в систему в том случае, когда давление в ней опустится ниже 0,09 атмосферы; таким образом в системе постоянно поддерживается давление пара между 0,09 и 0,1 атмосферы. Конденсационная вода из труб мятого пара отводится через водоотводчик O; труба S назна-



чена для утилизации мятого пара для какихъ-либо иныхъ цѣлей въ лѣтнее время, когда отопленіе не требуется.

На черт. 309 показанъ другой подобный аппаратъ системы Фишера и Штиля. Онъ состоитъ изъ двухъ сообщающихся между собою цилиндръвъ А и В, внутри которыхъ помѣщены поплавки а, а₁; поплавокъ а подвѣшено къ рычагу, соединенному съ золотникомъ с на трубѣ, приводящей свѣжій паръ въ цилиндръ, поплавокъ же а₁ подвѣшено къ такому-же рычагу, соединенному съ золотникомъ д, закрывающимъ отверстіе для выпуска наружу пара при увеличеніи давленія выше



0,1 атмосферѣ; мятый паръ поступаетъ въ цилинды по трубѣ т; верхнія части цилиндръвъ соединены съ трубой К, отводяще паръ въ систему отопленія; трубы е, е₁ предназначены для отвода конденсационной воды изъ паровыхъ трубъ. Надъ цилиндрами А и В установленъ сосудъ D, сообщающійся съ нижней частью цилиндръвъ трубою k; потребное въ системѣ давленіе устанавливается уровнемъ воды въ сосудѣ D; если давленіе въ цилиндрахъ станетъ выше нормального (0,1 атм.), то часть воды выдавливается въ сосудъ D, при чёмъ поплавокъ а₁ опускается и открываетъ золотникъ д, давая избытку пара выходъ наружу; если-же мятого пара будетъ недостаточно и давленіе въ цилиндрахъ опустится ниже нормального, то вода изъ сосуда D

переливается в цилиндры, поднимая поплавок a , при чемъ открывается золотникъ c и въ систему начинаетъ поступать свѣтлый паръ. Такъ какъ матый паръ отъ машины увлекается съ собою часть грязного смазочного масла, то конденсационной водой отъ него рѣдко пользуются для питания котловъ, выпуская ей преимущественно въ водостокъ; при необходимости же такого питанія воды эта или матый паръ должны быть очищаемы предварительно отъ масла и грязи при помощи особыхъ фильтровъ.

При разсчетахъ отопленія мятаго паромъ можно считать, что съ каждой лошадиной силы освобождается въ чистъ около 10 и не болѣе 15 кгр. матаго пара, въ зависимости отъ системы машины.

Расчетъ паровой системы низкаго давления.

Расходъ тепла въ отдѣльныхъ помѣщеніяхъ разсчитывается при паровой системѣ также, какъ и при водиной, то-есть на исчисленную точную наружную температуру; далѣе задаются упругостью пара въ предѣлахъ 1,1—1,5 атмосферы (0,1—0,5 атм. выше наружной) и по полученнымъ расходамъ разсчитываются величину нагрѣвателныхъ приборовъ для каждого отдѣльного помѣщенія, опредѣляя поверхность ихъ при открытыхъ приборахъ по формулѣ:

$$F = \frac{W}{K \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - T \right)} \text{ кв. метр.} \quad \dots \dots (82)$$

здесь T —комнатная температура, T_1 —температура пара, входящаго въ приборъ, опредѣляемая по таблицѣ № 15 въ зависимости отъ принятой упругости пара, T_2 —температура пара при выходѣ изъ прибора, принимаемая равной 100°Ц. , такъ какъ паръ долженъ конденсироваться въ приборѣ.

Если нагрѣвателные приборы закрыты щитами или помѣщены въ отдѣльныя камеры, черезъ которые циркулируетъ комнатный воздухъ, то температура выходящаго воздуха принимается равной 60°Ц. и поверхность нагрѣвателныхъ приборовъ опредѣляется по формулѣ:

$$F_1 = \frac{W}{K \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{60 + T}{2} \right)} \text{ кв. метр.} \quad \dots \dots (83)$$

Что касается до коэффициента K , то величина его назначается по таблицѣ № 16 въ зависимости отъ типа нагрѣвателнаго прибора.

Далѣе, вычертить развертку зданія, размѣщающаго нагрѣвателные приборы, намѣчавши расположение паропроводныхъ и конденсационныхъ трубъ, задаваясь въ нихъ, для упрощенія разсчета, однообразною скоростью движения пара; скорость эту при паровой системѣ низкаго давления можно принять равной 15 метрамъ въ секунду.

Количество тепла, выдѣляемаго 1 кгр. пара при конденсациіи его въ воду, согласно формулѣ Ренъо, будеть равно $606,5 + 0,305 T_1 - T_2$, где T_2 —есть количество тепла, остающееся въ конденсационной водѣ; слѣдовательно, если данный приборъ долженъ выдѣлять W ед. т. въ часъ, то количество пара, притекающее къ нему по паропроводной трубѣ въ теченіе часа, будеть:

$$P = \frac{W}{606,5 + 0,305 T_1 - T_2} \text{ кгр.} \quad \dots \dots (84)$$

а объемъ его равенъ:

$$\left(606,5 + 0,305 T_1 - T_2 \right) \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \text{ куб. метр.}$$

гдѣ γ_1 и γ_2 —весь куб. метра пара при температурахъ T_1 и T_2 , опредѣляемый по таблицѣ № 15.

Обозначая черезъ v —скорость движенія пара въ секунду, а чрезъ D —диаметръ разсчитываемой трубы, получимъ:

$$\frac{\pi D^2}{4} \times v \times 3600 = \frac{W}{\left(606,5 + 0,305 T_1 - T_2 \right) \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}}$$

откуда, по заданной скорости, и можетъ быть опредѣленъ искомый диаметръ разсчитываемой трубы:

$$D = \sqrt{\frac{4 W}{v \left(606,5 + 0,305 T_1 - T_2 \right) \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \times 3,14 \times 3600}} = \\ = 0,0019 \sqrt{\frac{W}{v \left(606,5 + 0,305 T_1 - T_2 \right) \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}}} \quad \dots \dots$$

Точно также для всякой другой трубы, по которой должно протекать количество пара, способное выделять при конденсации W_1 ед. тепла, при произвольной скорости v_1 будем иметь:

$$D_1 = 0,019 \sqrt{\frac{W_1}{v_1 (606,5 + 0,305 T_1 - T_2) \frac{r_1 + r_2}{2}}} \dots \dots \dots (85)$$

Уравнение (85) служит для предварительного расчета паровых труб, для чего, согласно вышеуказанному, задаются однообразно во всех трубах скорость $v_1 = 15$ метр. в секунду и определяются диаметры всех труб; затем диаметры эти измываются в зависимости от размёров продажных труб, принимая ближайшие большие диаметры из табл., которые имются в продаже.

Затем производят проверку принятой скорости, принимая во внимание сопротивления, встречающиеся по пути движения пара и имеющиеся в системе напоры, для чего пользуются общим уравнением движения жидкостей по трубам, при установленемся движении:

$$h_1 = \frac{v_1^2}{2g} \left(\lambda \sum \frac{l}{D} + \Sigma r_i \right) \dots \dots \dots (86)$$

здесь значение сопротивлений r_i — то же, какое было уже указано при водяной системе, коэффициент трения $\lambda = 0,028$; что касается до высоты напора h_1 , то она в данном случае должна быть выражена в виде высоты парового столба и равна разности давлений пара в начале и в конце системы, но так как пар должен весь конденсироваться при выходе из нагревательных приборов и должен быть принят равной высоте парового столба, соответствующей жесткому котлу; высота эта, выраженная в метрах, дана в нижеследующей таблице:

Давление пара в котле в атмосферах	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Высота парового столба в метрах, соответствующая давлению в котле.	1559	2872	3996	4970	5822

Проверку скорости производить для прибора, находящегося в наибольшем невыгодных условиях, то есть наиболее удаленного от котла; если вычисленная для этого прибора по ур. (86) скорость превышает принятую первоначально на 10%—15%, то произведенный расчет можно считать окончательным; в противном же случае все диаметры должны быть вновь пересчитаны по скорости, вычисленной по ур. (86).

Конденсационные трубы должны иметь такие размёры, чтобы конденсационная вода протекала по ним самотеком, не оказывая движению пара никакого сопротивления, в виду чего их можно было бы рассчитывать на основании формулы, служащей для водопроводов, по объему протекающей воды, при чём размёры их получались бы весьма незначительными; но так как эти трубы служат обыкновенно и для удаления воздуха из системы, что должно происходить быстро, то им приходится придавать размёры больше, нежели тб., которые могут получиться при расчете их. Обыкновенно принимают: для вертикальных конденсационных труб

$$d_1 = 0,5 D \dots \dots \dots (87)$$

и для горизонтальных:

$$d_1 = 0,7 D \dots \dots \dots (88)$$

где d_1 — диаметр конденсационной трубы, а D — диаметр соответствующей ей паровой трубы; при этом слѣдует иметь в виду, что конденсационные трубы не слѣдует дѣлать диаметром менѣе $\frac{3}{4}$ дюйма (0,019 метр.), принимая во внимание, что они могут быстро зарастать ржавчиной и грязью.

Размёры парового котла опредѣляются при условии, что он должен развивать весь необходимый пар при самых невыгодных условиях, то есть при наименшей суточной температурѣ, с запасом до 10% на бесполезную потерю пара в паропроводах; поэтому, обозначая наибольший часовой расход тепла в системѣ через W_0 , получим, что искомая поверхность нагрева котла F_0 будет:

$$F_0 = \frac{1,1 W_0}{n_0} \text{ кв. метр.} \dots \dots \dots (89),$$

гдѣ n_0 — количество тепла, доставляемое 1 кв. метром поверхности нагрева; для трубчатых котлов n_0 принимается равным 8000 ед.

тепла съ 1 кв. метра, при чмъ поверхность нагрѣва принимается равной поверхности прогарной трубы, сложенной съ половиною поверхности наружного корпуса котла; сообразно съ этимъ размѣры котла могутъ быть определены изъ уравнения:

$$\left(\pi d_0 + \frac{\pi D_0}{2} \right) L = F_0,$$

изъ котораго, задаваясь діаметрами d_0 и D_0 , опредѣляютъ длину котла L .

Для котловъ съ наполнительными конусомъ — по можетъ быть приимо равнымъ 18000 калорій, но лишь для тѣхъ частей поверхности, которая непосредственно соприкасаются съ раскаленнымъ топливомъ, для остальныхъ же частей котла по должно приниматься не болѣе 8000 ед. т.

Размѣры топочной рѣшетки, поддувала и дымовой трубы разчи-
тываются на основаніи общихъ формулъ для расчета топливниковъ
(ур. (70)—(72), стр. 347), вставляя лишь въ нихъ 1,1 W_0 вместо W_s и
принимая коэффиціентъ полезнаго дѣйствія котла $\mu=0,80$.

Наконецъ объемъ резервуара, въ который стекаетъ конденсационная вода, долженъ быть разсчитанъ не менѣе, какъ на двойной объемъ послѣдней; слѣдовательно объемъ этого резервуара L_0 долженъ быть:

$$L_0 = \frac{2 \times 1,1 W_0}{(606,5 + 0,305 T_1 - T_2) 1000} \text{ куб. метр. . . . (90)},$$

гдѣ 1000 — есть вѣсъ 1 куб. метра воды въ килограммахъ.

Достоинства и недостатки паровой системы низкаго давленій.

Главнымъ достоинствомъ паровой системы является возможность большой централизации системы въ виду того, что паръ, даже при давлении не болѣе 0,5 атм. выше наружной, легко можетъ быть отобранъ на далекія разстоянія (до 1 версты при хорошей изолировкѣ); это достоинство даетъ возможность отапливать изъ одного центра не только одно, но даже группу отдельныхъ зданій, проводя паропроводы и конденсационные трубы къ nimъ подъ землею въ особо устроенныхъ каналахъ или тоннеляхъ, размѣры которыхъ слѣдуетъ дѣлать таковыми, чтобы по nimъ легко можно было проходить для осмотра и ремонта трубъ. Не менѣе важнымъ преимуществомъ паровой системы

является возможность быстраго согрѣванія помѣщений и быстраго прекращенія отопленія — въ виду сравнительно высокой температуры поверхности нагрѣва и малой теплоемкости нагрѣвателныхъ приборовъ; это достоинство весьма существенно при отопленіи такихъ помѣщений, посѣщаемыхъ людьми лишь периодически, въ которыхъ во время отсутствія людей можно допускать значительное пониженіе температуры; во время же скопленія людей можетъ потребоваться временное и быстрое прекращеніе отопленія. Наконецъ къ достоинствамъ паровой системы слѣдуетъ отнести возможность достижения равномѣрной температуры въ помѣщениіи, располагая нагрѣвателные приборы въ любомъ мѣстѣ, сравнительно большой коэффиціентъ полезнаго дѣйствія системы ($70\% - 75\%$) и невысокую стоимость системы, такъ какъ при паровой системѣ размѣры нагрѣвателныхъ трубъ получаются меньше, чмъ при водяной системѣ.

Наиболѣе же существеннымъ недостаткомъ паровой системы является затруднительность точной регулировки температуры помѣщений и ея малая теплоемкость, не дающая возможности дѣлать перерывы въ топкѣ котловъ, если требуется поддерживать въ помѣщениіяхъ равномѣрную температуру; устройство наполнительныхъ конусовъ и автоматическихъ регуляторовъ горѣнія хотя и помогаетъ нѣсколько въ этомъ отношеніи, давая возможность сокращать надзоръ за топкой, но такія приспособленія удорожаютъ эксплуатациію системы, требуя болѣе дорогаго топлива — кокса и антрацита. Къ недостаткамъ же системы слѣдуетъ отнести нѣкоторую сложность устройства и управляемости системой, шумъ и трескъ, получающіеся при выпускѣ въ систему пара и нѣсколько высокую температуру поверхности нагрѣва, способствующую начальному разложенію органической пыли, носящейся въ воздухѣ.

Въ виду изложенныхъ недостатковъ, а главнымъ образомъ малой теплоемкости и сравнительно высокой температуры поверхности нагрѣва, паровая система не рекомендуется для отопленія жилыхъ помѣщений, не смотря на ея значительные преимущества въ другихъ отношеніяхъ; для помѣщений же, гдѣ люди бываютъ лишь временно, какъ напр. церкви, залы общественныхъ собраний, мастерокія и склады при фабрикахъ, железнодорожные вагоны и проч., — система эта вполнѣ примѣжна и удобна, а въ тѣхъ случаяхъ, когда для этой цѣли можно пользоваться мятмъ паромъ отъ машинъ, — даетъ еще значительные экономические выгоды.

Комбинированные системы отопления.

При описании каждой из систем отопления были указаны свойственные им недостатки и достоинства, такъ или иначе влияющие на примѣненіе этихъ системъ въ различныхъ частныхъ случаяхъ; такъ воздушная система—дешевая и простая по устройству и удобная въ томъ отношеніи, что приборы ея не занимаютъ мѣста въ отапливаемыхъ помѣщенныхъ, не удовлетворяетъ однако требованіямъ гигиены относительно разномѣрности температуры и чистоты воздуха въ помѣщенныхъ, отчего и не рекомендуется для жилыхъ помѣщений; при водяной системѣ, вполнѣ удовлетворяющей требованиямъ гигиены,—вода можетъ успѣшно циркулировать на сравнительно ограниченномъ разстояніи отъ котла, вслѣдствіе чего при большихъ зданіяхъ, послѣднія приходится разбивать на рядъ отдѣльныхъ системъ съ самостоятельными водогрѣйными котлами и дымовыми трубами, чѣмъ нарушаются желаемая централизованная система; паровая система, допускающая возможность самой широкой централизации, даже для группъ зданій,—въ то же время вслѣдствіе своей малой тепловой и сравнительно высокой температуры поверхности нагрѣва,—не вполнѣ примѣнима для отопления жилыхъ зданій, какъ не удовлетворяющая вѣсмъ требованиямъ гигиены.

Такимъ образомъ, несмотря на достоинства, присущія каждой изъ перечисленныхъ системъ, примѣненіе ихъ допустимо не во всѣхъ случаяхъ, благодаря тѣмъ частнымъ недостаткамъ, которыми обладаютъ каждая изъ нихъ въ отдѣльности; комбинируя однако эти системы между собою, возможно воспользоваться лучшими сторонами каждой изъ нихъ и такимъ путемъ получить систему болѣе совершенную и болѣе примѣнимую для каждого частнаго случая. Такъ для тѣхъ зданій, где установка нагрѣвателныхъ приборовъ непосредственно въ помѣщенныхъ является почему-либо неудобной (напр. въ особо богоугодныхъ храмахъ, въ палатахъ для душевно-больныхъ и проч.)—наиболѣе подходящую систему отопленія будетъ воздушная, но если при этомъ въ самомъ зданіи есть возможности устроить почему-либо дымовую трубу, то согрѣваніе воздуха, служащаго для отопленія, можетъ производиться отъ котла, расположенного въ одномъ изъ соединенныхъ зданій; получающаяся такимъ образомъ система называется паро-воздушной.

При согрѣваніи воздуха, служащаго для отопленія, водяными приборами—получается водо-воздушная система, отличающаяся отъ предыдущей возможностью получить большую теплоемкость и имѣть умѣренно согрѣтую поверхности нагрѣва. Наконецъ, согрѣвая воду въ рядѣ отдѣльныхъ водянныхъ системъ при помощи пара, развивающагося въ одномъ общемъ центрѣ, получимъ паро-водяную систему.

Вѣдь эта комбинированная система удобна еще въ томъ отношеніи, что онѣ даютъ возможность отапливать разныя помѣщенія въ одномъ и томъ-же зданіи приборами разныхъ системъ въ зависимости отъ предъявляемыхъ къ помѣщеннымъ требованій; такъ, напримѣръ, при пароводяной системѣ въ которой помѣщенія могутъ отапливаться водянными приборами, другія же непосредственно паровыми.

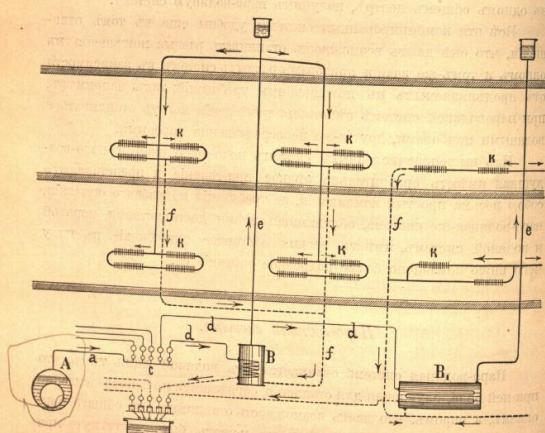
Изъ вышеуперечисленныхъ системъ водо-воздушная и паро-воздушная имѣютъ сравнительно рѣдкое примѣненіе и представляютъ собой весьма простыя комбинаціи, не требующія подробнаго описанія, паро-водяная же система, обладающая всѣми достоинствами паровой и водянной системъ, имѣть весьма обширное примѣненіе, въ виду чего ниже помѣщено болѣе подробное описание ея.

Паро-водяная система.

Паро-водяная система отличается отъ водяной лишь тѣмъ, что при неї вода, служащая для отопленія, согрѣвается непосредственно огнемъ, а паромъ, что даетъ возможность отапливать изъ общаго центра горада большия районы, чѣмъ это можетъ быть достигнуто при водяной системѣ. Встрѣчающіяся при этомъ комбинаціи можно разбить на двѣ категории: а) съ центральными согрѣваніемъ воды и б) съ мѣстными согрѣваніемъ воды.

При центральномъ согрѣваніи воды паръ изъ котла А (черт. 310), расположенного въ центральномъ мѣстѣ, проводится трубою **a** къ паро-распределителю **c**, а отсюда трубами **b**, **d** отводится къ водогрѣйнымъ цилиндрамъ **B**, **V**, установленнымъ въ разныхъ частяхъ зданія, и согрѣваетъ заключающуюся въ нихъ воду; согрѣтая вода поднимается изъ каждого цилиндра по подъемнымъ трубамъ **e**, **f** и разводится затѣмъ къ нагрѣвательнымъ приборамъ **k**, **l**, охлажденная же вода снова возвращается въ нижнюю часть водогрѣйного цилиндра по обратнымъ

трубамъ *f*; такимъ образомъ адѣль получается рядъ отдельныхъ системъ отоплениа, отличающихся отъ водяной только устройствомъ водогрѣбнаго цилиндра, въ которому вода согрѣвается не продуктами горѣнія, а паромъ, остальная же части устроиваются совершенно также, какъ и при водяной системѣ.

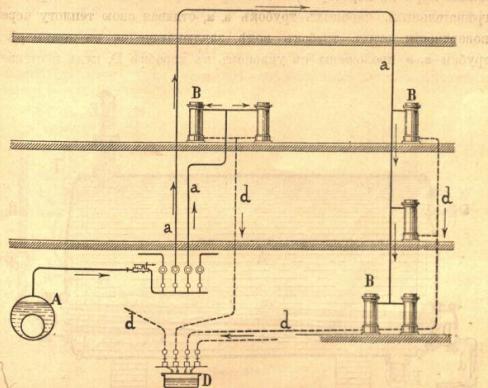


Черт. 310.

При мѣстномъ согрѣваніи воды паръ согрѣваетъ воду непосредственно въ горизонтальныхъ приборахъ, расположенныхъ въ отапливаемыхъ помѣщеніяхъ; общая схема такой системы показана на черт. 311; адѣль А—паровой котелъ, В, В₁—водяные нагревательные приборы въ помѣщеніяхъ; а, а—паровые трубы, ведущіе паръ къ нагревательнымъ приборамъ; д, д—трубы, отводящіе конденсационную воду къ сборному резервуару D; система эта имѣеть много общаго съ паровой системой и отличается отъ послѣдней только конструкціею нагревательныхъ приборовъ, въ виду чего ниже приведено лишь опи-

саніе этихъ послѣднихъ приборовъ; при устройствѣ же остальныхъ частей этой системы слѣдуетъ руководиться правилами, изложеннымъ при описаніи паровой системы.

Паръ, служащий для согрѣванія воды, можетъ для этой цели впускаться непосредственно въ воду, или же проводиться по сомкнутымъ трубкамъ, проложеннымъ внутри водогрѣбныхъ приборовъ; первыи способъ неудобенъ въ томъ, что паръ, введенъ въ воду, вскорѣ выходитъ изъ неї въ виде конденсированнаго пара, который возвращается въ пароводяную систему.

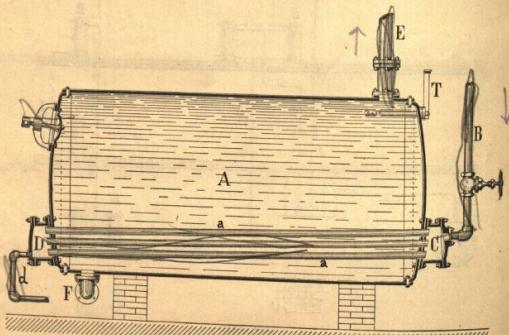


Черт. 311.

ый болѣе дешевый способъ удобенъ въ томъ отношеніи, что вода, образующаяся при конденсациіи пара, служитъ одновременно и для пополненія обычной убыли воды въ системѣ, но онъ всегда сопровождается непрѣятствомъ трескомъ и шумомъ, происходящимъ отъ удаловъ въ воду входящаго пара; способъ этотъ примѣняется преимущественно при мѣстномъ согрѣваніи воды, главнымъ образомъ вслѣдствіе того, что, какъ это будетъ видно изъ описанія мѣстныхъ нагревательныхъ приборовъ, онъ даетъ возможность обойтись безъ воздушныхъ трубокъ, удешевляя такимъ образомъ стоимость системы; при центральномъ же согрѣваніи воды, при которомъ отводъ воздуха изъ

системы легко проходит по водоносным трубамъ, паръ обыкновенно пропускается черезъ сокнутыя трубы, проложенные внутри водогрѣйныхъ цилиндроў.

Водогрѣйные пароводяные цилинды, устраиваются преимущественно горизонтальныя; одинъ изъ типовъ такихъ цилиндроў показанъ на черт. 312; здѣсь А—водогрѣйный цилиндръ, В—труба, приводящая паръ въ коробку С, изъ которой паръ поступаетъ въ рядъ нагрѣвательныхъ трубокъ а, а, отдавая свою теплоту透过, поверхности этихъ трубокъ въдъ, заключающейся въ цилиндрѣ А; трубы а, а проложены съ уклономъ къ коробкѣ D, куда и стекаетъ

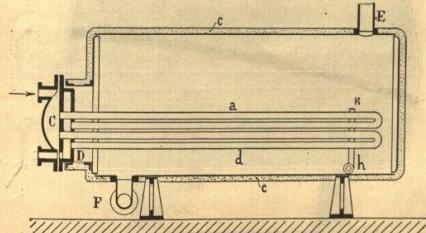


Черт. 312

образующаюся при конденсации пара вода, отводимая затѣмъ по трубкѣ д, въ концѣ которой устанавливается конденсационный горшокъ; Термометръ для наблюденія за температурою въ цилиндрѣ, Е—подъемная труба, F—обратная труба, при посредствѣ которыхъ и происходитъ посторонняя циркуляция воды черезъ цилиндръ А.

При устройствѣ водогрѣйныхъ пароводяныхъ цилиндроў слѣдуетъ обращать главное вниманіе на плотность и достаточную прочность соединенія паровыхъ нагрѣвательныхъ трубокъ а, а со стѣнками

цилиндра или коробкѣ С и D; въ описанномъ цилиндрѣ соединеніе это достигается развалцовываніемъ концовъ трубокъ и плотнымъ прилаживаніемъ ихъ къ отверстіямъ коробокъ, для надзора же за состояніемъ этихъ соединеній передняя часть коробокъ дѣлается съемною на болтахъ. Устройство нагрѣвательныхъ трубокъ, проходящихъ透过 оба днища водогрѣйного цилиндра, какъ это показано на черт. 312, имѣетъ однако тотъ недостатокъ, что соединенія трубокъ съ днищами или съ коробками легко могутъ разстраиваться отъ неодинакового расширения трубокъ и цилиндра при ихъ согреваніи и охлажденіи; недостатокъ этотъ устраняется при расположении трубокъ, какъ это показано на черт. 313; здѣсь обѣ коробки помѣщены на одномъ и



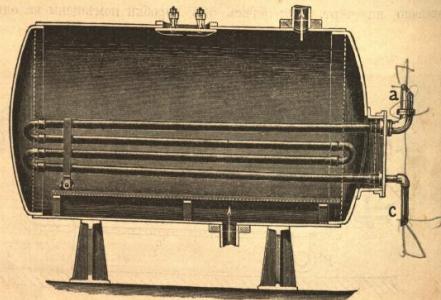
Черт. 313.

томъ же днищѣ, почему разность расширения трубокъ и цилиндра не оказываетъ никакого влиянія на прочность соединеній; значеніе буквъ здѣсь то же, что и на черт. 312; для удобства ремонта трубокъ а и д—подставка к, на которой укрѣплены трубы, снабжена винта колесиками h, что даетъ возможность легко вытаскивать трубы изъ цилиндра.

На черт. 314 показанъ еще одинъ типъ горизонтального пароводяного цилиндра, у котораго обѣ трубы—паровая и конденсационная укрѣплены къ одному и тому же днищу, почему расширение ихъ не можетъ уже оказать какого-либо влиянія на ихъ прочность.

Паровые нагрѣвательные трубы лучше дѣлать изъ мѣди, такъ

какъ желѣзныя трубы быстро ржавѣютъ; при укладкѣ ихъ имъ слѣдуетъ придавать уклонъ въ сторону движенія пара. Водогрѣвныя цилинды дѣлаются желѣзными при толщинѣ стѣнокъ отъ 5 до 8 м.м. и длины 10—13 м.; наружную поверхность этихъ цилиндровъ обыкновенно пользуются для согрѣванія воздуха, вводимаго въ помѣщенія для цѣлей вентиляціи; для чего ихъ окружаетъ оградительными стѣнками, сообщая нижнюю часть полученной такимъ образомъ камеры съ наружнымъ воздухомъ, а верхнюю съ каналами, ведущими воздухъ въ вентилируемыя помѣщенія; если же поверхность этихъ цилиндровъ изолирована, то можно въвести въ нихъ горячую воду, и тогда они могутъ служить для согрѣванія помѣщеній.



Черт. 314.

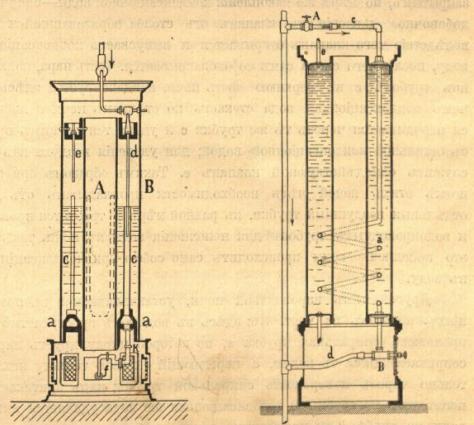
цилинды не предполагаютъ пользоваться для согрѣванія воздуха, то, во избѣженіе безполезной потери тепла, ее слѣдуетъ тщательно изолировать отъ охлажденія, покрывая какою-либо нетеплопроводной массой; такая изолировка показана на цилиндрѣ, изображенномъ на черт. 313.

Согрѣтая въ цилиндрахъ вода служитъ для отопленія помѣщеній, при чѣмъ всѣ остальные части системы располагаются и устраиваются совершенно также, какъ и при обычной водяной системѣ.

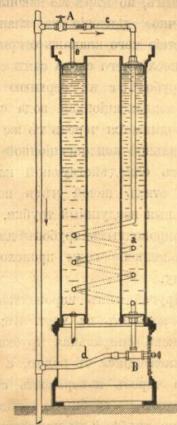
Вторая изъ указанныхъ разнѣ комбинацій, то-есть мѣстное согрѣваніе воды паромъ непосредственно въ нагревательныхъ приборахъ примѣняется сравнительно рѣдко, преимущественно въ тѣхъ

случаихъ, когда можетъ встрѣтиться надобность въ быстромъ согрѣваніи помѣщеній; типы нагревательныхъ приборовъ, примѣняющихся при этой системѣ, показаны на черт. 315 и 316.

На черт. 315 показана пароводяная печь Эульцера съ непосредственнымъ впускомъ пара въ печь; она состоитъ изъ двухъ цилиндровъ А и В, соединенныхъ между собою днищами, при чѣмъ пространство



Черт. 315.



Черт. 316.

между цилиндрами назначено для воды, черезъ внутренний же цилиндръ циркулируетъ комнатный воздухъ; въ нижней части пространства между цилиндрами устроена кольцевая канава а, отъ которой поднимается рядъ вертикальныхъ трубъ с; паръ притекаетъ въ печь по трубѣ d, входящейѣ въ одну изъ трубокъ с, и черезъ кольцевой каналъ а попадаетъ въ остальныя вертикальныя трубы с; а оттуда въ верхнюю часть печи, отдавая при этомъ свою теплоту водѣ черезъ поверхность трубокъ с; образующаяся при этомъ кон-

денсационная вода стекает в нижнюю часть канала а, а оттуда трубкой f отводится снова в общую паровую трубу; для того же, чтобы пар не мог попадать в прибор по трубке f—на последней установлен обратный клапан k, открывающийся в сторону движения конденсационной воды: пока в трубах находится только пар, то давление на клапан с обеих сторон одинаково и клапан оается закрытым, по мѣрѣ же накопления конденсационной воды—получается добавочное давление на клапан от столба образовавшейся воды, вслѣдствіе чего клапан открывается и выпускает конденсационную воду, послѣ чего снова самъ собою закрывается. Часть пара, попавшая из трубок с въ верхнюю часть печи конденсируется адѣль, при чемъ конденсационная вода стекает по стѣнкамъ печи и избытокъ ее переливается черезъ тѣ же трубки s и удаляется по нимъ вмѣстѣ съ остальной конденсационной водой; для удаленія воздуха изъ печи служить самодѣйствующий клапанъ e. Такимъ образомъ при постановкѣ этихъ печей нѣть необходимости прокладывать отъ нихъ отдѣльные воздушные трубы, въ разной мѣрѣ не требуется прокладка и водопроводныхъ трубокъ для пополненія воды въ печи, такъ какъ это пополненіе воды происходитъ само собою при конденсаціи пара въ воду.

Другой типъ пароводяной печи, устанавливаемой въ помѣщенияхъ, показанъ на черт. 316; адѣль въ водномъ пространствѣ печи проложена спиральная трубка a, по которой циркулируетъ паръ, не соприкасающійся съ водой, а передающій ей свою теплоту исключительно черезъ поверхность спиральной трубки; паръ притекаетъ въ послѣднюю по трубѣ c, конденсационная же вода выдается изъ спирали по трубѣ f; на послѣднихъ двухъ трубахъ установлены краны A и B, открывая или закрывая которые, можно регулировать какъ притокъ пара, такъ и отвод конденсационной воды.

Для отвода воздуха изъ печи и для пополненія ея водою служить трубка e, расположенная до расширительного сосуда; выпускъ воды изъ печи, въ случаѣ надобности, производится черезъ трубку f. Печи эти схожи такимъ образомъ съ описанными ранѣе пароводяными цилиндрами, отличающимися отъ нихъ главнымъ образомъ незначительными своимъ размѣрами. Остальные части пароводяной системы съ мѣстнымъ согреваніемъ воды, а именно котель, паровая и конденсационная трубы и проч. ничѣмъ не отличаются отъ обычной паровой системы.

Сравнивая между собою описанную двѣ пароводяныя системы съ центральнымъ и мѣстнымъ согреваніемъ воды, мы видимъ, что придавая достаточные размѣры водогрѣльному цилиндури при центральномъ согреваніи воды, мы легко можемъ получить требуемую теплоемкость системы, что въ особенности важно при нашемъ суровомъ климатѣ; для достижениія же такой же теплоемкости во второмъ случаѣ, то-есть при мѣстномъ нагреваніи воды,—необходимо соответственно увеличивать размѣры самихъ нагревательныхъ приборовъ, что уже не во всѣхъ случаяхъ допустимо; кроме того въ виду малаго объема воды въ печахъ вода въ нихъ быстро согревается, что дѣлаетъ почти невозможной регулировку количества отдаваемой теплоты; въ виду этого у насъ примѣняется преимущественно первая изъ описанныхъ пароводяныхъ системъ съ центральнымъ согреваніемъ воды, мѣстное же согреваніе можетъ быть допускаемо лишь въ исключительныхъ случаяхъ.

Проектированіе и расчетъ пароводяной системы.

Примѣненіе пара для согреванія воды даетъ возможность распространить централизацию системы отопленія на весьма значительный районъ, размѣръ котораго зависитъ отъ давленія, поддерживаемаго въ котлы; если требуется отопить одно зданіе, хотя бы и значительныхъ размѣровъ, то достаточно поддерживать давленіе въ котлы не свыше 0,5 атмосферъ и въ этомъ случаѣ паровой котель можетъ быть помѣщенъ въ подвалъ отапливаемаго зданія; если же предполагается отапливать нѣсколько зданій, или даже цѣлыя кварталы города (какъ это слѣдуетъ напр. въ Дрезденѣ), то выгоднѣе устанавливать въ отдѣльной котельной котлы высокаго давленія до 10 атмосферъ, поддерживая высокое давленіе и въ магистральныхъ трубахъ, разводящихъ паръ къ отапливаемымъ зданіямъ, при входѣ въ которыхъ должны быть уже установлены регуляторы давленія, дабы въ самомъ зданіи давленіе пара не превышало 0,5 атмосферъ; это даетъ возможность значительно уменьшить диаметръ магистральныхъ паропроводныхъ трубъ и тѣмъ удешевить стоимость устройства системы; кроме того при трубахъ меньшихъ диаметровъ и конденсация пара въ нихъ менѣе, по-чому и эксплуатациія отопленія обойдется при нихъ дешевле. Маги-

стальной паропроводные трубы прокладываются между зданиями в подземных каналах или тоннелях, размеры которых должны быть достаточны для свободного прохода по ним людей на случай необходимости какого-либо ремонта в трубах; в этих же тоннелях прокладываются и конденсационные трубы, ведущая конденсационную воду обратно в котельную; при прокладке магистральных труб должно быть обращено главное внимание на самую тщательную изоляцию их от охлаждения, дабы уменьшить бесполезную конденсацию пара в них до возможного минимума; в равной мере следует изолировать паропроводы и конденсационные трубы во всех тёх местах, где не требуется выделение тепла.

Котельную следует располагать по возможности в центр отапливаемых зданий, чтобы уменьшить потерю в давлении от сопротивлений, встречающихся при проходе пара по магистралям; последняя следует прокладывать с уклоном в сторону движения пара, устраивая в пониженных точках и при поворотах отвод конденсационной воды из них.

При небольших размежах отапливаемых зданий в каждом из них устанавливается один пароводяной цилиндр, от которого устраивается уже обычная водяная система; если же здание иметь значительные размежи, то его разделяют на отдельные части, устанавливая для каждой такой части отдельный пароводяной цилиндр и устраивая для нее самостоятельную водяную систему; такое разделение здания на ряд самостоятельных систем иметь большое преимущество в том, что при общей централизации, каждая система может действовать независимо от других и в случае необходимости легко может быть выделена для ремонта без нарушения отопления остальных частей здания.

Приступая к составлению проекта пароводяной системы, намечают расположение паровых котлов и размещают водогрейные цилиндры в зданиях, разбивая последнюю в случае необходимости на несколько систем; затем намечают магистральные паропроводные трубы и приступают к расчету.

При центральном согревании воды пароводяная система отличается от водяной лишь устройством водогрейного цилиндра, от которого затем устраивается обычная водяная система с подъемом, обратной и циркуляционными трубами и водяными нагревательными

приборами, поэтому и расчет этих последних частей производится совершенно также, как было указано при описании водяной системы; паровые котлы и паровые трубы, подводящие пар к водогрейным цилиндрам, а также и конденсационные трубы рассчитываются по формулам, указанным в расчете паровой системы; особенности же расчета водогрейного цилиндра указаны ниже.

Расчет пароводяной системы начинается с определения расхода тепла для каждого отдельного помещения, после чего определяют необходимые для них поверхности нагрева,—при открытых нагревательных приборах по ур. (74):

$$F = \frac{W}{K \left(\frac{T_0 + t_0}{2} - T \right)},$$

а при закрытых нагревательных приборах по ур. (75):

$$F = \frac{W}{K \left(\frac{T_0 + t_0}{2} - \frac{40 + T}{2} \right)}$$

Затем затем нагревательные приборы на развертке здания и наметив расположение водоводных труб, рассчитывают последнюю также, как это было указано для водяной системы (ур. 76—78, стр. 388—394).

Что касается до водогрейного цилиндра, то размежи его должны быть таковы, чтобы система имела достаточную теплоемкость, то есть чтобы даже при низких наружных температурах возможно было прекращать на некоторое время выпуск пара в систему и дуть перерывы в токе паровых котлов; для этой цели объем воды в системе и в водогрейном цилиндре должен быть таков, чтобы во время промежутка между выпусками пара не происходило бы чрезмерное охлаждение воды; расчет обыкновенно ведут при условии, что при наружной температуре в -15° Ц. система должна допускать перерыв между выпусками пара в 6 часов, при чем охлаждение воды в системе за время перерыва не должно быть больше 30° Ц.; поэтому, обозначая полный часовой расход тепла в системе при наружной температуре -15° Ц. через W_0 (считая в том числе охлаждение помещений и расходы на согревание вводимого и извлекаемого воздуха и на увлажнение его), а объем воды в цилиндре ^{29*}

через L и принимая объем воды въ остальныхъ частяхъ системы равнымъ $0,1L$, получимъ:

$$1,1L \times 1000 \times 30 \geq 6W_0,$$

гдѣ 1000—обозначаетъ собою въсѧ 1 куб. метра воды въ килограммахъ; опредѣляя отсюда L , получимъ:

$$L \geq \frac{6W_0}{1,1 \times 1000 \times 30} \text{ куб. метр. (91).}$$

Имъя объемъ L ,—задаются діаметромъ цилиндра и опредѣляютъ высоту его.

Остается еще разсчитать размѣры паровыхъ нагрѣвательныхъ трубокъ въ цилиндрѣ; трубки эти служатъ для передачи тепла отъ пара къ водѣ, при чмъ они должны передавать водѣ все количество тепла, расходуемое ею какъ во время выпуска пара, такъ и во время перерыва между впусками пара; поэтому, обозначая число часовъ выпуска пара въ трубки цилиндра черезъ n , а число часовъ перерыва черезъ m , получимъ, что въ 1 часъ отъ пара къ водѣ должно быть передано:

$$\frac{W_0(m+n)}{n} \text{ ед. т. ;}$$

обозначая же черезъ K_1 —количество тепла, передаваемое отъ пара къ водѣ въ 1 часъ черезъ 1 кв. метръ поверхности при разности температуръ пара и воды въ 1°II , получимъ:

$$\pi d l K_1 \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{T_0 + t_0}{2} \right) = \frac{W_0(m+n)}{n}, \text{ (92)}$$

гдѣ: d —діаметръ паровыхъ нагрѣвательныхъ трубокъ,

l —общая длина ихъ,

T_1 —температура пара при входѣ въ паровыя трубки,

T_2 —температура конденсаціонной воды при выходѣ изъ паровыхъ трубокъ,

T_0 и t_0 —температура воды вверху и внизу цилиндра;

обыкновенно принимаютъ:

$$\frac{T_1 + T_2}{2} = 100^\circ\text{II},$$

$$\frac{T_0 + t_0}{2} = \frac{90 + 60}{2} = 75^\circ\text{II}.$$

Задаваясь діаметромъ трубокъ, получимъ, что длина ихъ будетъ:

$$l = \frac{W_0(m+n)}{\pi d W_1 \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{T_0 + t_0}{2} \right)} \text{ метр. (93).}$$

Что касается до коефиціента K_1 , то на основаніи опытныхъ данныхъ его можно принять равнымъ 1000 ед. т.

Объемъ расширителнаго сосуда L_0 рассчитывается по формулѣ:

$$L_0 = 2 \times 1,1 L \times a \times 30 \text{ куб. метр. (94),}$$

гдѣ a —коефиціентъ расширения воды = 0,000466.

Паровыя котлы рассчитываются какъ при паровой системѣ по ур. (89) съ тою лишь разницею, что въ виду перерывовъ между топками котла,—въ этомъ уравненіи вместо W_0 должно быть вставлено $\frac{W_0(m+n)}{n}$, почему ур. (89) приметь видъ:

$$F_0 = \frac{1,1 W_0(m+n)}{n n_0} \text{ кв. метр. (95),}$$

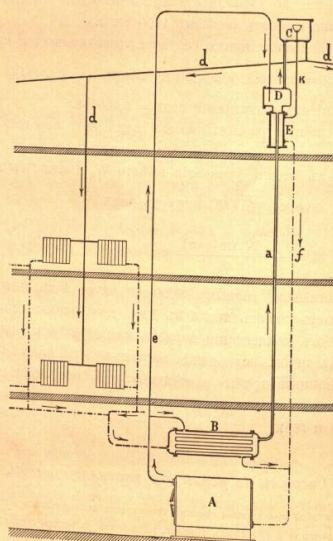
гдѣ n_0 принимается равнымъ 8000 ед. т. съ 1 кв. метра, а коефиціентъ $1,1$ даетъ запасъ тепла въ 10%, необходимый для погашенія потери тепла отъ конденсаціи пара въ магистральномъ паропроводѣ.

Наконецъ трубы, подводящія паръ къ водогрѣйнымъ цилиндромъ, и конденсаціонныя трубы рассчитываются совершенно также, какъ это было указано для паровой системы низкаго давленія, то-есть по ур. (85), (87) и (88).

Системы со усиленной циркуляцією воды.

Циркуляція воды при водной системѣ происходитъ исключительно вслѣдствіе разности вѣса воды въ подъемной и обратныхъ трубахъ, выразимої разностью температуръ этой воды; образующаяся при этомъ движущая сила однако не особенно велика и называетъ линь медленное движение воды, что съ одной стороны ограничиваетъ районъ дѣятельности водной системы, съ другой же называетъ необходимость приѣзженія циркуляціонныхъ трубъ сравнительно большаго діаметра, удорожая такимъ образомъ стоимость устройства системы. Эти недостатки во многихъ случаяхъ служатъ препятствиемъ къ распространенію этой во всѣхъ другихъ отношеніяхъ прекрасной системы, потому дальнѣйшій усовершенствованій въ ней были направлены главнымъ образомъ къ усиленію циркуляціи воды—Рекка и Брюнера.

Въ системѣ Рекка усиленіе циркуляціи воды достигается впускомъ въ подземную трубу пара; общее расположение частей этой системы показано на черт. 317; здесь А—паровой котелъ, В—водогрѣйный цилиндръ, отъ которого устраивается обычная система водяного отопленія, С—расширительный сосудъ; нагрѣтъ въ цилиндрѣ вода по подземной трубѣ а, верхнюю свою частью проходящей сквозь чугунный сосудъ Е, поступаетъ изъ циркулятора D, представляющій



Черт. 317.

способъ уширѣніе подземной трубы, устроенное на некоторой высотѣ, а затѣмъ поступаетъ въ расширительный сосудъ С, отъ которого уже идуть трубы д, е, разводящіе согрѣтую воду изъ нагревательныхъ приборовъ въ комнатахъ; паръ изъ парового котла поступаетъ по трубѣ въ циркуляторъ D черезъ особое сито, установленное на концѣ трубы, и затѣмъ въ вѣтъ пузирковъ поднимается по верхней части подземной трубы DC и выходитъ затѣмъ въ рас-

ширительный сосудъ; движеніе паровыхъ пузирковъ и согрѣваніе воды паромъ въ трубѣ DC и служитъ побудительной силой, значительно усиливющей циркуляцію воды въ этой трубѣ, распространяющуюся затѣмъ во всѣмъ трубамъ системы; избытокъ пара, попавшій въ расширительный сосудъ удаляется оттуда по переливной трубѣ къ сосуду Е—, прихода вѣтъ въ соприкосновеніи съ поверхностью подземной трубы, служить для согрѣванія воды въ по-слѣдней, образовавшися же въ сосудѣ Е—конденсационная вода поступаетъ по трубѣ f въ нижнюю часть парового котла и служить для его питанія.

Такимъ образомъ усиленіе циркуляціи воды достигается во первыхъ движениемъ паровыхъ пузирковъ по трубѣ DC, а во вторыхъ добавочнымъ согрѣваніемъ воды въ ней; скорость движенія воды въ зависимости отъ высоты участка DC увеличивается при этомъ вѣтъ въ 4 раза по сравненію съ обычной водяной системой, что даетъ возможность во столько же уменьшить сѣченіе циркуляционныхъ трубъ и устанавливать нагревательные приборы не только на большемъ разстояніи отъ водогрѣйного цилиндра, чѣмъ это можно было бы допустить при обычной водяной системѣ, но даже и ниже этого цилиндра.

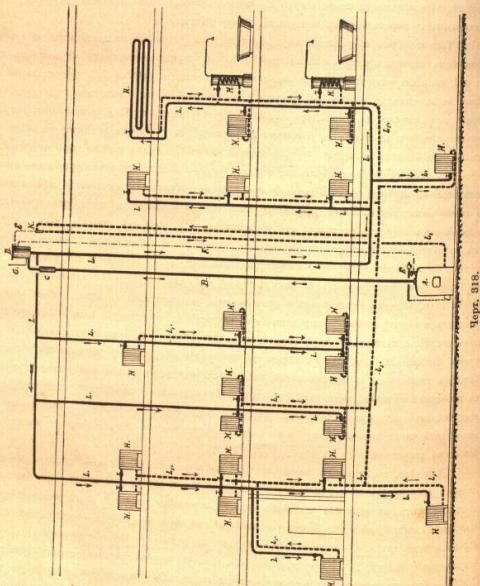
Въ системѣ Брюннера усиленіе циркуляціи воды достигается также движениемъ пузирковъ пара въ верхней части подземной трубы, но парообразованіе достигается здесь помошью обычного водогрѣйного котла; устройство этой системы основано на томъ, что пререщеніе воды въ паръ зависитъ не только отъ температуры воды, но и отъ давленія, подъ которымъ она находится; соответственно этому вода въ водогрѣйномъ котлѣ обычной водяной системы можетъ быть нагрѣта даже до температуры выше 100° П., но въ самомъ котлѣ кипятіе воды не будетъ еще происходить, такъ какъ вода въ немъ находится подъ давленіемъ большого столба воды, опредѣляемаго высотой расположения расширительного сосуда; кипятіе воды, сопровождающеее выщеніемъ пузирковъ пара, начнется на поверхности воды въ расширительномъ сосудѣ, а затѣмъ по мѣрѣ дальнѣйшаго перегрева воды поверхность выдѣлений пара будетъ понижаться, переходя въ подземную трубу, и наконецъ при сильномъ нагревѣ воды начнется кипятіе съ въ самому котлу; такое кипятіе воды въ котлѣ очень временно отражается на прочности системы, такъ какъ сопровождается сильными сотрясеніями посадѣній, вынуждающими выходить большихъ пузирковъ пара изъ котла въ подземную трубу; кипятіе же воды въ верхней части подземной трубы не сопровождается такимъ сотрясеніемъ и можетъ быть безвредно допускаемо.

Для того, чтобы предупредить подобное кипятіе воды въ котлѣ,—Брюннеръ въ своей системѣ устраиваетъ въ верхней части подземной трубы особое расширѣніе, при чѣмъ, какъ показалъ опытъ, поверхность выдѣлений пара не опускается ниже дна этого расширѣнія; расположение частей системы Брюннера показано на черт. 318, гдѣ А—водогрѣйный котелъ, В—подземная труба, С—вышеуказанное расширѣніе подземной трубы (уравнитель), D—расширительный сосудъ, I, L—трубы, разводящіе горячую воду къ нагревательнымъ приборамъ, I₁, I₂— обратки трубъ; для болѣшаго усиленія циркуляціи общая обратная труба не соединяется непосредственно съ котломъ, а предварительно поднимается вверхъ, гдѣ соединяется съ особымъ конденсаторомъ пара К, установленнымъ на высотѣ между расширительнымъ сосудомъ и уравнителемъ, конденсаторъ же К соединяется уже съ нижней частью котла; верхняя часть расширительного сосуда соединяется съ одной стороны трубкой F съ регуляторомъ горѣнія, а съ другой трубкой E съ конденсаторомъ К, при чѣмъ трубка E погружена въ конденсаторъ и слабѣнна особымъ наконечникомъ.

При нагревании воды в котле выше 100° Ц. плоскость кипящей воды опускается до разрывателя, где и происходит выделение из паровых паров, выходящего затем в расширительный сосуд и усилившего циркуляцию воды в системе также, как это происходило в описанной ранее системе Рекка; избыток пара, собирающегося в верхней части расши-

В обиных этих системах циркуляция воды действительно усиливается значительно, что и дает возможность уменьшать диаметр циркуляционных труб и расширять район действия системы, однако же нельзя сказать, что эти системы могут во всяком случае считаться на столько же удовлетворительными, как обычная водяная система никакого давления: усиленная циркуляция в системах Рекка и Брюнера достигается лишь в тех случаях, когда происходит кипение воды в верхней части подъемной трубы, при чем вода поступает в нагревательные приборы при температуре выше 90° Ц.; понижение этой температуры при этих системах невозможно и таким образом в системах Рекка и Брюнера совершенно уничтожается главное преимущество водяной системы—возможность центрального регулирования температуры в помещениях при помощи соответственного изменения температуры воды в котле в зависимости от температуры наружного воздуха. В этом отношении системы Рекка и Брюнера ближе подходят к паровой системе. Кроме того и температура поверхности нагрева при системах Рекка и Брюнера выше, чем при обычной водяной системе, что может вызвать начало разложения воздушной пыли и порту воздуха в отапливаемых помещениях.

Несмотря на эти частные недостатки обе эти системы заслуживают внимания и могут применяться главным образом в тех случаях, когда обычная водяная система почему-либо не может быть применена, например при невозможности расположения водогрейного котла ниже нагревательных приборов или при большом удалении последних от водогрейного котла.



Черт. 318.

рительного сосуда, проходит по трубе Е в конденсатор и, выходя здесь через наконечник трубки, производить инъекцию воды из обратных труб от нагревательных приборов в общую обратную трубу, усиливая таким образом циркуляцию и согревая в то же время эту воду, так что вода поступает в котел более нагрета, чем это бывает при обычном водяном отоплении.

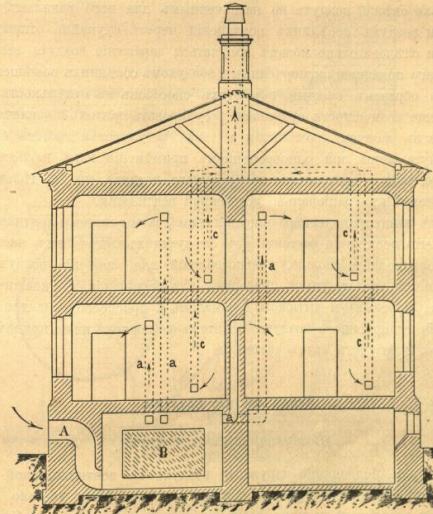
ченного воздуха чрезъ назначенные для этого вытяжные каналы; 2) изъ помѣщений можетъ быть высасываемъ испорченный воздухъ, при чмъ въ помѣщенихъ образуется разрѣжение воздуха, способствующее пасасыванію свѣжаго воздуха чрезъ назначенные для того

Вентиляція.

Общая схема вентиляціи.

Въ ранѣе помѣщенныхъ общихъ свѣдѣніяхъ о вентиляції было указано уже, что вентиляція состоитъ въ извлечении изъ помѣщений испорченного воздуха и вводѣ въ него свѣжаго, подогрѣтаго и увлажненнаго, воздуха. Общая схема расположения отдѣльныхъ частей системы вентиляціи показана на черт. 319: свѣжій наружный воздухъ при помощи воздухоприводного канала А приводится въ вентиляционную камеру,—гдѣ установленъ приборъ В, служащий для подогрѣвания и увлажненія воздуха; нагрѣтый и увлажненный адѣсь воздухъ отводится затѣмъ при помощи каналовъ а, а въ вентилируемыя помѣщенія, испорченныя же воздухъ удаляется изъ помѣщений чрезъ вытяжные каналы с, с. Изъ этого краткаго описанія системы вентиляціи видно, что она во всемъ схожа съ ранѣе описанной системой воздухопроѣденія; разница между ними заключается лишь въ температурѣ вводимаго воздуха, который при воздушномъ отоплѣніи нагрѣвается до температуры выше комнатной, при вентиляці-же помѣщений вводимый воздухъ согрѣвается обыкновенно лишь до комнатной температуры, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и ниже ея (когда при помощи вентиляціи требуется устранить избытокъ тепла въ помѣщениі). Кромѣ вышеуказанныхъ частей въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ системѣ вентиляціи устраиваются єще отдѣльныя приспособленія для очистки воздуха отъ пыли и для усиленія движенія воздуха.

Общее движение воздуха по отдѣльнымъ частямъ системы вентиляціи можетъ быть достигнуто двумя способами: 1) въ помѣщениіи можетъ быть нагнетаемъ свѣжій воздухъ, при чмъ въ помѣщенихъ образуется увеличение упругости воздуха, способствующее выталкиванію испор-



Черт. 319.

каналы. Оба эти способа въ отдѣльности имѣютъ однако свои недостатки: при нагнетаніи воздуха, когда въ помѣщениіи образуется избытокъ упругости его, испорченный воздухъ можетъ выходить изъ вентилируемаго помѣщениія не только чрезъ назначенные для того каналы, но также и чрезъ другія отверстія, какъ напримѣръ случаю откры-

тия двери въ соседнія помѣщенія, гдѣ упругость воздуха можетъ быть менѣе; такимъ образомъ при примѣненіи только нагнетанія возможно распространеніе испорченного воздуха изъ вентилируемыхъ помѣщений въ соседнія; при второмъ способѣ, когда въ вентилируемомъ помѣщении образуется разрѣженіе воздуха, въ помѣщеніе это можетъ поступать не только свѣжій воздухъ по назначенному для него каналамъ, но также и воздухъ соседніхъ помѣщений透过 случайно открытыя двери и стѣновательно можетъ получаться зараженіе воздуха вентилируемаго помѣщенія испорченнымъ воздухомъ соседніхъ помѣщений. Такимъ образомъ каждый изъ этихъ способовъ въ отдѣльности не даетъ еще возможности правильно регулировать притокъ и извлеченіе воздуха въ каждомъ помѣщении и такая регулировка можетъ быть достигнута лишь при одновременномъ приѣзженіи какъ нагнетанія свѣжаго, такъ и высыпаніи испорченного воздуха, что и дѣлается обыкновенно при рационально устроенной вентиляції.

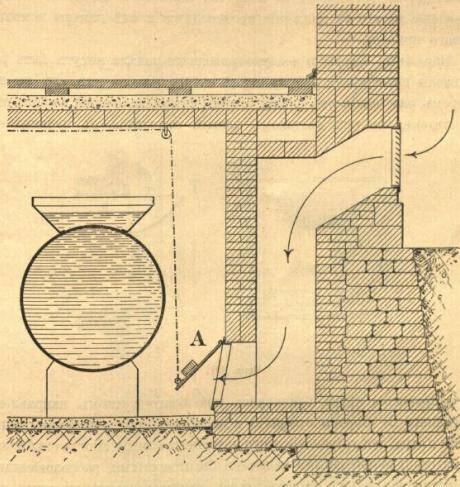
Изъ вышеописанного описанія общей схемы системы вентиляціи видно, что послѣдняя состоитъ изъ слѣдующихъ отдѣльныхъ частей: воздухоприводного канала, приспособленій для движенія воздуха и для очистки его отъ пыли, приборовъ для согреванія и увлажненія воздуха, жаровыхъ и вытяжныхъ каналовъ и приспособленій для извлеченія испорченного воздуха; въ этомъ-же порядкѣ ниже приведено описание и расчетъ этихъ частей.

Вводъ чистаго воздуха.

Воздухоприводный канал.

Каналы, подводящіе наружный воздухъ къ вентиляционной камерѣ, устраиваются совершенно также, какъ это было указано при описаніи воздушной системы отопленія, и при устройствѣ ихъ слѣдуетъ руководствоваться всѣми указанными тамъ правилами; главнымъ образомъ слѣдуетъ заботиться о возможно-короткомъ пути для воздуха и о возможности легкой очистки ихъ отъ пыли, для чего внутренній поверхности воздухоприводного канала должны быть гладко опшукатурены. Каналы эти разсчитываются обыкновенно на небольшую скорость отъ 0,9 до 1,1 метра въ секунду, потому размѣры ихъ получаются на столько значительными, что входъ въ нихъ для очистки отъ

пыли не представляетъ особыхъ затрудненій; вообще не слѣдуетъ допускать слишкомъ большихъ скоростей въ воздухоприводныхъ каналахъ для того, чтобы воздушная пыль могла осаждаться въ нихъ-же и не увлекалась бы съ воздухомъ въ вентиляционную камеру; но въ тѣхъ случаяхъ, когда для очистки воздуха отъ пыли принимаются особы



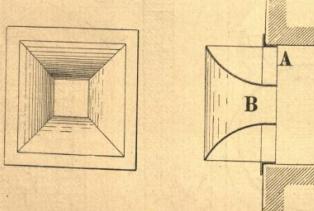
Черт. 320.

мѣры (ниже подробно описаны) и движение воздуха производится при помощи нагнетательныхъ вентиляторовъ, — воздухоприводные каналы могутъ быть рассчитываемы и на большую скорость—до 2 мѣтровъ въ секунду.

При значительныхъ размѣрахъ воздухоприводные каналы не помѣщаются обыкновенно въ стѣнѣ и устраиваются въ видѣ отдѣльной

пристройки, какъ это было указано на черт. 223, или же дѣлаются внутри помѣщенія, какъ изображено на черт. 320; адѣсь указана толькъ случай, когда вентиляціонная камера (съ водяннымъ нагрѣвателнымъ приборомъ) примыкаетъ непосредственно къ наружной стѣнѣ, вдоль которой пристроенъ внутри воздухоприводный каналъ; клапанъ А, закрывающій воздухоприводное отверстіе, помѣщенъ въ самой камере, приведеніе же его въ движеніе производится извѣнѣ камеры помощью цѣпного привода.

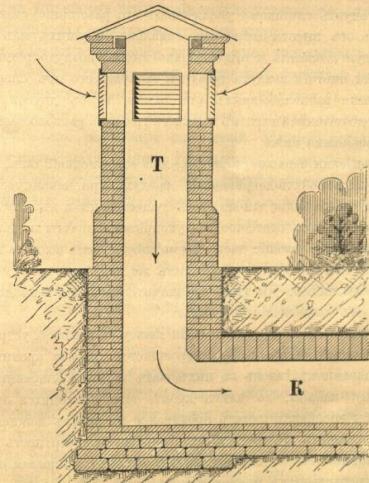
Наружные отверстія воздухоприводного канала могутъ быть расположены непосредственно въ стѣнѣ зданія, или же въ его, на некоторомъ разстояніи отъ зданія. Первое изъ расположений имѣть толькъ недостатокъ, что тага въ такомъ каналѣ находится въ зависимости



Черт. 321.

отъ направления вѣтра, усиливаясь при благопрѣятномъ направлении послѣдняго со стороны отверстія и ослабляясь при обратномъ, направлении вѣтра; для устраненія этого недостатка камеру иногда снабжаютъ двумя воздухоприводными каналами съ отверстіями, расположеннымъи съ противоположныхъ сторонъ зданія, открывая соотвѣтственный воздухопрѣемникъ въ зависимости отъ направления вѣтра; по подобное устройство усложняетъ уходъ за вентиляціонной камерой и далеко не всегда приводитъ къ желательнымъ результатамъ, почему и адѣсь полезно примыкать дефлекторы, измѣняющіе всякое направление вѣтра въ сторону, благопрѣятную для таги. Подобный, довольно простой, дефлекторъ, устанавливаемый въ воздухопрѣемная отверстія, показанъ на черт. 321 въ фасадѣ и разрѣзѣ: онъ состоитъ изъ наружной рамки А, задѣлываемой въ кладку, и внутреннего патрубка В, уши-

ряющагося воронкообразно наружу и соединенного съ рамкой А помощью четырехъ перегородокъ изъ листового жалѣза, расположенныхъ по направлению диагоналей отверстія. Вѣтеръ, при вскомуъ его направлении, встрѣчаясь съ воронкообразными поверхностями патрубка В, скользить по нимъ и такимъ образомъ получаетъ направленіе внутрь воздухоприводного канала.



Черт. 322.

Для той же цѣли воздухопрѣемное отверстіе относятъ наѣкто-рое разстояніе отъ зданія, устраивая отдельно стоящую воздухопрѣемную шахту Т (черт. 322), соединенную съ вентиляціонной камерой подземнымъ кирпичнымъ каналомъ К; воздухопрѣемная отверстія въ шахтѣ дѣлаются съ четырехъ сторонъ, вслѣдствіе чего направленіе

вътре не имѣть уже значенія; отверстія эти закрываются душниками въ видѣ жалюзі, шахта же сверху перекрывается крышей. Воздухопріемный отверстія въ такихъ шахтахъ располагаются на высотѣ отъ 1,5 до 2 метр. отъ земли и самыя шахты относятся отъ зданій на разстояніе 6—8 метр. Надо, однако, замѣтить, что большее удаленіе шахты отъ помѣщений вентиляціонной камеры, удлинная горизонтальную часть канала, тѣмъ самымъ вліяетъ на ослабленіе тяги въ немъ, почему не слѣдуетъ слишкомъ увеличивать это разстояніе, ставя его въ зависимости отъ высоты жаровыхъ каналовъ, идущихъ изъ камеры. То же слѣдуетъ сказать и относительно высоты воздухопріемного отверстія: если чистота воздуха требуетъ забирать его изъ слоевъ, возможно даліе расположенныхъ отъ земли, то съ другой стороны сохраненіе достаточной тяги въ каналахъ требуетъ расположенія этихъ отверстій возможно ниже.

Винтесказанное важно, конечно, для естественной тяги, или для тяги, возбуждаемой подогреваніемъ воздуха; при механическомъ же побужденіи соображенія эти не столь существенны и въ этомъ случаѣ можно рекомендовать отнесеніе воздухопріемной шахты подальше отъ зданій; такое расположение даетъ возможность брать воздухъ изъ тѣхъ мѣстъ, где онъ болѣе чистъ, обсадивъ же подобную шахту невысокой растительностью, мы тѣмъ въ значительной мѣрѣ предохранимъ воздухъ и отъ загрязненія его пылью.

Подземный каналъ, соединяющій шахту съ камерой, устраивается съ притѣненіемъ тѣхъ же предосторожностей противъ прониканія сырости и подземныхъ газовъ въ нихъ, какъ и ранѣе описанные воздухопріводные каналы; но здесь кромѣ того приходится принимать мѣры, чтобы воспрепятствовать прониканію въ каналъ дождевой воды, проходящей черезъ грунтъ, для чего наружную поверхность покрытія канала устраиваютъ со скатами на двѣ стороны, покрывая эти скаты цементнымъ растворомъ или слоемъ асфальта.

Очистка воздуха отъ пыли.

Какъ въ наружномъ воздухѣ, такъ и въ воздухѣ помѣщений, всегда носится большое количество пыли, загрязняющей воздухъ и вредной для здоровья: органическія части пыли, соприкасаясь съ

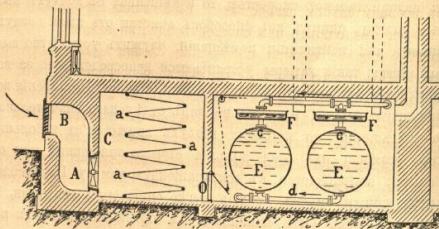
сильнно нагрѣтыми поверхностями, начинаютъ разлагаться, выдѣляя пахучія вещества, придающія воздуху дурной запахъ, минеральнѣ же части въ видѣ мелкихъ острыхъ песчинокъ могутъ производить раненія слизистыхъ оболочекъ, способствуя развитію въ нихъ вредныхъ микроорганизмовъ; въ особенности большое количество пыли содержится въ воздухѣ большихъ городовъ, загрязненномъ минеральной пылью отъ мостовыхъ, частичками лошадинаго помета, сажею и т. п., потому при устройствѣ вентиляціи всегда полезно устраивать особья приспособленія для очистки воздуха отъ пыли.

При сильномъ движении воздуха пыль увлекается постѣднимъ, но если воздухъ находится въ спокойномъ состояніи, или же движется съ незначительной скоростью, то взвѣшенная въ воздухѣ пыль осѣдаетъ,—поэтому одинимъ изъ способовъ очистки отъ пыли воздуха, назначенного для вентиляціи помѣщений, служитъ устройство пылеосадочныхъ камеръ; такие камеры устраиваются непосредственно за воздухоприводнымъ отверстіемъ въ видѣ соответственнаго уширения воздухоприводного канала, или же въ видѣ отдельнаго значительного размѣра помѣщений, по которому воздухъ движется съ небольшою скоростью, осыдая изъ себя пыль, а отсюда очищенный уже отъ крупной пыли, направляется въ вентиляціонную камеру. Пылеосадочная камера должна имѣть гладкія, легко очищаемыя отъ пыли, поверхности и должна быть запечена отъ прониканія въ нихъ подпочвенныхъ газовъ или грунтовой воды, для содержанія же ея въ должной чистотѣ она должна быть хорошо освѣщена и имѣть удобный плотно закрывающійся входъ.

Въ пылеосадочной камере осѣдаетъ только болѣе крупная пыль, для очистки же воздуха отъ мелкой пыли устраиваются еще особые фильтры, устанавливающіеся за пылеосадочной камерою, а если постѣднія не устраиваются, то фильтры устанавливаются въ воздухоприводномъ каналѣ, или же въ отдельномъ помѣщении предъ вентиляціонной камерой; фильтры оказываютъ довольно большое сопротивление движению воздуха, поэтому ихъ можно примѣнять лишь въ томъ случаѣ, когда въ системѣ вентиляціи имѣется значительный напоръ, какъ это бываетъ при нагнетаніи воздуха вентиляторами, при вентиляціи же, основанной лишь на подогреваніи воздуха, фильтры въ большинствѣ случаевъ не примѣнимы.

Въ прежнее время для фильтраціи воздуха примѣнялись водя-

ные фильтры, для чего воздух пропускался через сътку из водяных струй, но этот способ, требующий значительного расхода воды, не дает удовлетворительных результатов, так как значительная часть воздуха проходить через отверстия сътки, не соприкасаясь с водой и не очищаясь от пыли; лучшие результаты дали ватные фильтры, при которых воздух проpusкается через слой ваты, зажатый между железнными сътками, натянутыми на рамки, но такие фильтры оказываются слишком большое сопротивление движению воздуха, почему рѣдко примѣняются. Въ настоящее время для фильтраціи воздуха примѣняются преимущественно бумазейные фильтры, состоящие из натянутой бумазейной ткани, через которую и проходит

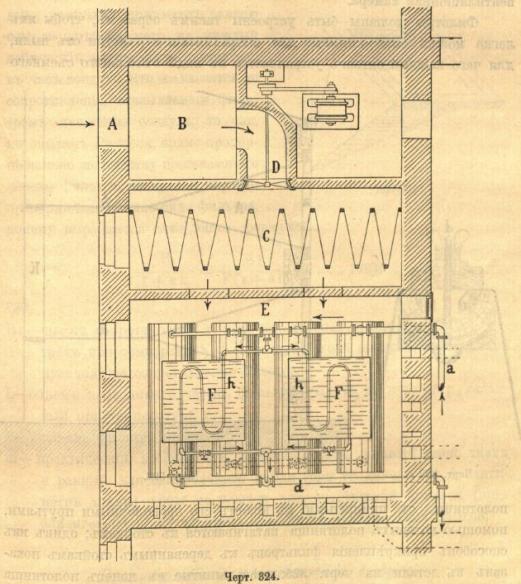


Черт. 323.

дить очищаемый отъ пыли воздухъ; ткань эта имѣть одну сторону гладкую, а другую мохнатую, при чмъ фильтры располагаются такимъ образомъ, чтобы въ сторону притока воздуха была обращена мохнатая сторона, на которой и осаждается воздушная пыль.

Въ виду большого сопротивленія, оказываемаго бумазею для движения воздуха, фильтрамъ приходится придавать весьма значительную поверхность, для увеличенія которой, при ограниченніи мѣста, отводимаго подъ фильтры, ихъ устраиваютъ обыкновенно въ видѣ зигзаговъ, какъ показано на черт. 323 и 324. На черт. 323 показано въ разрѣзѣ расположение горизонтальныхъ фильтровъ; адѣль А нагнетательный вентиляторъ, В—воздухоприводный каналъ, С—помѣщение для фильтровъ, въ которомъ укрѣплены горизонтальные бруски а, а съ натянутую на нихъ бумазейную тканью, черезъ которую и про-

исходитъ фильтрація воздуха; послѣдній, пройдя черезъ фильтры, поступаетъ затмъ въ нижнюю часть камеры калорифера черезъ отверстіе О; такое горизонтальное расположение фильтровъ не можетъ быть признано однако рациональнымъ во-первыхъ потому, что при этомъ мате-

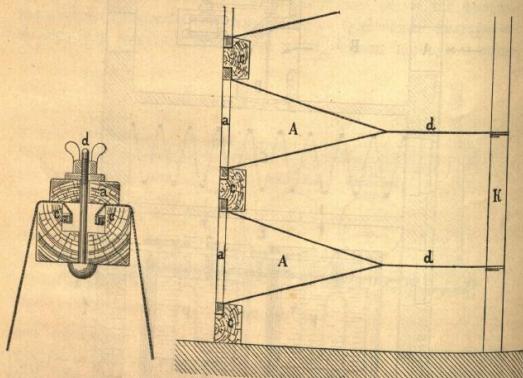


Черт. 324.

рия можетъ провисать и, вслѣдствіе соприкасанія ея съ нижележащими полотнищемъ, фильтрующая поверхность будетъ уменьшаться, а во-вторыхъ потому, что осѣдающая на горизонтальныхъ поверхностяхъ пыль сильно вѣдется въ фильтры, что затрудняетъ очистку ихъ.

Гораздо цѣлесообразнѣе устройство вертикальныхъ фильтровъ, показанныхъ на черт. 324; здесь А—воздухоприводное отверстіе, В—пылевосадочная камера, С—фильтры, состоящіе изъ вертикальныхъ стоечъ, между которыми натянута фильтрующая ткань, D—вентиляторъ, Е—вентиляціонная камера.

Фильтры должны быть устроены такимъ образомъ, чтобы ихъ легко можно было снимать для вытряхивания и очистки отъ пыли, для чего каждый энгзагъ устраивается въ видѣ отдѣльного съемного



Черт. 324.

Черт. 326.

полотнища, съ пришитыми къ краямъ его проволочными прутьями, помошько которыхъ полотнища натягиваются къ стойкамъ; одинъ изъ способовъ прикрытия фильтровъ къ деревяннымъ стойкамъ показанъ въ детали на черт. 325: адѣль вшитые въ конецъ полотнища прутья вкладываютъ въ желобокъ, сдѣланый изъ стойкъ А и захватываются за вбитые съ желобокъ крючки с, с, а затѣмъ зажимаются планкой а при помощи винта д.

На черт. 326 и 327 показаны еще одинъ виды фильтра въ видѣ пирамидальныхъ мышковъ А, А изъ бумагейной ткани, укрѣпленныхъ

къ деревяннымъ рамкамъ а, а; рамки вставляются въ пазы брусьевъ е, е, послѣ чего фильтры натягиваются помощью шуруповъ ф, ф, привязываемыхъ къ стойкамъ к.

При расчетѣ фильтровъ поверхность ихъ, на основаніи опытныхъ данныхъ, принимаютъ равную 0,01 до 0,015 кв. метр. на каждый кубический метръ фильтрующагося въ часъ воздуха. Что же касается до сопротивленія, оказываемаго фильтромъ движенію воздуха, то оно, по опытамъ Риччеля, прямо пропорционально количеству протекающаго черезъ фильтръ воздуха и обратно пропорционально площи фильтра, почему выражается слѣдующею формулой:

$$\frac{H_f}{1 + \alpha t_0} = \frac{m L}{F(1 + \alpha t)} \dots \dots (96),$$

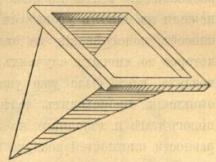
гдѣ:

H_f —высота сопротивленія, то-есть высота воздушного столба въ метрахъ при температурѣ t_0 фильтрующагося воздуха, теряемая на преодолѣніе сопротивленія фильтра;

L —объемъ проводимаго черезъ фильтръ воздуха въ куб. метр., заданный при температурѣ t ;

F —площадь фильтра въ кв. м.;

m —практический коэффиціентъ, зависящій отъ фильтрующей ткани и равный: для обикновенной марки (при 25 нитяхъ на 1 сантиметръ длины) 0,0015 до 0,002 и для специальной бумаги (приблизительно 17 нитей утка и 27 нитей основы) 0,024 до 0,03.



Черт. 327.

Приспособленія для передвиженія воздуха.

Движеніе воздуха по отдѣльнымъ частямъ системы вентиляціи можетъ происходить при помощи подогреванія его—вслѣдствіе разности плотностей воздуха, или подъ влияніемъ механическаго побужденія при помощи нагнетательныхъ или всасывающихъ вентиляторовъ. Первый изъ этихъ способовъ болѣе простъ и болѣе дешевъ;

движение вводимаго въ помѣщенія воздуха достигается въ этомъ случаѣ согрѣваніемъ его въ вентиляционной камерѣ, при чмъ, тѣмъ ниже расположена послѣдняя—тѣмъ больше будетъ столбъ нагрѣтаго воздуха, а слѣдовательно тѣмъ больше будетъ напоръ; въ виду этого расположение вентиляционной камеры въ подвалѣ предпочтительнѣе, нежели на одномъ уровне съ вентилируемымъ помѣщеніемъ. Однако способъ подогреванія не отличается тѣмъ постоянствомъ дѣйствія, которое въ многихъ случаяхъ необходимо: при подогреваніи движеніе воздуха, какъ было уже указано при описаніи воздушной системы отопленія, происходитъ вслѣдствіе неодинаковой плотности воздуха подогрѣтаго и холоднаго, но напоръ, который получается вслѣдствіе разности плотностей воздуха на столько незначителенъ, что въ вытяжныхъ трубахъ во многихъ случаяхъ не можетъ даже противостоять дѣйствію вѣтра, а въ приточныхъ камерахъ, при необходимости разводить воздухъ на далекое разстояніе,—напоръ этого въ большинствѣ случаевъ оказывается и недостаточнымъ. Въ виду этого этимъ средствомъ для движенія воздуха пользуются преимущественно въ тѣхъ случаяхъ, когда необходимо сократить расходы на первоначальное устройство и въ то-же время не требуется безусловная правильность дѣйствія вентиляціи, какъ это бываетъ въ больницѣ общихъ жилыхъ помѣщеній; въ общественныхъ же помѣщеніяхъ, каковы школы, больницы, церкви, театры, залы собраний и проч., гдѣ постоянство и правильность дѣйствія вентиляціи являются главнымъ условиемъ ее устройства, предпочтительно примѣненіе механическаго побужденія, которое, давая возможность имѣть постоянный напоръ требуемой величины, легко допускаетъ въ то-же время измѣненіе напора, а слѣдовательно регулированіе дѣйствія вентиляціи, въ весьма широкихъ предѣлахъ.

Для нагнетанія воздуха примѣняются преимущественно вентиляторы, приводимые въ движение электромоторами или-же какою либо другою силою; по своей конструкціи вентиляторы могутъ быть раздѣлены на центробѣжные и винтовые.

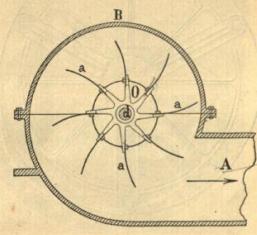
Типъ центробѣжного вентилятора показанъ на черт. 328; крылья **a**, **a** вентилятора заключены въ коробку **B**, имѣющую вокругъ оси **ф**, входа воздуха въ коробку; послѣдняя сообщается патрубкомъ **A** съ каналомъ, въ который необходимо нагнетать воздухъ; при вращеніи

оси **ф**, вслѣдствіе развитія центробѣжной силы, воздухъ всасывается внутрь коробки черезъ отверстіе **O**, стремясь къ ея наружному ободу, при чмъ крылья вентилятора вгоняютъ этотъ воздухъ въ патрубокъ **A**. Центробѣжные вентиляторы даютъ большую производительность лишь при соотвѣтственно большихъ скоростяхъ, производя при этомъ сильный шумъ, почему для вентиляціи жилыхъ помѣщеній почти не примѣняются, но тамъ, гдѣ имѣется недостатокъ мѣста, а въ то-же время требуется большая производительность, какъ напр. на судахъ, на фабрикахъ и т. под.—вентиляторы эти имѣть большое примѣненіе.

Для вентиляціи жилыхъ помѣщеній примѣняются исключительно вентиляторы втораго рода—винтовые; лопасти этихъ вентиляторовъ насыжены на ось подъ нѣкоторымъ угломъ къ ней, вслѣдствіе чего, при вращеніи оси, лопасти надавливаютъ на воздухъ и выталкиваютъ его впередъ; съ задней стороны вентилятора образуется при этомъ разрѣзъ, способствующее насыщанію воздуха и такимъ образомъ вентиляторы эти насышаютъ воздухъ съ одной стороны, нагнетая его въ другую. Ниже разсмотрѣны наиболѣе распространенные типы этихъ вентиляторовъ, отличающіеся между собою главнымъ образомъ формою лопастей.

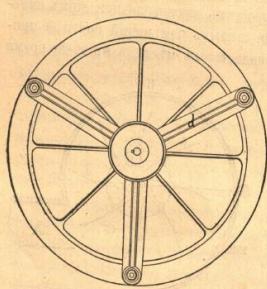
На черт. 329 показанъ въ фасадѣ и разрѣзѣ вентиляторъ Шиле, имѣющій плоскіе лопасти **a**, **a**, насыженныя неподвижно на ось **C**; для поддержания послѣдней служатъ лапы **б**, прикрѣпленныя къ ободу **O**; ободъ дѣлается коническій или прямой, но преимущество слѣдуетъ отдать конической формѣ обода, такъ какъ она соотвѣтствуетъ формѣ струи, выходящей изъ вентилятора, и слѣдовательно оказываетъ наименьшее сопротивленіе движению воздуха. Вентиляторы Шиле изготавливаются до 3 метровъ диаметромъ.

У вентилятора Аланда (черт. 330) лопасти представляютъ собою цилиндрическіе вѣрѣжики, прикрѣпленные къ оси такимъ образомъ, чтобы касательная къ внутреннему концу лопасти была параллельна

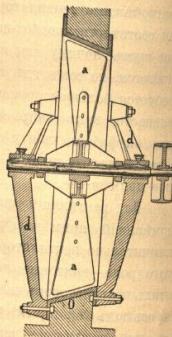


Черт. 328.

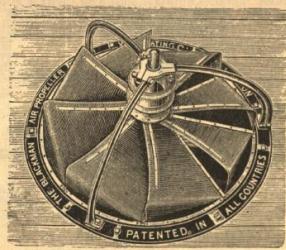
оси; эта форма и направление приданы лопастямъ съ цѣлью уменьшить трение воздуха о стѣнки канала, направляя воздухъ параллельно



Черт. 329.



читаютъ вентиляторы съ прямыми лопастями. При выборѣ вентилятора слѣдуетъ имѣть въ виду, что при большомъ числѣ оборотовъ вентиляторы производятъ довольно большой шумъ, который можетъ передаваться въ вентилируемыхъ помѣщеніяхъ, почему слѣдуетъ обращать вниманіе на ихъ безшумность и придавать имъ возможно меньшее число оборотовъ, соотвѣтственно увеличивая диаметръ вентилятора; впрочемъ въ послѣднее время появились уже въ продажѣ такъ-называемые безшумные вентиляторы, въ которыхъ регулированіе количества проводимаго воздуха производится не числомъ оборотовъ, а перестановкой лопастей вентилятора подъ тѣмъ или инымъ угломъ къ оси, чѣмъ можно также уменьшать и шумъ.



Черт. 331.

оси вентилятора, а слѣдовательно параллельно стѣнкамъ слѣдующаго за нимъ канала.

На черт. 331 показанъ третій типъ винтоваго вентилятора (Блекмана), концы плоскихъ лопастей котораго загнуты впередъ по направлению движения воздуха для уменьшенія вредного вліянія центробѣжной силы и направленія движения воздуха параллельно оси.

Оба послѣднія типа отличаются иѣсколько болѣе производительностью, чѣмъ вентиляторъ Шиле, но конструкція ихъ сложнѣе, почему на практикѣ болѣе предпо-

лагаемы вентиляторы съ прямыми лопастями. При выборѣ вентилятора слѣдуетъ имѣть въ виду, что при большомъ числѣ оборотовъ вентиляторы производятъ довольно большой шумъ, который можетъ передаваться въ вентилируемыхъ помѣщеніяхъ, почему слѣдуетъ обращать вниманіе на ихъ безшумность и придавать имъ возможно меньшее число оборотовъ, соотвѣтственно увеличивая диаметръ вентилятора; впрочемъ въ послѣднее время появились уже въ продажѣ такъ-называемые безшумные вентиляторы, въ которыхъ регулированіе количества проводимаго воздуха производится не числомъ оборотовъ, а перестановкой лопастей вентилятора подъ тѣмъ или инымъ угломъ къ оси, чѣмъ можно также уменьшать и шумъ.

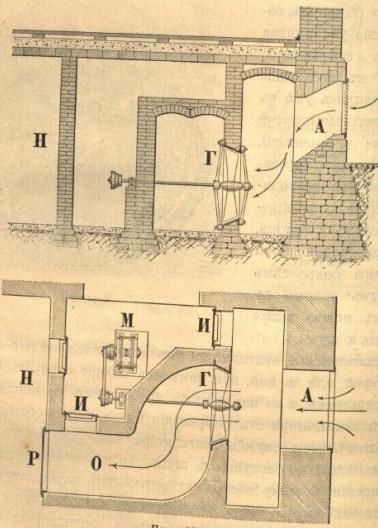
Нагнетательные вентиляторы устанавливаются предъ вентиляционной камерой, или за нею, при чёмъ ихъ слѣдуетъ ставить не предъ фильтрами, а за ними, чтобы предохранить подшипники и другія части вентилятора отъ засоряванія пылью и тѣмъ обеспечить большую долговѣчность службы вентилятора; надо однако замѣтить, что фильтры иѣсколько заглушаютъ шумъ, производимый вентиляторомъ при вращеніи, поэтому постановку вентилятора за фильтрами можно рекомендовать только тогда, когда устанавливаютъ безшумный вентиляторъ. Расположеніе вентилятора предъ вентиляционной камерой менѣе удобно, такъ какъ въ этомъ случаѣ вентиляторъ приходится устанавливать въ холодномъ помѣщеніи, что иѣсколько затрудняетъ уходъ за нимъ; такое расположеніе показано на черт. 323 и 324. Если же воздухъ изъ вентиляционной камеры поступаетъ въ общий разводящій каналъ, откуда уже переходитъ въ каналы для отдѣльныхъ помѣщеній, то вентиляторъ лучше всего устанавливать во входномъ устройствѣ.



Черт. 330.

разводящаго канала; тогда уходъ за нимъ будетъ производиться въ тепломъ мѣстѣ.

Задѣлка вентиляторовъ въ отверстія соотвѣтственныхъ каналовъ должна быть возможно болѣе прочна, чтобы здѣсь не могли образо-



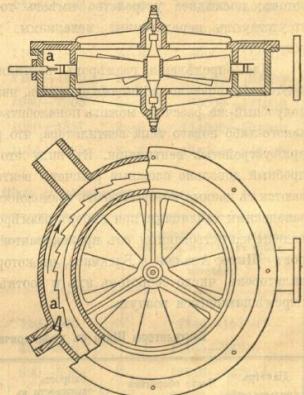
Черт. 332.

ваться щели, по которымъ можетъ происходить обратный токъ воздуха; при укрѣплѣніи въ каменную стѣну обода вентилятора обѣдываются кирпичемъ и прикрѣпляются къ стѣнѣ болтами, пропущенными черезъ проушины обода, какъ показано на черт. 332, где изображенъ разрѣзъ и планъ большаго воздухоприводнаго канала при механической вентиляціи: здѣсь А — воздухоприводное отверстіе, Г — нагнетательный

вентиляторъ, М — моторъ, приводящій вентиляторъ въ движение, О — воздухоприводный каналъ, ведущій воздухъ въ вентиляционную камеру, Р — регуляторный клапанъ, Н — вентиляционная камера; камерныи двери И, И служатъ для входа въ каналъ стѣлью очистки его отъ пыли и осмотра и смазки вентилятора. Изгибъ воздухоприводнаго канала Г сдѣланъ для того, чтобы части, служащіе для приведенія вентилятора въ движение, помѣстить въ воздухоприводнаго канала, при чмъ ось вентилятора пропущена черезъ стѣнку канала; нѣкоторое удлиненіе пути движущеся воздуха, получающеся вслѣдствіе этого изгиба, а также потеря напора вслѣдствіе нѣсколькихъ лишнихъ поворотовъ — не имѣютъ большаго значенія въ данномъ случаѣ, при наличии механическаго побужденія, но и здѣсь конечно сдѣльутъ по возможности скруглять всѣ повороты, дабы уменьшить потерю напора отъ тренія.

Для приведенія въ движение вентиляторовъ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ пользуются напоромъ водопровода, какъ это показано на чертежѣ

333 (космос-вентиляторъ Шеффера и Валькера); здѣсь на ободѣ вентилятора, заключенномъ въ чугунную колѣсевую коробку, устроены рядъ выступовъ въ видѣ пилы, на которые, при помощи сопла а, направляется струя воды, приводящая въ движение ободъ вентилятора, вмѣстѣ съ укрѣпленными къ нему лопастями. Этимъ способомъ нельзя однако придать вентилятору большую скорость вращенія, почему такие вентиляторы могутъ примѣняться лишь для перемѣщенія небольшихъ объемовъ воздуха.



Черт. 333.

Преимущественно же для приведения в движение вентилятора пользуются паровыми, газовыми, керосиновыми и электрическими двигателями, для какой-либо шкивъ двигателя соединяют ременной передачей со шкивомъ, насаженнымъ на ось вентилятора, при чмъ для возможности регулированія числа оборотовъ вентилятора—оба шкива слѣдуетъ дѣлать ступенчатыми; если примѣняется электрическая сила, то электромоторъ можетъ быть насаженъ и непосредственно на ось вентилятора (при примѣненіи безшумныхъ вентиляторовъ) съ постановкою соответственнаго реостата для регулированія числа оборотовъ; послѣднее устройство имѣетъ то преимущество, что здесь отсутствуютъ передаточные механизмы, усложняющіе лишь общее устройство.

Для определенія размѣровъ вентиляторовъ на практикѣ пользуются обыкновенно таблицами заводовъ, изготавлиющихъ вентиляторы, подробный же расчетъ можетъ понадобиться лишь при проектированіи какого-либо нового типа вентилятора, что рѣдко можетъ встрѣтиться при устройствѣ вентиляцій. Въ виду этого ниже не приводится подробнѣй довольно сложный расчетъ вентиляторовъ, а лишь указываются тѣ данныы, которыя даютъ возможность сознательно пользоваться заводскими таблицами при выборѣ размѣровъ вентилятора. Ниже приведены заимствованыя изъ прейскурантовъ таблицы для вентиляторовъ Шиле, Алланда и Блекмана, въ которыхъ указаны диаметры вентиляторовъ, число оборотовъ ихъ и соответственныя имъ количества перемѣщающагося воздуха.

Вентиляторы Шиле съ цилиндрическимъ ободомъ.

Диаметръ крыльевъ въ метр.	Число оборотовъ въ минуту.	Скорость по окружности въ минуту въ метрахъ.	Давленіе въ мм. водяного столба.	Количество перемѣща- емаго въ часъ воздуха въ куб. метр. при свободномъ его истечении.
0,20	1750—2500	1100—1571	2—4	600—900
0,25	1400—2300	1100—1806	2—5	900—1500
0,30	1150—2000	1084—1885	2—6	1380—2400
0,40	870—1500	1093—1885	2—6	2100—3900
0,50	700—1200	1100—1885	2—6	3600—6300

Диаметръ крыльевъ въ метр.	Число оборотовъ въ минуту.	Скорость по окружности въ минуту въ метрахъ.	Давленіе въ мм. водяного столба.	Количество перемѣща- емаго въ часъ воздуха въ куб. метр. при свободномъ его истечении.
0,65	520—900	1062—1838	2—6	6600—11400
0,80	460—800	1156—2011	2—6	9600—16800
1,00	350—600	1100—1885	2—6	15600—27000
1,20	290—500	1093—1885	2—6	22500—39000
1,50	250—400	1319—1885	2—6	34200—60000
1,75	200—350	1100—1924	2—6	48000—84000
2,00	175—300	1100—1885	2—6	60000—128000
2,35	150—260	1107—1920	2—6	78000—139500
2,50	185—230	1060—1806	2—6	96000—171000
2,75	125—215	1080—1857	2—6	114000—204000
3,00	115—200	1084—1885	2—6	138000—249000

Вентиляторы Шиле съ коническимъ ободомъ.

Диаметръ отверстия обода въ метрахъ:	Число оборотовъ въ минуту.	Количество перемѣща- емаго въ часъ воздуха въ куб. метр. при свободномъ истечении.
входнаго.	выходнаго.	
0,6	0,8	450—900
0,8	1,0	400—800
1,0	1,2	300—600
1,2	1,50	250—500
1,50	1,75	200—400
1,75	2,00	175—350
2,00	2,25	150—300
2,25	2,50	130—260
2,50	2,75	120—230
2,75	3,00	110—215
3,00	3,33	100—190

Вентиляторы Аланда.

Диаметр обода въ метрахъ.	Число оборотовъ въ минуту.	Количество перемѣщающаго въ часъ воздуха въ куб. метрахъ при свободномъ истечении.
0,30	800—1400	2310—4055
0,40	700—1200	3785—5725
0,45	600—1100	4520—9000
0,60	460—840	7840—15620
0,75	430—750	12215—19580
0,90	390—650	16310—28700
1,05	360—600	26630—39150
1,20	290—500	31820—63640
1,40	270—480	37585—73540
1,50	260—420	47530—78350
1,80	220—360	63640—98960

Вентиляторы Блекмана.

Диаметр обода въ метрахъ.	Число оборотовъ въ минуту.	Количество перемѣщающаго въ часъ воздуха въ куб. метрахъ при свободномъ истечении.
0,35	1000—1500	2310—3870
0,45	700—1200	3182—6364
0,60	500—900	4750—9500
0,75	450—700	6364—12730
0,90	400—650	12620—21975
1,05	360—600	16310—26630
1,20	300—500	21240—47500
1,50	240—450	33450—68900
1,80	200—350	47500—91340

Согласно этимъ таблицамъ каждый вентиляторъ можетъ перемѣщать различнія количества воздуха, въ зависимости отъ числа оборотовъ, но при этомъ въ таблицахъ указано количество перемѣщающаго воздуха при свободномъ его истечении, то-есть когда вентиляторъ стоитъ на открытомъ воздухѣ; въ дѣйствительности же, при установкѣ вентилятора въ каналѣ, вслѣдствіе встрѣчающихся затѣй сопротивленій для движения воздуха, количество перемѣщающаго имъ воздуха будетъ иѣсколько иное, потому при выборѣ вентиляторовъ слѣдуетъ руководиться нижеприведенными указанными.

Обозначая черезъ L_0 количество перемѣщающаго воздуха, указанное въ таблицѣ, черезъ F_1 сѣченіе вентилятора, черезъ которое выходитъ воздухъ, получимъ, что скорость выхода воздуха въ этомъ сѣченіи будетъ:

$$v = \frac{L_0}{3600 F_1},$$

при чмъ соотвѣтствующий этой скорости напоръ долженъ бытѣ:

$$H = \frac{v^2}{2g};$$

подставляя въ послѣдніе выражение ранѣе указанную, величину скорости v , получимъ:

$$H = \frac{L_0^2}{3600^2 F_1^2 2g}.$$

Далѣе обозначимъ черезъ L количество воздуха, которое дѣйствительно необходимо перемѣстить въ данной системѣ вентиляціи, черезъ t —температуру, при которой дано это количество воздуха, черезъ M —тотъ напоръ, выраженіемъ столбомъ воздуха при 0° , который вентиляторъ долженъ преодолѣть въ дѣйствительности, и принимая, что объемы воздуха указаны въ таблицахъ при 0° , получимъ, что для избраннаго вентилятора должно быть:

$$\frac{ML}{1 + at} < H L_0 \dots (97)$$

подставляя сюда вмѣсто H ранѣе опредѣленную величину и производя дѣйствія, получимъ:

$$\frac{L}{1 + at} < \frac{(0,01 L_0)^2}{254 F_1^2 M}.$$

откуда окончательно:

$$L_0 > 633,5 \sqrt{\frac{L F_i^2 M}{1 + \alpha t}} \quad \dots \quad (98).$$

Это уравнение и дает искомую зависимость между указанным в таблице объемом L_0 и заданным объемом L , приемлемым в действительности; соответственно этому по таблице должен быть выбран такой вентилятор, для которого сохраняется вышеуказанное неравенство (98).

Если в преискусственной таблице дано давление воздуха в миллиметровъ водяного столба, то этимъ можно воспользоваться для непосредственного определения напора H (выраженного въ видѣ высоты столба воздуха), имѣя въ виду, что давление въ 1 миллиметръ водяного столба равносильно давлению въ 1 кгр. на 1 кв. метръ; такъ какъ въсъ 1 куб. метра воздуха при 0° равенъ 1,293 кгр., то искомая величина H будетъ:

$$H = \frac{n}{1,293} = 0,772 n$$

и слѣдовательно по ур. (97) будемъ имѣть.

$$\frac{ML}{1 + \alpha t} \leq 0,772 n L_0$$

откуда:

$$L_0 \geq \frac{ML}{0,772 n (1 + \alpha t)} \quad \dots \quad (99).$$

Слѣдовательно, если въ таблицахъ указано давление воздуха въ миллиметрахъ водяного столба, то слѣдуетъ выбирать по таблицѣ такой вентиляторъ, для которого сохраняется неравенство (99).

Величина силы, требующейся для приведенія вентилятора въ движение, опредѣляется на основаніи слѣдующихъ соображеній: 1 лопатинная сила равна 75 кгр./м/сек.; въ данномъ случаѣ надо поднять L куб. метровъ воздуха, данныхъ при температурѣ t (или $\frac{1,293 L}{1 + \alpha t}$ кгр. воздуха) на высоту M метровъ; слѣдовательно, обозначая

черезъ η коэффиціентъ полеваго дѣйствія вентилятора, получимъ, что потребная сила должна бытъ:

$$N = \frac{1,293 LM}{75 (1 + \alpha t) 3600 \eta} = \frac{0,0000048 LM}{(1 + \alpha t) \eta} \text{ лоп. силь} \quad \dots \quad (100).$$

Коэффиціентъ η зависитъ отъ конструкціи вентилятора и колеблется въ предѣлахъ отъ 0,25 до 0,5.

Согрѣваніе воздуха.

Какъ уже было указано, наружный воздухъ, до ввода его въ помѣщенія, долженъ быть предварительно подогрѣваемъ, при чмъ температура, до которой согрѣвается вводимый воздухъ, зависитъ отъ цѣли, для которой проектируется вводъ его: если воздухъ вводится для отопления помѣщеній (воздушное отопленіе), то, очевидно, температура его должна быть выше комнатной и, такъ какъ было уже указано при описаніи воздушной системы отопленія, воздухъ нагрѣвается при этомъ до 40° — 60° Ц.; если же вводимый воздухъ служить исключительно для пѣней вентиляціи и не долженъ согрѣвать помѣщенія, то онъ подогрѣвается только до комнатной температуры, принимаемой для жилыхъ помѣщеній въ предѣлахъ отъ 18° до 20° Ц.; наконецъ когда вентиляція устраивается, какъ для очищенія воздуха, такъ и съ цѣлью понизить температуру въ помѣщеніяхъ (въ залахъ для многолюдныхъ собраний, въ церквяхъ и проч.), то температура вводимаго воздуха должна быть ниже комнатной, но и въ этомъ случаѣ она не должна быть слишкомъ низка, во избѣженіе ощущенія холоднаго дутыя; обыкновенно принимаютъ, что для помѣщеній обычной высоты воздухъ можетъ въ этомъ случаѣ имѣть температуру до $+15^\circ$ Ц., для высокихъ же помѣщеній, въ которыхъ возможно устроить выпускъ воздуха на значительной высотѣ, температуру его можно допускать до $+12^\circ$ Ц., но не ниже.

Для согрѣванія вводимаго воздуха служатъ тѣ же типы нагрѣвателльныхъ приборовъ, которые были уже указаны при описаніи фістемъ отопленія и которые въ этомъ случаѣ носятъ общее название калориферовъ; металлическіе и кирпичные калориферы, нагрѣвающіеся непосредственно продуктами горѣнія, были уже описаны въ отдѣлѣ о воздушномъ отопленіи, здесь же остается подробнѣе остановиться на

водяныхъ и паровыхъ калориферахъ, примѣняемыхъ для согрѣвания воздуха при водяной и паровой системахъ.

Въ виду особой важности сохранить вводимый воздухъ въ должной чистотѣ—для согрѣвания его всегда слѣдуетъ предпочитать приборы съ гладкой поверхностью нагрева, допускавшие очищаемые отъ пыли приборы лишь въ исключительныхъ случаяхъ; камеры калориферовъ должны быть свѣтыми и имѣть размѣры, достаточные для входа въ нихъ съ цѣлью содержанія ихъ въ должной чистотѣ; вообще всѣ правила относительно камеръ, указанные при описаніи воздушной системы, слѣдуетъ соблюдать и при устройствѣ калориферовъ для вентиляціи.

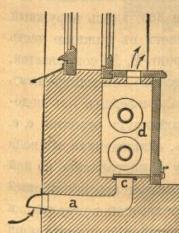
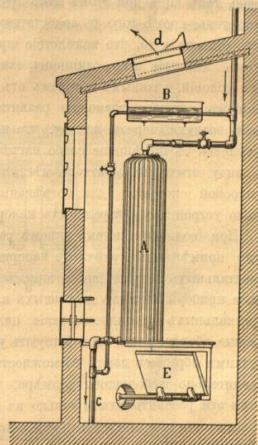
По мѣсту устройства калориферовъ ихъ можно раздѣлить на мѣстные центральные. Мѣстные калориферы устраиваются въ томъ же этажѣ, где находятся вентилируемыя помѣщенія, и служатъ для ввода воздуха въ одно или два смежныхъ помѣщенія, имѣя сравнительно небольшіе размѣры.

Наиболѣе простой способъ подогреванія вводимаго воздуха состоитъ во вводѣ его черезъ полоконную нишу, где располагаются нагревательные приборы, закрытые спереди щитомъ, какъ показано на черт. 334; здесь наружный воздухъ поступаетъ по каналу а, регулировка же количества его производится клапаномъ с; нагрѣтый около батарей д воздухъ поступаетъ въ помѣщеніе черезъ отверстіе въ полоконной доскѣ; способъ этотъ не можетъ быть рекомендованъ во-первыхъ потому, что незначительные размѣры подъоконной ниши не даютъ возможности установить здѣсь увлажнительный сосудъ, а во-вторыхъ въ виду опасности замерзанія воды въ такихъ приборахъ, вообще не обладающихъ большой теплоемкостью.

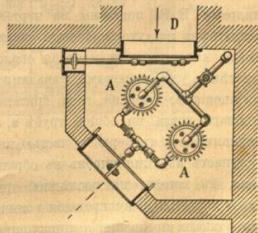
На чертежѣ 335 показанъ мѣстный калориферъ, расположенный въ углу помѣщенія: здѣсь для согрѣвания воздуха служатъ вертикальныя реберныя печи А, А, огражденныя кирпичными стѣнками; а—труба, подводящая къ калориферу горячую воду при водяной или парь при паровой системѣ, с—обратная труба, отводящая въ котель охлажденную воду, В—сосудъ, назначенный для увлажненія воздуха; наружный воздухъ входитъ въ камеру калорифера черезъ каналъ D, снабженный регуляторнымъ клапаномъ Е, согрѣтый же воздухъ поступаетъ въ помѣщеніе черезъ душницу д. При устройствѣ мѣстныхъ калориферовъ необходимо обращать вниманіе на достаточную изоли-

ровку отъ охлажденія стѣнокъ камеры, въ особенности ихъ нижнихъ частей, въ противномъ случаѣ стѣнки эти могутъ промерзать, что сопровождается позивленіемъ на нихъ сырыхъ пятенъ, вслѣдствіе осѣданія влаги компактнаго воздуха на такихъ холодныхъ мѣстахъ.

Въ мѣстныхъ водяныхъ калориферахъ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ можно примѣнять нагревательные приборы большой теплоемкости, въ большинствѣ же случаевъ, за недостаткомъ мѣста, приходится примѣнять реберныя печи или радиаторы, вмѣщающіе въ себѣ небольшіе объемы воды, вслѣдствіе чего здѣсь при низкой наружной температурѣ возможны случаи даже замерзанія воды въ приборахъ, что и наблюдалось иногда на практикѣ во время перерыва между



Черт. 334.



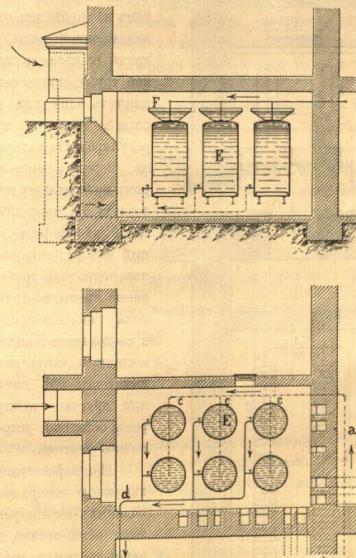
Черт. 335.

топками котла, когда температура воды въ системѣ вообще понижается и циркуляція воды становится медленной; такъ замерзаніе крайне опасно, такъ какъ при этомъ какъ трубы, такъ и приборы лопаются и даютъ течь; кромѣ того къ недостаткамъ мѣстныхъ калориферовъ слѣдуетъ отнести и то, что вслѣдствіе краткости пути, проходимаго воздухомъ, дѣйствіе ихъ слишкомъ зависитъ отъ вѣнчанихъ атмосферныхъ условий, главнымъ образомъ отъ силы и направления вѣтра, подъ влияниемъ котораго возможно развитіе такой большой скорости движения воздуха черезъ камеру, что послѣдней, не успѣвъ согрѣться, поступаетъ въ помѣщеніе слабо нагрѣтый, приводя холодное дутье. Въ виду этихъ недостатковъ мѣстныхъ калориферовъ—при водяной и паровой системахъ для согреванія вводимаго воздуха предпочтительно устройство центральныхъ калориферовъ.

При водяной системѣ, кромѣ радиаторовъ и реберныхъ батарей, часто примѣняются трубчатые калориферы, состоящіе изъ рядовъ горизонтальныхъ трубъ, по которымъ циркулируетъ горячая вода, а также приборы въ видѣ желѣзныхъ клепанныхъ горизонтальныхъ или вертикальныхъ цилиндровъ; такие цилинды, вмѣща въ себѣ значительные объемы воды, способствуютъ увеличенію теплоемкости системы и такимъ образомъ даютъ возможность применять водогрѣбныя котлы сравнительно небольшого размѣра, такъ какъ въ такихъ случаяхъ котлы эти разсчитываются только на потребную поверхность нагрева, теплоемкость же системы достигается при помощи вышеуказанныхъ цилиндровъ.

Водяные калориферы съ горизонтальными и вертикальными цилиндрами Е, Е, показаны на черт. 323, 324 и 336: адѣсь наружный воздухъ изъ воздухоприводного канала поступаетъ въ нижнюю часть камеры калорифера и, проходя около цилиндровъ Е, Е, согрѣвается, а затѣмъ уже жаровыми каналами разводится по вентилируемымъ помѣщеніямъ; горячая вода притекаетъ къ калориферамъ изъ водогрѣбнаго котла по общей трубѣ а, отъ которой идутъ отростки с, съ соединяющіемъ съ верхней частью цилиндровъ, охлажденная же вода поступаетъ изъ цилиндровъ въ обратную трубу ф, направляясь по ней снова въ котель; на послѣдней трубѣ располагается регуляторный кранъ какъ для регулированія количества протекающей воды, такъ и для полнаго прекращенія циркуляціи въ то время, когда вентиляція не требуется; иногда вместо общаго регуляторнаго крана устанавлива-

ваются отдѣльные краны на отросткахъ обратныхъ трубъ у каждого цилиндра, но въ постановкѣ такихъ отдѣльныхъ крановъ быть особой необходимости, такъ какъ регулированіе въ достаточной мѣрѣ можетъ быть достигнуто и общимъ регуляторнымъ краномъ; на тѣхъ же чер-



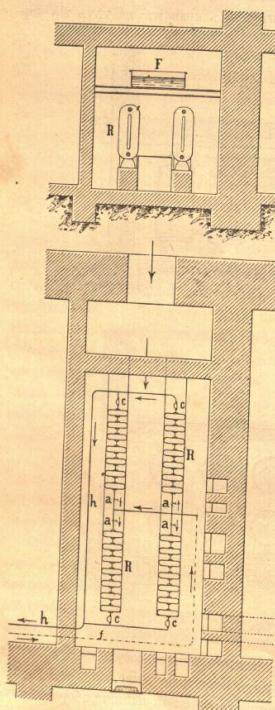
Черт. 336.

тежахъ видно расположение увлажнятельныхъ сосудовъ F, F, болѣе подробное описание которыхъ будетъ помѣщено ниже.

При паровыхъ калориферахъ нагрѣвателными приборами служатъ радиаторы, реберная батарея или же трубчатыя калориферы; при-

боры эти для регулирования количества выделяемой ими теплоты разбиваются обыкновенно на секции, при чём каждая секция снабжается отдельной ветвью пароприводной трубы и отдельным конденсационным горшкомъ на трубѣ для отвода конденсационной воды, закрывая краны на ветвяхъ пароприводной трубы, можно совсѣмъ выключить одну или несколько секций, чѣмъ и достигается регулирование количества тепла, передаваемаго калориферомъ проводимому черезъ него воздуху. На черт. 337 показанъ такой калориферъ, состоятельный изъ радиаторовъ R, R; f—пароприводная труба, a—паровые краны, h—труба для отвода конденсационной воды, c, с—конденсационные горшки, которые и даютъ возможность выключать изъ системы одну или другую группу радиаторовъ; остальное устройство ясно изъ чертежа.

При пароводяной системѣ наружную поверхность пароводяныхъ цилиндровъ пользуются обыкновенно для согреванія вводимаго воздуха, устанавливая ихъ въ камерь и лобовывая недостающую поверхность такими же цилиндрами или же другаго рода нагревательными приборами, при чёмъ послѣдніе могутъ быть и паро-



Черт. 337.

выми; такъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда общий объемъ вентиляціи не постояненъ и количество вводимаго воздуха должно измѣняться въ зависимости отъ потребностей, напр. въ залахъ для общественныхъ собраний—въ зависимости отъ числа присутствующихъ лицъ,—поверхность пароводяныхъ цилиндровъ пользуются обыкновенно для согреванія минимального количества воздуха, требующагося постоянно, а въ то же время въ камерь устанавливаютъ добавочные паровые нагревательные приборы, которыми и пользуются тогда, когда требуется увеличить количество вводимаго воздуха.

Что касается до расчета поверхности нагрева, то таковая опредѣляется по рапѣ указаннымъ формуламъ для определенія поверхности нагрева, съ тою лишь разницей, что въ данномъ случаѣ температура воздуха, къ которому передается теплота отъ нагревательныхъ приборовъ, будеть не постоянная на всемъ протяженіи поверхности нагрева: внизу камеры она будетъ равна температурѣ наружнаго воздуха t , вверху же—температуру вводимаго въ помѣщеніе воздуха T ; поэтому при разсчетѣ температура воздуха въ камерь можетъ быть принята равно средней арифметической между t и T , то-есть $\frac{T+t}{2}$; соответственно этому поверхность нагрева водяного калорифера F_2 опредѣляется по формулѣ:

$$F_2 = \frac{W_2}{K \left(\frac{T_0 + t_0}{2} - \frac{T+t}{2} \right)} \quad \dots \dots (101),$$

гдѣ:

W_2 —количество тепла, потребное для согреванія всего вводимаго воздуха отъ температуры t до температуры T ;

$T_0 = 90^\circ \text{ Ц.}$ и $t^0 = 60^\circ \text{ Ц.}$ —температуры воды при входѣ въ калориферъ и при выходѣ изъ него.

При паровомъ калориферѣ соответственно будемъ имѣть:

$$F_2 = \frac{W_2}{K \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{T+t}{2} \right)} \quad \dots \dots (102)$$

гдѣ:

T_1 и T_2 —температуры пара и конденсационной воды.

Значеніе коэффициента K —то же, какое было указано при разсчетѣ соотвѣтственныхъ приборовъ отопленія.

Увлажнение воздуха.

Слишкомъ сухой воздухъ вреденъ въ томъ отношеніи, что, вызыгая усиленное испареніе влаги съ тѣла человѣка, способствуетъ отнятію отъ тѣла большаго количества тепла, идущаго на испареніе этой влаги, поэтому при устройствѣ вентиляціи необходимо обращать вниманіе на то, чтобы въ жилыхъ помѣщеніяхъ сохранялась нормальная влажность; согласно требованиямъ гигієнѣ въ жилыхъ помѣщеніяхъ должна поддерживаться влажность въ предѣлахъ отъ 40% до 60% полного насыщенія. Количество паровъ, необходимыхъ для полного насыщенія воздуха, зависитъ отъ температуры его, при чёмъ выше эта температура, тѣмъ большее количество пара требуется для насыщенія воздуха; въ зависимости отъ этого влажность воздуха при согрѣваніи его уменьшается и воздухъ становится болѣе сухимъ. На сколько уменьшается влажность при подогревѣ воздуха отъ -20° Ц. до $+20^{\circ}$ Ц., какъ это обычно бываетъ при вентиляціи, можно видѣть изъ слѣдующаго расчета: 1 куб. метръ воздуха при температурѣ -20° Ц. требуетъ для полного насыщенія 0,0011 кгр. пара, следовательно при обычной влажности наружного воздуха въ 80%—въ 1 куб. метрѣ воздуха содержится $\frac{0,0011 \times 80}{100} = 0,00088$ кгр. пара; количество пара, насыщающее 1 куб. м. воздуха при температурѣ $+20^{\circ}$ Ц., равно 0,0172 кгр., поэтому, принимая во вниманіе расширение воздуха отъ нагреванія и приводя его къ 0°, получимъ, что относительная влажность того-же воздуха, нагрѣтаго до $+20^{\circ}$ Ц., будетъ:

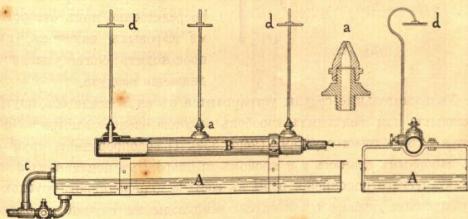
$$\frac{0,00088 [1 + 0,003665 \times (-20)]}{0,0172 (1 + 0,003665 \times 20)} \times 100 = 4,4\%$$

Въ виду такого сильнаго уменьшенія влажности вводимаго для вентиляціи воздуха при его согрѣваніи, въ послѣдній приходится искусственно добавлять избыточное количество паровъ воды для того, чтобы относительная влажность воздуха въ помѣщеніяхъ была равна нормальной.

Добавленіе паровъ воды достигается [иногда непосредственнымъ впускомъ пара изъ парового котла, но такой паръ всегда имѣть пѣкоторий запахъ, сообщающійся и воздуху, кромѣ того регулированіе количества впускаемаго такимъ образомъ пара довольно затруднительно]

и, наконецъ, выходя изъ паровой трубы, паръ производить значительный шумъ; въ виду этихъ неудобствъ способъ этотъ не можетъ быть рекомендованъ.

Второй способъ, примѣняющийся для увлажненія воздуха, состоитъ въ примѣшиваніи къ воздуху мелкой водяной пыли; одинъ изъ примѣняющихся для этой цѣли приборовъ показанъ на черт. 338; здесь надъ сосудомъ А—проложена водопроводная труба В съ рядомъ наложенныхъ на нее сопелъ а, а съ весьма узкими отверстіями; вода подъ напоромъ водопровода выдавливается черезъ отверстія сопелъ въ видѣ коническихъ струй и, встрѣчая на пути своею пластинки д, раздробляется

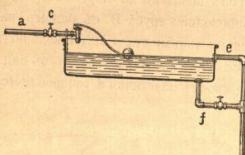


Черт. 338.

въ мелкую пыль, смѣшивающуюся съ нагрѣтымъ воздухомъ и превращающуюся подъ влияніемъ теплоты воздуха въ пары; брызги неиспарившейся воды стекаютъ въ сосудъ А, откуда по трубѣ съ переливомъ въ сточную трубу. Хотя этимъ способомъ и можно достигнуть достаточнаго увлажненія воздуха, но регулированіе степени увлажненія адѣль еще болѣе затруднительно, чѣмъ при вышеуказанномъ непосредственномъ впуске пара въ воздухъ.

Лучше всего увлажненіе достигается при помощи устанавливаемыхъ въ камерахъ колорифера увлажнительныхъ сосудовъ, въ которыхъ вода подогревается, при чёмъ испареніе ея происходитъ при температурѣ ниже точкѣ ея кипѣнія. Дальтонъ, производившій изслѣдованія надъ испареніемъ воды при температурахъ ниже точкѣ ея кипѣнія, пришелъ къ заключенію, что скорость испаренія увеличив-

вается съ увеличениемъ температуры воды и температуры воздуха, въ который происходит испареніе, и зависить въ то-же время отъ скорости течения воздуха надъ увлажнительнымъ сосудомъ, увеличивающейся съ увеличениемъ послѣдней скорости; поэтому для уменьшения размѣровъ увлажнительного сосуда воду въ нихъ слѣдуетъ нагревать до



Черт. 339.

возможнаго болѣе высокой температуры, устанавливая эти сосуды въ тѣхъ мѣстахъ, где находится наиболѣе нагрѣтый воздухъ, то-есть въ верхней части камеры и притомъ непосредственно подъ отверстіемъ жаровыхъ каналовъ, где происходить болѣе усиленное движение воздуха.

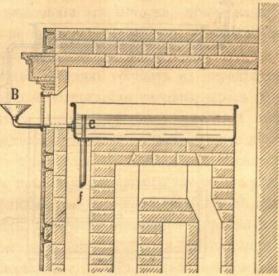
Увлажнительные сосуды устраиваются въ видѣ мѣдныхъ, внутри луженныхъ, или желѣзныхъ коробокъ высотою около 0,2 метра и снабжаются съѣдующими трубками (черт. 339): 1) водопроводной трубкой *a* съ запорнымъ краномъ *c* и краномъ *d* съ шаровыемъ поплавкомъ *f* для автоматического пополненія воды въ сосудѣ; 2) переливной трубкой *e* и 3) спускной трубкой *f* для спуска всей воды на случай необходимости очистки сосуда; въ случаѣ постановки иѣсколькихъ такихъ сосудовъ—вышеуказанные трубы устраиваются лишь въ одномъ изъ нихъ—остальные же соединяются въ нижней своей части съ первымъ при помощи соединительныхъ трубокъ. При отсутствіи водопровода можетъ быть приѣдено и непосредственное наполненіе воды въ сосудъ, для чего къ послѣднему прикладывается особая воронка *B*, находящая за предѣлами камеры калорифера или печи, какъ указано на черт. 340; на этомъ чертежѣ указано иное устройство переливной и спускной трубокъ: здесь переливная трубка *e*, снабженная наружной парѣзкою, винчевается болѣе или менѣе въ спускную трубку *f*, чѣмъ можно достигать измѣненія уровня воды въ сосудѣ; въ случаѣ необходимости спустить всю воду изъ сосуда—трубка *e* вывинчивается.

Согрѣваніе воды въ увлажнительныхъ сосудахъ можетъ произойти непосредственно черезъ дно его, или-же при помощи водяныхъ или паровыхъ амбевикоовъ, проложенныхъ внутри сосуда. При печахъ и кирпичныхъ калориферахъ увлажнительные сосуды устан-

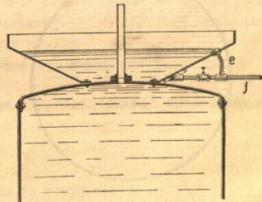
авляются для этой цѣли на перекрышкѣ ихъ (черт. 340), которая въ этомъ случаѣ должна состоять не болѣе какъ изъ двухъ рядовъ кирпичей; для болѣе плотнаго соприкасанія сосуда съ перекрышкою на послѣднюю накладывается слой жидкой глины, въ которую и вдавливается увлажнительный сосудъ.

При водяныхъ калориферахъ увлажнительные сосуды могутъ быть приклѣаны къ верхней части водяныхъ цилиндровъ (черт. 341), черезъ которую и передаетъ теплоту, необходимую для согрѣванія воды въ сосудѣ; такое устройство затрудняетъ однако регулированіе тепло-отдачи черезъ поверхность нагрева, въ видѣ чего лучше устраивать увлажнительные сосуды отдельно отъ цилиндровъ, согрѣвая въ нихъ воду черезъ поверхность трубокъ *h* (черт. 342), по которымъ циркулируетъ горячая вода изъ системы; такой-же способъ расположенія увлажнительныхъ сосудовъ примѣняютъ и при паровыхъ калориферахъ съ тою-лишь разницей, что по трубкамъ *h* циркулируетъ паръ.

Регулированіе количества испаряемой воды можетъ быть достигнуто измѣненіемъ поверхности испаренія, или-же измѣненіемъ температуры испаряемой воды. При первомъ способѣ вместо одного большого увлажнительного сосуда устраиваютъ иѣсколько сосудовъ меньшаго размѣра, при чѣмъ уменьшеніе количества испаряемой воды можетъ быть достигнуто выключеніемъ изъ



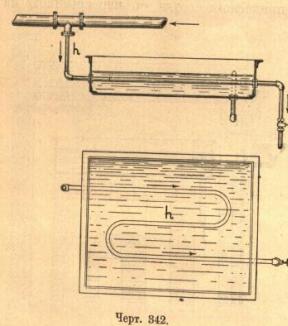
Черт. 340.



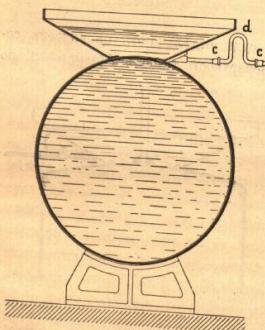
Черт. 341.

системы одного или нѣсколькихъ сосудовъ; для той-же цѣли увлажнительнымиъ сосудами можетъ быть придана форма усѣченного конуса, при чемъ, понижая или повышая уровень воды въ сосудѣ, получимъ меньшую или большую поверхность испаренія; для такого измѣненія уровня воды въ сосудѣ переливная трубка можетъ быть устроена такъ, какъ это показано на черт. 340, или-же ее устраиваютъ въ видѣ подвижнаго колѣнья d (черт. 340), вращающагося въ муфтахъ c, c : поворачивая колѣнъ впередь или назадъ, — измѣняютъ положеніе высшей точки его, вслѣдствіе чего будетъ измѣняться и уровень стоянія воды въ увлажнительномъ соудѣ.

Регулированіе количества испаряемой воды можетъ быть достигнуто также болѣею или менѣею согрѣваніемъ ея, для чего трубка, согрѣвающая воду, устанавливается наклонно: понижая или повышая уровень воды въ сосудѣ, вводить въ воду меньшую или большую нагрѣвателную поверхность этой трубки, чѣмъ и достигается измѣненіе температуры воды.



Черт. 340.



Черт. 343.

Воду въ увлажнительныхъ сосудахъ слѣдуетъ мѣнять возможно чаще, такъ какъ вода, застаиваясь, загниваетъ и можетъ заражать воздухъ; для этой цѣли увлажнительные сосуды должны быть обязательно снабжены спускной трубкой съ запорнымъ на нею краномъ и устанавливаются на такомъ разстояніи отъ потолка, чтобы надзоръ за состояніемъ воды въ нихъ не былъ затруднителенъ; разстояніе это должно быть не менѣе 0,3 метра.

Расчетъ увлажнительныхъ сосудовъ состоить въ опредѣленіи потребной поверхности испаренія и поверхности нагрѣва, черезъ которую теплота должна передаваться испаряемой водѣ; для этой цѣли необходимо прежде всего опредѣлить количество пара, которое должно быть добавляемо въ воздухъ для достиженія нормальной влажности его. На влажность воздуха въ помѣщеніяхъ влияетъ также влага, выдѣляемая людьми, но она принимается во вниманіе лишь въ томъ случаѣ, когда въ помѣщеніяхъ постоянно находится опредѣленное число людей, если-же люди не постоянно находятся въ помѣщеніи, или-же количество ихъ неопределено, то пару, выдѣляемый людьми, не принимается въ расчетъ, потому дѣйствительная влажность воздуха въ такихъ помѣщеніяхъ будетъ нѣсколько больше разсчетной. Количество пара, выдѣляемое людьми, на основаніи наблюдений Петен-кофера и Войта, можетъ быть принято равнымъ 0,04 кгр. въ часъ на взрослого человѣка, находящагося въ спокойномъ состояніи, и 0,08 кгр. при физической работѣ; дѣти выдѣляютъ количество пара приблизительно въ 2 раза менѣе, нежели взрослые.

Въ дальнѣйшемъ разсчитъ принять слѣдующія обозначенія.

L —объемъ вентиляціи въ часъ въ куб. метр., данный при комнатной температурѣ T ;
 t —наружная температура;
 $\varphi\%$ —влажность наружного воздуха;
 φ' —желаемая влажность воздуха въ помѣщеніяхъ;
 g_0 и g —количества пара, выдѣляемое въ часъ однимъ человѣкомъ;
 n —число людей въ помѣщеніяхъ;
 A —искомое количество пара, которое должно быть добавляемо въ воздухъ увлажнительнымъ приборомъ.

Объемъ L воздуха, данный при температурѣ T ,—при наружной температурѣ t будетъ равенъ:

$$\frac{L(1+\alpha t)}{1+\alpha T}$$

и все количество пара, заключающагося въ этомъ воздухѣ, будетъ:

$$\frac{L(1+\alpha t)p_0 g_0}{(1+\alpha T) \times 100};$$

количество пара, выдѣляемое въ 1 часъ людьми, будетъ $n P$, все же количество пара, которое должно быть въ комнатномъ воздухѣ при желаемой влажности $r\%$ будетъ $\frac{L p g}{100}$; следовательно въ добавленіе къ пару, вводимому съ наружнымъ воздухомъ и выдѣляемому людьми,— надо будетъ добавить еще въ воздухѣ:

$$A = \frac{L p g}{100} - \left[\frac{L(1+\alpha t)p_0 g_0}{100(1+\alpha T)} + n P \right] = \\ = \frac{L}{100} \left[p g - \frac{p_0 g_0 (1+\alpha t)}{1+\alpha T} \right] - n P \text{ кгр. пара въ часъ (103).}$$

Обычно принимаютъ $p_0 = 80\%$, $r = 50\%$; что же касается величины g_0 и g , то онѣ находятся по таблицѣ № 7.

Затѣмъ назначаютъ температуру, до которой должна быть нагрѣта вода въ увлажнительномъ сосудѣ (температуру испаренія), принимая ее при печахъ отъ 40° до 50° Ц., при калориферахъ и водяной системѣ отъ 50° до 60° Ц. и при паровой системѣ отъ 60° до 70° Ц. и, въ зависимости отъ принятой температуры испаренія, находить по таблицѣ № 17 количество воды a , испаряющейся въ 1 часъ съ 1 кв. метра поверхности испаренія при умѣренномъ возобновлении воздуха; но такъ какъ таблица № 17 составлена (по Дальтону) для испаренія въ сухомъ воздухѣ, въ дѣйствительности же испареніе будетъ происходить въ воздухѣ болѣе или менѣе влажнѣй, то количество дѣйствительно испаряющейся воды будетъ нѣсколько менѣе a ; для соотвѣтственныхъ поправокъ профессоромъ Лукашевичемъ составлена таблица № 18 поправочныхъ коэффициентовъ k_0 , на которые должны быть умножены величины a для получения дѣйствительного количества воды, испаряющейся во влажный воздухъ въ 1 часъ съ 1 кв. метра поверх-

ности испаренія; соотвѣтственно этому вся искомая поверхность испаренія будетъ:

$$f_a = \frac{A}{a k_0} \text{ кв. метр. (104).}$$

Количество тепла, необходимое для согреванія воды въ увлажнительномъ сосудѣ, будетъ (по Рено):

$$W_s = A (606,5 + 0,305 T_0) (105),$$

гдѣ T_0 —температура испаренія.

Тогда, обозначая черезъ n_s количество тепла, передающееся къ водѣ увлажнительного сосуда черезъ 1 кв. м. поверхности нагрѣва, получимъ, что вся искомая поверхность нагрѣва F_s должна быть:

$$F_s = \frac{W_s}{n_s} \text{ кв. метр. (106);}$$

что касается до величины n_s , то ее принимаютъ равной:

при печахъ и кирпичныхъ калориферахъ 880 ед. тепла;

при водяной системѣ 8800 ед. т.;

при нагрѣваніи паровой трубкой—14350 ед. тепла.

Приточные (жаровые) каналы и расположение приточныхъ отверстий.

Нагрѣтый въ вентиляционныхъ камерахъ воздухъ долженъ проводиться въ помѣщеніе по наиболѣе краткому пути, поэтому каналы, служащіе для этой цѣли, слѣдуетъ начинать непосредственно у потолка камеры, ведь затѣмъ ихъ вертикально до вентилируемаго помѣщенія, или же отвода ихъ въ сторону горизонтальными каналами, при расположѣніи вентилируемыхъ помѣщеній не непосредственно надъ камерами; разстояніе, на которое можетъ быть отводимъ воздухъ подобными горизонтальными каналами, зависитъ отъ имѣющагося пора; при вентиляціи, основанной исключительно на пологрѣваніи воздуха, когда напоръ обыкновенно бываетъ не великъ, разстояніе это колеблется отъ 6 до 10 метровъ въ зависимости отъ высоты расположения вентилируемаго помѣщенія надъ камерами, при механическомъ же побужденіи разстояніе это можетъ быть значительно больше.

Если требуется имѣть возможность измѣнять температуру вво-



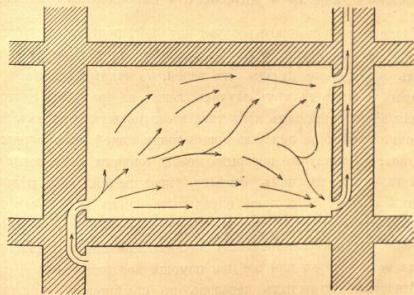
димаго воздуха, то для этой цѣли въ каждомъ каналѣ можетъ быть примѣнено одно изъ приспособленій, описанныхъ уже въ отдѣльномъ отоцленіи (стр. 338); при большинствѣ же центральныхъ системахъ для этой цѣли устраивается иногда за вентиляционной камерой, или надъ нею,—особая смѣшивающая камера, въ которую впускается какъ нагрѣтый, такъ и непосредственно холодный воздухъ, при чмъ количестве того и другого регулируется особыми клапанами, отъ этой же смѣшивающей камеры идутъ уже каналы, ведущіе воздухъ въ вентилируемыя помѣщенія.

Приточные каналы, во избѣженіе охлажденія воздуха въ нихъ, слѣдуетъ устраивать во внутреннихъ стѣнахъ; размѣры ихъ опредѣляются путемъ расчета въ зависимости отъ количества притекающаго воздуха, но такъ какъ съ другой стороны размѣры каналовъ въ натурѣ зависятъ отъ размѣровъ имѣющагося кирпича, то въ большинствѣ случаевъ каналы эти устраиваются наѣсколько больше, нежели это требуется расчетомъ, для регулированія же количества притекающаго по нимъ воздуха—въ начальникахъ отверстияхъ ихъ въ вентиляционной камере устанавливаются простыя регуляторныя задвижки; задвижки эти, послѣ производства испытаній вентиляции, закрѣпляются неподвижно въ томъ положеніи, при которомъ черезъ данный каналъ проходить требуемое количество воздуха.

Для сокращенія пути движения воздуха по приточнымъ каналамъ—выпускныя отверстія ихъ въ помѣщеніяхъ слѣдовало бы дѣлать возможно ближе къ полу (черт. 344), но подобное расположение неудобно въ томъ отношеніи, что при немъ движение выходящаго изъ отверстія воздуха слишкомъ ощущительно для лица, находящихся вблизи такихъ отверстій; въ особенности непріятно ощущеніе такого движения при выпускѣ воздуха, имѣющаго температуру ниже комнатной, но и въ тѣхъ случаяхъ, когда температура выпускаемаго воздуха равна комнатной или выше ея,—движение воздуха изъ отверстій, расположенныхъ въ сфере, занимаемой людьми, всегда беспокойтъ посѣдшихъ, тѣмъ болѣе, что для быстрого и равномѣрного распространенія воздуха по помѣщенію—ему приходится придаватъ при выходѣ изъ приточныхъ отверстій довольно значительную скорость. Въ виду этого приточные отверстія всегда слѣдуетъ располагать вверху на значительномъ разстояніи отъ находящихся въ помѣщеніяхъ людей.

Высота расположения приточныхъ отверстій зависитъ также и

отъ температуры выпускаемаго воздуха; если этотъ воздухъ имѣть температуру выше комнатной, то есть служить и для отопленія помѣщеній, то для болѣе равномѣрнаго распределенія температуры въ посѣденіи его слѣдуетъ выпускать возможно ниже, такъ какъ нагрѣтый воздухъ будетъ стремиться подняться вверху; однако и въ этомъ случаѣ, во избѣженіе беспокойства отъ входящаго тока воздуха, приточная отверстія расположаются наѣсколько выше роста человѣка, то есть на высотѣ отъ 2 до 2,5 метр. отъ пола. При температурѣ выпускаемаго воздуха, равной комнатной,—приточная отверстія слѣдуетъ



Черт. 344.

располагать ближе къ потолку, если же температура выпускаемаго воздуха ниже комнатной, то приточная отверстія слѣдуетъ дѣлать непосредственно у потолка, где выходящему изъ отверстій воздуху можно придать большую скорость, направляя струю его на самій потолокъ, всѣдѣстіе чего вводимый воздухъ распыляется по потолку, а затѣмъ уже равномѣрно опускается въ помѣщеніе, не образуя холодныхъ токовъ; такое равномѣрное распределеніе воздуха по плоскости потолка получается однако лишь при гладкихъ потолкахъ, если же на потолкахъ имѣются какіе-либо значительные выступы, то, встѣрѣвшись съ послѣдними, быстро движущійся воздухъ отклоняется внизъ и можетъ образовать замѣтные холодные токи, почему въ такихъ слу-

чаяхъ приходится отказываться от выпуска воздуха съ большою склонностью; въ этихъ случаяхъ полезно разбить вводимый воздухъ на мелкія струи, вводя его черезъ большое число равномѣрно расположенныхъ приточныхъ каналовъ съ отверстіями подъ потолкомъ, лиже устраивая для этой цѣли пустоты въ карнизы съ равномѣрно расположенными въ нихъ мелкими отверстіями для выпуска воздуха.

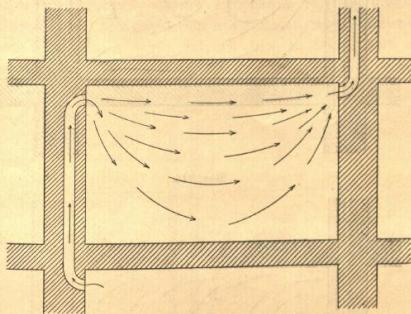
Извлечение испорченного воздуха.

Вытяжные каналы и расположение вытяжныхъ отверстій.

Удаленіе испорченного воздуха изъ помѣщеній производится чрезъ особые назначенные для того каналы; для той же цѣли могутъ служить и дымовые каналы отъ печей, но такими каналами можно пользоваться лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда не требуется постоянство дѣятельности вентиляціи, такъ какъ тяга въ дымовыхъ каналахъ бываетъ достаточно энергична лишь во время топки печей и непосредственно постъ нея, когда же перерыва между топками печи, когда канал остываетъ,—тяга въ немъ замѣтно уменьшается, а въ некоторыхъ случаяхъ можетъ быть даже опрокидываема; въ виду этого для постоянного извлечения испорченного воздуха всегда лучше устраивать отдельные каналы, усиливая тягу въ нихъ при помощи подогрева извлекаемаго воздуха или же при помощи вентиляторовъ.

Отверстія вытяжныхъ каналовъ въ помѣщеніяхъ должны быть расположены такимъ образомъ, чтобы при этомъ получался возможный болѣе полный обмѣнъ воздуха въ помѣщеніи и чтобы извлечение воздуха производилось ближе къ тѣмъ мѣстамъ, где расположены источники порчи воздуха. Соответственно этому, если источники порчи расположены въ определенныхъ мѣстахъ помѣщенія, то вытяжные отверстія должны быть расположены непосредственно у нихъ; такъ въ лабораторіяхъ вытяжные отверстія располагаются въ плафонахъ, назначенныхъ для реакцій, въ клозетахъ—за стульчиками, въ кухняхъ—надъ кухоннымъ очагомъ и т. д. Въ жилыхъ помѣщеніяхъ, где главными источниками порчи воздуха являются люди,—необходимо стремиться къ выполнению первого изъ вышеуказанныхъ условій, располагая вытяжные отверстія такъ, чтобы обмѣнъ воздуха во всемъ помѣщеніи былъ возможно полнѣ; поэтому при выпускѣ воздуха вверху

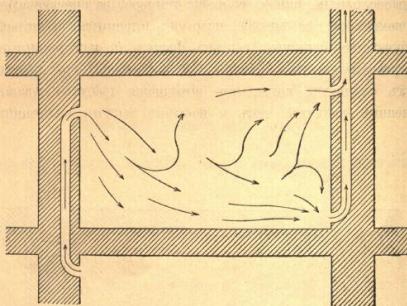
помѣщенія и температурѣ его выше комнатной, когда воздухъ стремится занять верхнюю часть помѣщенія,—вытяжные отверстія должны быть расположены внизу; если же температура впускаемаго воздуха ниже комнатной, вслѣдствіе чего онъ стремится опуститься внизъ, выдавливая испорченный воздухъ вверхъ, то и вытяжные отверстія лучше располагать въ верхней части помѣщенія (черт. 345); наконецъ въ тѣхъ случаяхъ, когда изъ помѣщенія требуется удалить какъ испорченный воздухъ, такъ и избытокъ теплоты, являющейся стѣд-



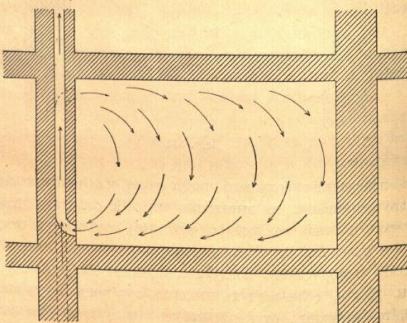
Черт. 345.

ствиемъ присутствія большого числа людей или источниковъ искусственно освѣщенія, то вытяжные отверстія слѣдуетъ дѣлать какъ вверху такъ и внизу помѣщенія (черт. 346), сообщая ихъ хотя бы съ однимъ и тѣмъ же каналомъ и пользуясь нижними отверстіями для извлечения испорченного воздуха, а верхними для удаленія избытка теплоты. Далѣе, если воздухъ вводится при температурѣ выше комнатной, то вытяжные отверстія могутъ быть устраиваемы въ той же стѣнѣ, въ которой расположены приточные каналы (черт. 347), такъ какъ воздухъ въ этомъ случаѣ распространяется подъ потолкомъ, а затѣмъ уже, охлаждаясь, опускается внизъ и такимъ образомъ сама собою достигается достаточно полное обновленіе воздуха во всемъ по-

мѣщеніи; при температурѣ же впускаемаго воздуха ниже или равной комнатной—такое расположение не слѣдуетъ допускать, такъ какъ



Черт. 346.

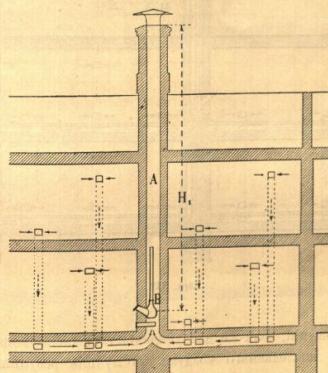


Черт. 347.

при этомъ можетъ образоваться падающей токъ воздуха изъ приточнаго отверстія непосредственно внизъ, при чмъ часть вводимаго

воздуха, не смѣшившись даже съ комнатнымъ и не служа, слѣдовательно, къ очисткѣ послѣдняго, будетъ извлекаться изъ помѣщенія; въ такихъ случаяхъ вытяжная отверстія слѣдуетъ располагать не въ тѣхъ стѣнахъ, въ которыхъ устроены притоки, а въ противоположныхъ (черт. 346).

Вытяжные каналы могутъ выводиться непосредственно сверхъ крыши и въ этомъ случаѣ въ каждомъ изъ нихъ устраивается отдельное приспособленіе для усиленія тяги, или же, что обыкновенно и бываетъ при центральныхъ системахъ, вытяжные каналы сводятся къ одной или нѣсколькимъ общимъ вытяжнымъ трубамъ, предъ которыми устраиваются приспособленія для усиленія тяги. Взаимное расположение каналовъ и трубъ можетъ быть въ послѣднемъ случаѣ таковое:



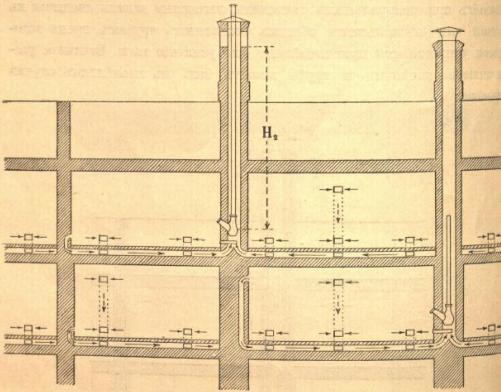
Черт. 348.

1) всѣ вытяжные каналы сводятся внизъ (черт. 348) и здесь сообщаются съ общемъ для всѣхъ этажей вытяжной трубой А, внизу которой устанавливается приборъ В, служащій для усиленія тяги;

2) вытяжные каналы подводятся къ вытяжнымъ трубамъ, отдѣльными для каждого этажа (черт. 349);

3) всѣ вытяжные каналы продолжаются до чердака, гдѣ сборной канализацией подводятся къ общей вытяжной трубы А (черт. 350), предѣл которой устанавливаются приборы В для усиленія тяги.

Если воздухъ выгоняется въ вытяжную трубу вентиляторомъ, то быстрота тяги одинаково достигается при каждомъ изъ вышеуказанныхъ расположений, если же для усиленія тяги пользуются лишь подогреваниемъ извлекаемаго воздуха, то лучшіе результаты будутъ достигнуты при первомъ изъ указанныхъ расположений, такъ какъ столбъ нагрѣтаго воздуха будетъ болѣе высокимъ въ первомъ случаѣ, чѣмъ въ двухъ другихъ, потому и напоръ, подъ влияніемъ котораго будетъ происходить движение, будетъ также болѣе; дѣйствительно, если взять одинаковыя условія для всѣхъ трехъ случаевъ и обозначить плотность наружнаго воздуха черезъ D₀, а плотность нагрѣтаго



Черт. 349.

расположеній, если-же для усиленія тяги пользуются лишь подогреваниемъ извлекаемаго воздуха, то лучшіе результаты будутъ достигнуты при первомъ изъ указанныхъ расположений, такъ какъ столбъ нагрѣтаго воздуха будетъ болѣе высокимъ въ первомъ случаѣ, чѣмъ въ двухъ другихъ, потому и напоръ, подъ влияніемъ котораго будетъ происходить движение, будетъ также болѣе; дѣйствительно, если взять одинаковыя условія для всѣхъ трехъ случаевъ и обозначить плотность наружнаго воздуха черезъ D₀, а плотность нагрѣтаго

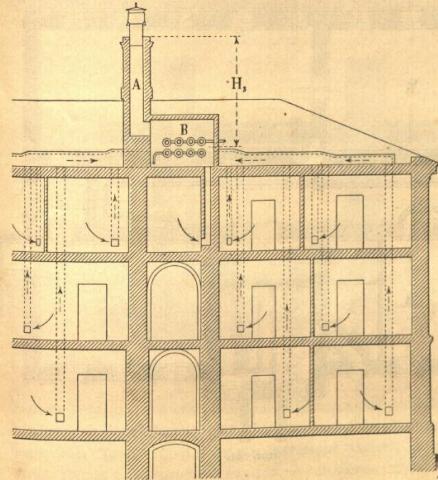
въ вытяжной трубѣ воздуха черезъ ϕ , то движущая сила, дѣйствующая на единицу площиади сѣченія трубы, будетъ:

въ первомъ случаѣ H₁(D-d),

во второмъ H₂(D-d)

и въ третьемъ H₃(D-d),

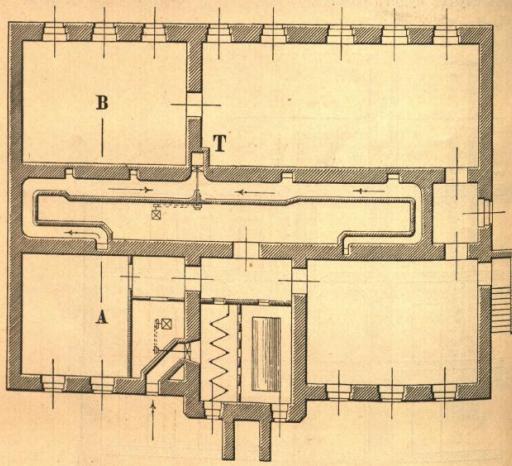
а такъ какъ H₁ больше, чѣмъ H₂ и H₃, то и движущая сила въ первомъ случаѣ будетъ больше.



Черт. 350.

Изъ вышеуказанныхъ трехъ системъ взаимнаго расположія вытяжныхъ каналовъ и трубъ—первая примѣняется очень рѣдко, вслѣдствіе затруднительности устраивать сборную канализацию въ каждомъ этажѣ, третья—удобна въ томъ отношеніи, что при ней какъ сборная канализация, такъ и вытяжная труба, совершенно не отнимаютъ отъ

помѣщеній полезнаго мѣста, что обыкновенно бываетъ при первой системѣ со сборной канализациею внизу; съ другой стороны однако неудобство третьаго способа, при подогрѣваніи извлекаемаго воздуха непосредственно продуктами горѣлки, — состоитъ въ необходимости таскать на чердакъ топливо. Въ виду этого, если усиленіе тяги достигается подогрѣваніемъ воздуха продуктами горѣлки, — лучше при-



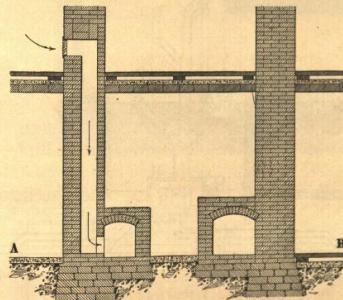
Черт. 351.

мѣнять первую изъ системъ со сборной канализациею внизу, если-же для этой цѣли примѣняютъ водяные или паровые приборы, то предпочтительнее устройство сборной канализациі по чердаку.

Если вытяжные каналы направляются внизъ, то сборные канализации устраиваются подъ поломъ нижняго этажа или-же по полу подвала и въ этомъ случаѣ главное вниманіе должно быть обращено на непроницаемость каналовъ противъ сырости, потому какъ сборные

каналы устраиваются изъ кирпича или изъ бетонныхъ плитъ на цементномъ растворѣ. Примѣръ подобной сборной канализациі изображенъ на черт. 351 и 352 въ планѣ и разрѣзѣ и устройство каналовъ въ этомъ случаѣ ясно изъ чертежа; здѣсь Т—общая вытяжная труба, къ которой и подводится извлекаемый воздухъ сборной вытяжной канализациі.

Когда сборная канализациі устраивается по чердаку, то для устройства ея слѣдуетъ выбирать болѣе легкій материалъ, во избѣженіе излишней нагрузки потолочныхъ балокъ верхняго этажа; такие сборные

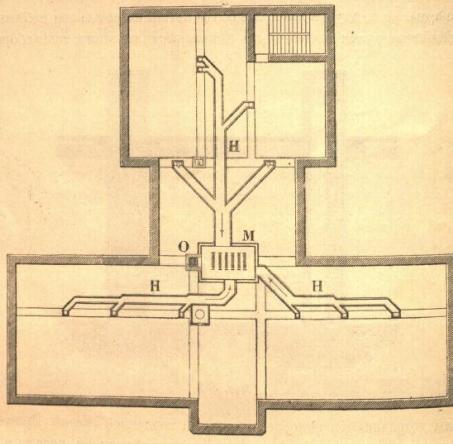


Черт. 352.

каналы устраиваются непосредственно на чердачной смазкѣ. Примѣръ общаго расположения подобной канализациі на чердакѣ показанъ на черт. 353. Здѣсь Н, Н—сборные вытяжные каналы, М—камера для подогрѣванія вытяживаемаго воздуха, О—вытяжная труба.

При выборѣ материала, изъ котораго должны быть устроены сборные каналы на чердакѣ, главное вниманіе должно быть обращено на безопасность въ пожарномъ отношеніи, почему здѣсь прежде всего слѣдуетъ избѣгать примѣненія дерева; если-же подобное примѣненіе неизбѣжно, то дерево должно быть тщательно изолировано съ обѣихъ сторонъ отъ возможности непосредственнаго дѣйствія на него огня въ случаѣ пожара. Сборные каналы въ этомъ случаѣ устраиваются изъ

2½ дюймовыхъ досокъ, снабженныхъ шпунтомъ для достиженія большей плотности стыковъ между отдельными досками (черт. 354); внутри каналы обиваются листовымъ желѣзомъ или кровельнымъ толемъ, снаружи же обертываются войлокомъ и по немъ обиваются желѣзомъ или штикутуются; войлокъ служить для изолированія каналовъ отъ охлажденія.

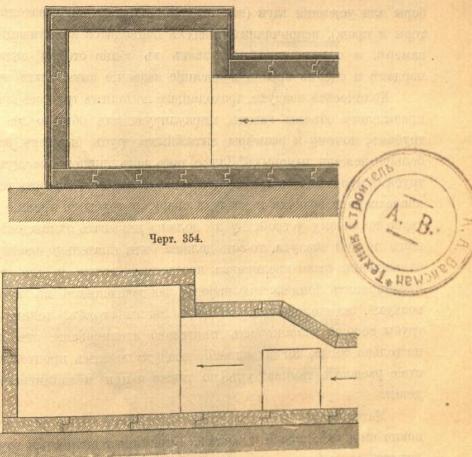


Черт. 355.

Хорошимъ материаломъ для устройства сборной чердачной канализации можно считать также гипсовые доски, приготовленныя изъ смѣси гипса и гари; при толщинѣ въ 3 дюйма такія доски обладаютъ вполнѣ достаточной прочностью и въ то-же время не нуждаются въ дальнѣйшей изолировкѣ отъ охлажденій, такъ какъ представляютъ въ достаточной мѣрѣ не теплопроводный материалъ. Такія доски легко расщепляются на части и изъ нихъ возможно устраивать каналы всякаго сченія; соединеніе досокъ между собою производится на гип-

совомъ растворѣ, при чемъ получается вполнѣ плотный стыкъ между отдельными досками. На черт. 355 представлена примѣръ такого сборного канала съченіемъ 14×20 вершковъ, а также подводка къ нему боковыхъ вѣтвей.

Бетонныя плиты также примѣняются для устройства сборной чердачной канализациіи, но въ виду большой теплопроводности этого ма-



Черт. 354.

Черт. 355.

терала, толщина бетона должна быть больше, нежели при гипсовыхъ доскахъ, что дѣлаетъ каналы слишкомъ грубыми; для уменьшения теплопроводности стыковъ подсчитано применять пустотыны бетонныя плиты, но даже и въ этомъ случаѣ вѣсъ подобной канализациіи будетъ больше, чѣмъ при гипсовыхъ доскахъ.

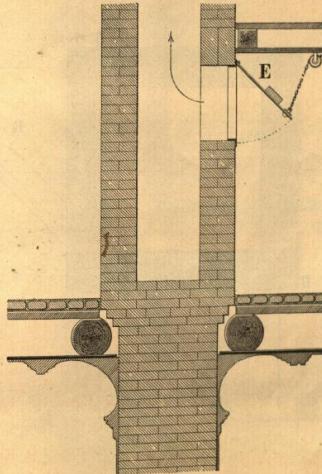
Вытяжные трубы.

При центральных системах вентиляции вытяжные каналы подводятся сборной канализацией к общим вытяжным трубам; предь такими трубами устраивается особая камера, где располагаются приборы для усиления тяги (водяные или паровые нагреватели, вентиляторы и проч.); испорченный воздух подводится канализацией к этой камере, а отсюда уже поступает в общие стояки, выводимые на чердак и сверх крыши и носящие название вытяжных труб.

Количество воздуха, проходящего по таким трубам, значительно превышает объемы газов, циркулирующих обычно по дымовым трубам, почему и размеры вытяжных труб бывают значительно больше, нежели дымовых. Да же, так как движение воздуха по этим трубам происходит преимущественно вследствие разности температур извлекаемого воздуха и воздуха снаружи трубы, то прежде всего сама труба по своему устройству не должна вызывать охлаждение проходящего по ней воздуха, то есть должна быть тщательно изолирована от охлаждения; такая изоляция необходима также и для того, чтобы предупредить конденсацию паров, заключающихся в извлекаемом воздухе, на холодных стыках таких труб, почему вытяжные трубы вообще должны быть тщательно изолированы от охлаждения не только тогда, когда движение воздуха по ним происходит вследствие разности температур, но также и при механическом побуждении.

Материалами для устройства вытяжных труб служат обыкновенно кирпич, дерево и железо. Кирличные вытяжные трубы устраиваются со стыками толщиной не менее 1 кирпича на известковом или на цементном растворе; при небольших размѣрах вытяжных труб, послѣдние устанавливаются непосредственно на кирличных стыках, при чём может быть допущено свѣшиваніе стынок таких труб со стынами до 3 вершковъ съ каждой стороны при помощи постепенного напуска кирпичей (черт. 356), но при большихъ размѣрахъ вытяжныхъ трубъ, значительно превышающихъ толщину стынъ, — приходится устраивать искусственные основания подъ вытяжные трубы, располагая ихъ преимущественно въ мѣстахъ скрепленія

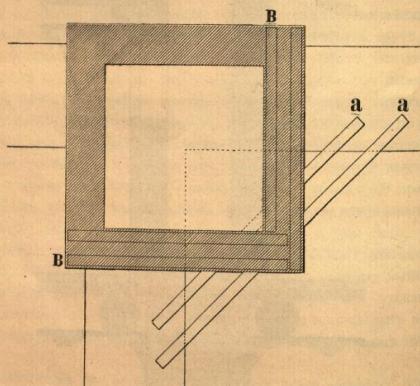
стынъ, где устройство такого основания легче, нежели въ другихъ мѣстахъ. Основаніе это устраивается изъ желѣзныхъ балокъ а, а (черт. 357), перекинутыхъ со стынъ на стѣну и служащихъ опорами для балокъ В, В, укладываемыхъ подъ стынками вытяжной трубы. Въ остальномъ устройство кирличныхъ вытяжныхъ трубъ ничѣмъ не отличается отъ устройства такихъ-же дымовыхъ трубъ.



Черт. 356.

Вытяжные трубы возвышаются сверхъ крыши на высоту одной и болѣе саженъ, въ зависимости отъ мѣстныхъ условий и потребностей тяги и сверху покрываются колпаками для ограждений трубы отъ атмосферныхъ осадковъ; выходной отверстій для извлекаемаго воздуха

устраиваются непосредственно подъ колпакомъ (черт. 358), или же въ боковыхъ стѣнкахъ трубъ (черт. 359); для ослабленія же предлагаю вліянія вѣтра въ послѣднемъ случаѣ—отверстія устраиваются со всѣхъ сторонъ трубы, чтобы давать выходъ извлекаемому воздуху независимо отъ того, съ какой стороны дѣйствуетъ вѣтеръ; отверстія эти закрываются душниками для огражденія трубъ отъ атмосферныхъ осадковъ, а также для предупрежденія засоряванія трубъ птицами. Необходимую

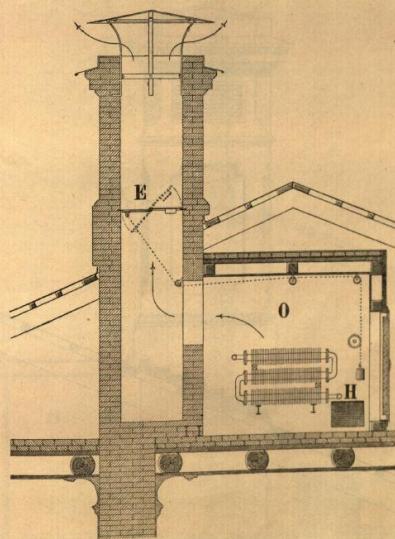


Черт. 357.

принадлежность вытяжныхъ трубъ составляютъ еще клапаны Е (черт. 356 и 358), служащие какъ для регулированія количества извлекаемаго воздуха, такъ и для полного закрыванія вытяжной трубы во время бездѣйствія вентиляціи; какъ устройство клапановъ, такъ и приведеніе ихъ въ дѣйствіе извѣтъ трубы, ясно изъ чертежей.

При весьма большихъ размѣрахъ кирпичныхъ вытяжныхъ трубъ грузъ ихъ бываетъ на столько значителенъ, что устройство ихъ на

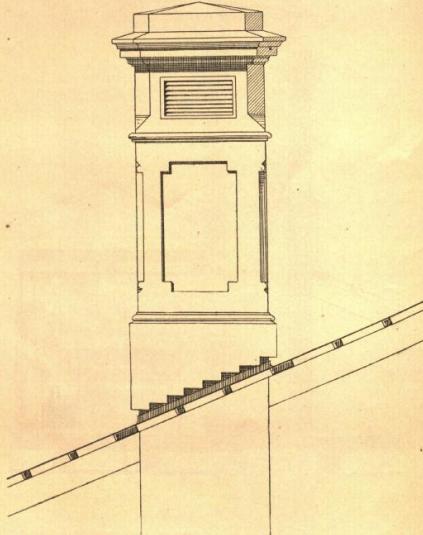
стѣнахъ зданія, безъ особаго укрѣпленія стѣнъ, является рискованнымъ и въ этомъ случаѣ цѣлесообразнѣе примѣненіе болѣе легкихъ трубъ—деревянныхъ или жѣлѣзныхъ, въ достаточной мѣрѣ изолированныхъ отъ охлажденія. Деревянныи трубы устраиваются изъ тол-



Черт. 358.

стыхъ досокъ на шпонкахъ, или-же обшивныи по брускатому остову; въ обоихъ случаяхъ трубы эти должны быть съ обѣихъ сторонъ опущены по войлоку, или-же оббиты по войлоку жѣлѣзомъ; вместо войлока, подверженного портѣ отъ моли, примѣняются также пробко-

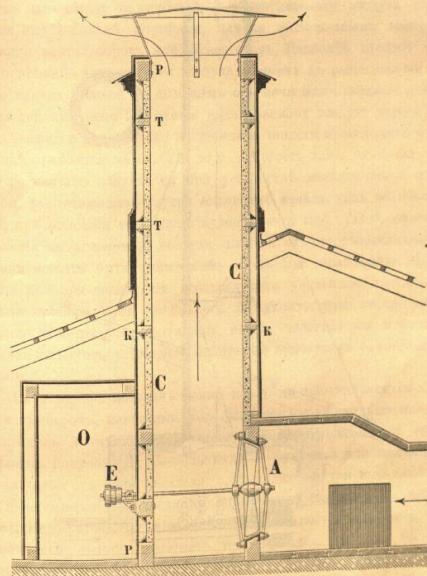
вияя плиты, какъ дурной проводникъ тепла. Подобная деревянная вытяжная труба изображена на черт. 360; оставь ея устроены изъ брусковъ Р, Р размѣрами 4×4 вершка и досокъ Т, Т толщиною $2\frac{1}{2}$ дюйма, обшитыхъ снаружи досками и оптукатуренныхъ, а съ внутренней сто-



Черт. 359.

роны оббитыхъ пробковыми плитами С, С толщиною $1\frac{1}{2}$ вершка; для прикрытия плитъ служатъ треугольные бруски К, К, къ которымъ плиты прибиваются гвоздями; внутри трубы оббита еще листовымъ желѣзомъ.

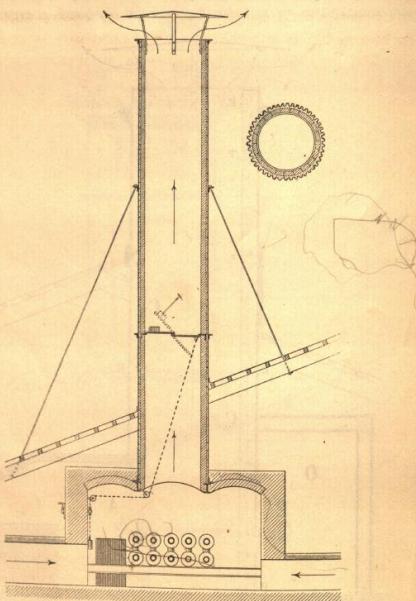
Съ примѣненіемъ дерева и желѣза въ значительной мѣрѣ облегчается также устройство вытяжныхъ трубъ круглого сѣченія, при каковомъ, по ранѣе сказанному, значительно уменьшается сопроти-



Черт. 360.

вленіе отъ тренія. Примѣръ такой трубы показанъ на черт. 361. Здѣсь вытяжная труба установлена непосредственно на камерѣ для побудительной тяги; устроена она изъ досокъ, обшитыхъ внутри гладкимъ

желѣзомъ по волоку, снаружи-же гофрированнымъ желѣзомъ; пѣнь гофрировки послѣдняго—во первыхъ приданіе желѣзу болѣй жесткимъ, атаки же, оно не можетъ выдержать тяжести отъ избыточнаго давленія.



Черт. 361.

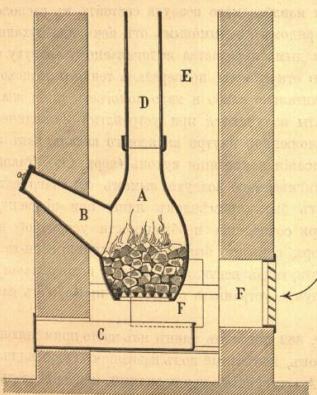
кости, во вторыхъ-же образование прослойки воздуха между трубой и наружной оболочкой для лучшей изолировки трубы отъ охлажденій.

Усиление тяги въ вытяжныхъ трубахъ.

Усиление тяги въ вытяжныхъ трубахъ можетъ быть достигнуто двумя способами: подогреваніемъ вытаскиваемаго воздуха для приданія ему меньшей плотности, или-же высыпываніемъ воздуха при помощи вентиляторовъ или инжекторовъ. Наиболѣе простой способъ подогреванія извлекаемаго воздуха состоитъ въ расположениіи вытяжного канала рядомъ съ дымовымъ отъ печи или кухоннаго очага, при чмѣтъ теплота дыма передается вытаскиваемому воздуху черезъ стѣнку, раздѣляющую эти каналы, но передача теплоты происходитъ въ этомъ случаѣ сравнительно слабо и мало помогаетъ тягѣ; значительно лучшіе результаты получаются при устройствѣ металлической дымовой трубы, расположенной внутри вытяжнаго канала, какъ это было указано при описаніи вентиляціи кухонь (черт. 129). Такой способъ согрѣванія вытаскиваемаго воздуха дымомъ отъ нагревательныхъ приборовъ можетъ быть примѣняемъ лишь при продолжительной ихъ топкѣ или при совпаденіи необходимости усиленной вентиляціи съ топкою прибора, какъ это бываетъ въ кухняхъ; если-же требуется постоянно дѣйствующая вентиляція, то для подогреванія извлекаемаго воздуха слѣдуетъ устраивать отдельные приборы съ самостоятельной топкою.

На черт. 362 показанъ одинъ изъ часто примѣняющихся для этой цели приборовъ, известный подъ названіемъ грушевиднаго подогревателя; адѣль А—чугунный грушевидный подогреватель съ наполнительнымъ конусомъ В; С—зольникъ, D—чугунная или желѣзная дымовая труба отъ подогревателя, проходящая внутри вытяжной трубы Е, F—отверстія, подводящіе извлекаемый воздухъ къ вытяжной трубѣ. Недостатокъ чугуннаго подогревателя состоитъ въ томъ, что онъ сравнительно быстро прогараетъ отъ дѣйствія огня, въ виду чего часто вмѣсто чугуннаго подогревателя устраиваютъ такие-же кирпичные подогревательные каминь, какъ изображеніо на черт. 363; адѣль подогреватель А сложенъ изъ огнеупорнаго кирпича и, для большей прочности, заключенъ въ желѣзный футляръ; С—зольникъ, D—отверстіе, черезъ которое притекаетъ воздухъ, необходимый для горѣнія, Е—дымовая труба, проложенная внутри вытяжной трубы, F, G—каналы, подводящіе вытаскиваемый воздухъ къ вытяжной трубѣ.

При газовом освещении для подогревания извлекаемого воздуха может быть утилизирована теплота горящего газа; на черт. 364 показано одно из устройств подобного рода, при котором извлекаемый воздух проводится через газовый фонарь и, служа для питания горения, в то же время подогревается, чём и достигается усиление тяги.

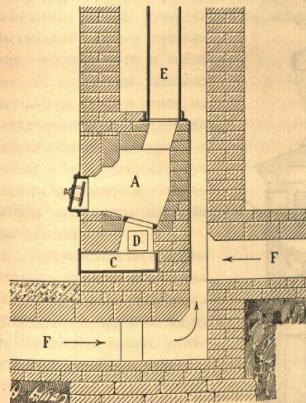


Черт. 364.

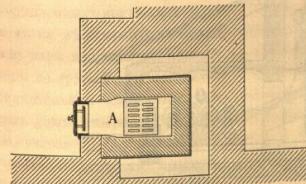
берная батареи. Камера должна иметь размеры, достаточные для обхода вокруг батарей для надзора за ними и должна быть снабжена плотно закрывающимися дверью; стёники камеры устраиваются изъ

нетеплопроводных материалов.

На черт. 365 показано подобное же устройство съ тою лишь разницей, что здесь для подогревания воздуха служит, кроме реберных батарей, установленных въ камерь О, еще желѣзная дымовая труба С отъ котла отопления; воздухъ подводится къ камерь О



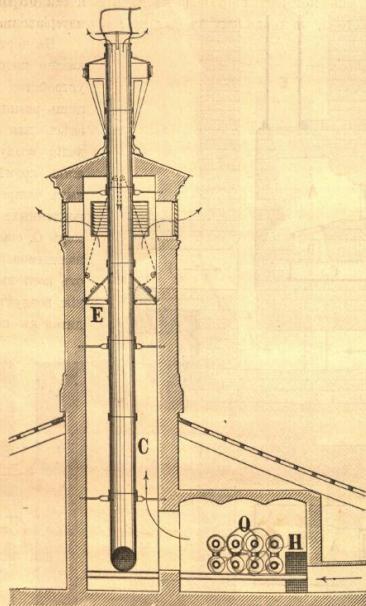
Черт. 365.



Черт. 363.

борными каналами Н и отсюда уже поступаетъ въ вытяжную трубу, где подогревается трубой С; для закрытия вытяжной трубы во время бездѣйствія ея—служить клапанъ Е.

При механическомъ побуждении воздухъ высасывается въ вытяжную трубу помошью вентиляторовъ или инжекторовъ. Употребляемые для этой цѣли вентиляторы ничтожь не отличаются отъ описан-

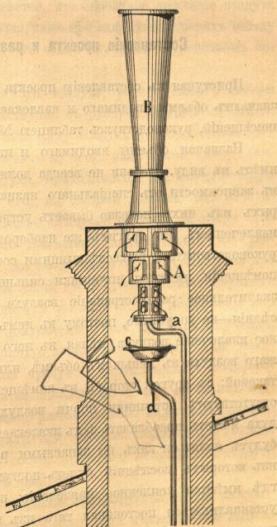


Черт. 365.

ныхъ ранѣе нагнетательныхъ вентиляторовъ; при вентиляции отдѣльныхъ помѣщений всасывающіе вентиляторы устанавливаются обыкновенно непосредственно въ отверстіи вытяжного канала въ помѣщении,

при центральныхъ же системахъ—вентиляторъ устанавливается въ сборномъ борѣ при соединеніи послѣдняго съ вытяжной трубой. Подобное устройство показано на черт. 360; здесь А—всасывающій вентиляторъ, ось которого проведена въ камеру О, назначенную для помѣщенія мотора, приводящаго въ дѣйствіе вентиляторъ; шкивъ Е, насаженный на ось вентилятора,—ступенчатый и соединенъ съ такимъ же шкивомъ мотора при помощи ремня, передвигая который съ одной ступеньки шкива на другую можно менять скорость вращенія вентилятора и тѣмъ измѣнять количество извлекаемаго воздуха.

Для усиленія тяги въ вытяжныхъ трубахъ могутъ применяться также инжекторы, дѣйствующіе при помощи пара. Одинъ изъ такихъ инжекторовъ (Кертина) показанъ на черт. 366; инжекторъ А состоитъ изъ ряда коническихъ сопелъ, укрытыхъ другъ надъ другомъ на некоторомъ разстояніи; паръ вводится въ инжекторъ по трубѣ а и, выходя со значительной скоростью черезъ узкое отверстіе 1-го сопла, увлекаетъ за собою черезъ промежутки между соплами воздухъ, чѣмъ и вызывается постоянное движеніе его черезъ инжекторъ въ вытяжную трубу В; конденсационная вода, образующаяся отъ конденсации пара, стекаетъ въ тарелку съ отводомъ по трубѣ д. Инжекторы даютъ возможность развивать весьма значительную скорость движения воздуха, расходуя при этомъ сравнительно немного пара, но дѣйствіе ихъ со-



Черт. 366.

проводится сильным шумом вследствие выхода пара съ большою скоростью через узкое отверстие сопла, почему для вентиляции жилых помѣщений инжекторы рѣдко примѣняются; они употребляются преимущественно при вентиляції фабричных помѣщений, где лишь шум от инжектора не имѣет уже особаго значенія.

Составленіе проекта и расчетъ вентиляціи.

Приступая къ составленію проекта вентиляціи, прежде всего назначаютъ объемы вводимаго и извлекаемаго воздуха для отдѣльныхъ помѣщений, руководствуясь таблицею № 6.

Назначая объемы вводимаго и извлекаемаго воздуха, слѣдуетъ имѣть въ виду, что они не всегда должны быть равны между собою: въ зависимости отъ специального назначения помѣщений—въ нѣкоторыхъ изъ нихъ полезно бываетъ устраивать избытокъ притока надъ извлечениемъ, въ другихъ же наоборотъ; въ этомъ отношеніи можно руководствоваться нижеизложимъ соображеніями: если въ данномъ помѣщении имѣются источники сильной порчи воздуха, то даже не-значительное распространение воздуха изъ такого помѣщения въ соѣднія—не допустимо, поэтому въ немъ слѣдуетъ устраивать усиленное извлеченіе воздуха, дѣлая въ него непосредственный вводъ свѣжаго воздуха въ меньшемъ объемѣ, или же совершенно не устраивая таѣвой; съ другой стороны въ помѣщенныхъ, въ которыхъ совершиенно отсутствуютъ источники порчи воздуха, количества вводимаго воздуха могутъ преобладать надъ извлекаемыми, причемъ помѣщенія эти будутъ являться какъ бы запасными резервуарами свѣжаго воздуха, изъ которыхъ постѣдній будетъ поступать въ остальные помѣщеныя, где имѣется усиленное извлеченіе; при такомъ устройствѣ будетъ устанавливаться постоянная тяга изъ помѣщений съ чистымъ воздухомъ въ тѣ помѣщения, где имѣются источники его порчи и такимъ образомъ будетъ совершенно предотвращена опасность распространения испорченного воздуха по соѣднѣмъ помѣщеннымъ. Такъ, напр., въ палатахъ для заразныхъ больныхъ извлеченіе испорченного воздуха должно назначаться въ объемѣ, указанномъ въ таблицѣ № 6, непосредственный же вводъ въ нихъ воздуха можетъ быть уменьшить на 20—25%, при чмъ все недостающее количество свѣжаго воздуха

должно быть вводимо въ соѣднѣе съ палатами коридоры или залы, где нѣтъ источниковъ порчи воздуха; въ клозетахъ и кухняхъ возможно ограничиваться только извлечениемъ испорченного воздуха въ объемахъ, указанныхъ въ таблицѣ № 6, соответственное же имъ количество свѣжаго воздуха слѣдуетъ вводить въ соѣднѣе съ ними помѣщениемъ; само собою разумѣется, что свободное движеніе воздуха изъ однихъ помѣщений въ другие, даже при закрытыхъ дверяхъ между ними, должно быть облегчено въ этихъ случаяхъ устройствомъ соѣднѣній отверстій.

Назначивъ объемы вводимаго воздуха, распредѣляютъ камеры для его подогреванія, руководствуясь въ распределеніи постѣдній условіемъ, чтобы разведеніе изъ нихъ воздуха въ горизонтальномъ направлении соѣднѣвалось имѣющимуся въ наличии напору (см. стр. 498); сумма объемовъ воздуха, приходящихъ на каждую такую камеру и дасть общий объемъ его, на который должны быть рассчитаны приборы этой камеры. Далѣе слѣдуетъ принять за общее правило, что каждое вентилируемое помѣщеніе должно имѣть самостоятельный вертикальный каналъ для ввода воздуха, допуская общіе для нѣсколькихъ помѣщений каналы лишь въ исключительныхъ случаяхъ и то лишь для помѣщений одного и того же этажа; исключение изъ этого правила можетъ быть допускаемо лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда въ разныхъ этажахъ данного зданія расположены такія помѣщений, въ которыхъ вентиляція требуется периодически и разновременно, напр., классы и спальни въ школьномъ зданіи: въ такихъ случаяхъ для класса и соѣднѣенно расположенной надъ нимъ спальни можетъ быть одинъ общий каналъ, при чмъ въ постѣднемъ должны быть установлены клапаны для соѣднѣнія направленія воздуха днемъ—въ классъ, а ночью—въ спальню.

Вытяжные каналы также должны быть отдельны для каждого помѣщенія; они также сводятся къ одной или нѣсколькимъ вытяжнымъ камерамъ, приборы которыхъ разсчитываются на сумму объемовъ воздуха, извлекаемаго изъ тѣхъ помѣщений, каналы которыхъ подведены къ данной камерѣ.

Расчетъ приборовъ камеры для согрѣванія вводимаго воздуха начинается съ определенія расхода тепла, необходимаго на это согрѣваніе, для чего должна быть дана нисшая температура наружного воздуха t , при которой вентиляція должна еще дѣйствовать въ пол-

номъ объемъ и комнатная температура T ; тогда обозначая общій объемъ воздуха, вводимаго черезъ данную камеру, черезъ L и искомое количество тепла черезъ W_2 , получимъ:

$$W_2 = L \times 0,306 \times (T - t) \text{ ед. т. (107).}$$

Для Петербурга принимаютъ обыкновенно $t = -25^\circ \text{ Ц.}$, имъ при этомъ въ виду, что при болѣе низкой наружной температурѣ, бывающей сравнительно рѣдко, объемъ вентиляціи можетъ быть, безъ особыго ущерба, нѣсколько уменьшаемъ.

Поверхность, служащая для согрѣванія этого воздуха, разсчитывается при водяныхъ калориферахъ по ур. (101):

$$F_2 = \frac{W_2}{K \left(\frac{T_0 + t_0}{2} - \frac{T + t}{2} \right)} \text{ кв. м.,}$$

а при паровыхъ калориферахъ по ур. (102):

$$F_2' = \frac{W_2}{K \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{T + t}{2} \right)} \text{ кв. м.}$$

Поверхность испаренія увлажнительныхъ сосудовъ, согласно ур. (104), должна быть:

$$f_3 = \frac{A}{K_0} \text{ кв. метр.};$$

наконецъ поверхность нагрева въ увлажнительныхъ сосудахъ по ур. (106) будетъ:

$$F_3 = \frac{W_3}{n_3} \text{ кв. м.}$$

Далѣе производятъ разсчетъ каналовъ по формулы (23): $f = \frac{L}{v \times 3600}$ задаваясь предварительно потребными скоростями движенія воздуха по каналамъ, опредѣленными на основаніи данныхъ практики; скорости эти могутъ быть приняты слѣдующими:

1) въ воздухоприводномъ каналѣ при вентиляції, дѣйствующей исключительно вслѣдствіе подогреванія воздуха, скорость принимается равной 1 метру въ секунду, при механической же—она можетъ быть увеличена до 2 метр. въ секунду, хотя и въ этомъ случаѣ предпочтительны менѣшіи скорости;

2) въ горизонтальномъ жаровомъ распределительномъ каналѣ, подающемъ воздухъ въ отдѣльные вертикальные каналы, скорость можетъ быть принята равной 1—1,2 метр. въ секунду;

3) скорость въ вертикальныхъ жаровыхъ каналахъ можетъ быть принята равной:

для каналовъ, ведущихъ воздухъ въ 1 этажъ, отъ 0,6 до 0,8 метр. въ сек.
" " " 2 " " 0,8 " 1,0 " "
" " " 3 " " 1,0 " 1,2 " "
" " " 4 и верх. эт. 1,2 " 1,4 " "

большіе предѣлы скоростей берутся для каналовъ, идущихъ вверхъ непосредственно изъ вентиляционныхъ камеръ, менѣшіе—для каналовъ, идущихъ отъ горизонтального распределительного канала;

4) скорость въ жаровыхъ душницахъ во всѣхъ этажахъ должна быть болѣе 0,8 метра, а въ вытяжныхъ до 1,0 метра въ секунду;

5) вертикальныя вытяжные каналы верхняго этажа разсчитываются на скорость 0,8 метра въ секунду, для каждого же нижележащаго этажа скорость увеличивается на 0,2 метра;

6) съченія сборной вытяжной канализаціи опредѣляются суммированіемъ площадей входящихъ въ нее каналовъ, или же разсчитываются на скорость 1 метра въ секунду;

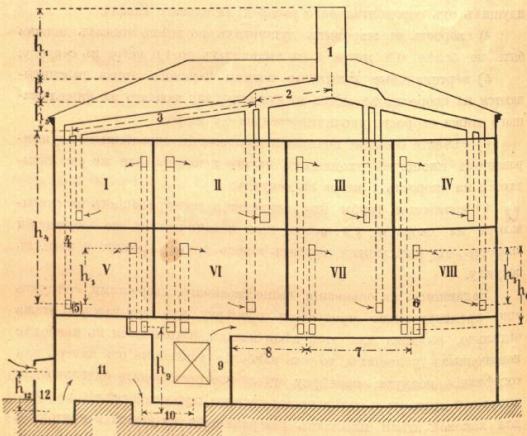
7) вытяжныя трубы при вентиляції подогреваніемъ разсчитываются на скорость 1,4 метра, при механическомъ же побужденіи скорость въ вытяжныхъ трубахъ можно принять равной 2 метр. въ секунду.

Задавшись, на основаніи вышеизложенного, скоростями, слѣдуетъ еще предварительно произвести пропрѣку ихъ для каждого этажа отдѣльно, выбирая для этой цѣли каналы, находящіеся въ наиболѣе неблагодарныхъ условіяхъ, то-есть наиболѣе удаленные отъ камеръ для согрѣванія воздуха; пропрѣку эту лучше производить отдѣльно для вытяжной системы и отдѣльно для системы, подающей свѣжій воздухъ, для каковой цѣли плоскость разграниченій вытяжной и приточной вентиляціи можно принять на срединѣ вертикального растоянія между приточными и вытяжными отверстіями даннаго помѣщенія.

Такъ для случая, показаннаго на черт. 367, наиболѣе неблагодарнымъ каналомъ 1-го этажа вытяжной системы является каналъ изъ помѣщенія V , при чмъ воздухъ изъ этого помѣщенія извлекается по цѣни

каналовъ, состоящей изъ участковъ 1, 2, 3 и 4. Площади съченія этихъ участковъ опредѣляются по принятымъ скоростямъ; затѣмъ, обозначая температуры, скорости и сопротивленія въ участкахъ номерами послѣднихъ, получимъ для этой цѣни, на основаніи ур. (24—33), слѣдующее уравненіе:

$$\left(\frac{h_1}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_1}{1 + \alpha t_1} \right) + \left(\frac{h_2}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} \right) + \left(\frac{h_3}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_3}{1 + \alpha t_3} \right) + \\ + \left(\frac{h_4}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_4}{1 + \alpha t_4} \right) - \left(\frac{0,5 h_5}{1 + \alpha t_0} - \frac{0,5 h_5}{1 + \alpha t_5} \right) = \frac{v_1^2}{2g(1 + \alpha t_1)} (1 + Z_1) + \\ + \frac{v_2^2}{2g(1 + \alpha t_2)} Z_2 + \frac{v_3^2}{2g(1 + \alpha t_3)} Z_3 + \frac{v_4^2}{2g(1 + \alpha t_4)} Z_4 \dots (108).$$



Черт. 367.

Въ этомъ уравненіи величины h —могутъ быть измѣрены по чертежу, температура воздуха въ разныхъ частяхъ системы извѣстна, величины сопротивленія Z могутъ быть опредѣлены по таблицѣ № 8 и

на основаніи данныхъ, указанныхъ на стр. 99; подставляя въ уравненіе (108) истинное значение вышеуказанныхъ величинъ, а также принятыхъ нами величины скоростей въ разныхъ участкахъ, производить дѣйствія, указанныя знаками, и, если при этомъ окажется, что равенство (108) удовлетворяется или же первая часть его болѣе второй, не болѣе какъ на 10%, то принятые скорости можно считать правильными и опредѣленными на основаніи ихъ площади съченій каналовъ вѣрными, если же разница будетъ болѣе 10%, то размѣры каналовъ слѣдуетъ пересчитывать, принимая для этого соответственно большія скорости; на конецъ, если первая часть окажется меньше второй, то каналы также должны быть пересчитаны на соответственно меньшія скорости. Надо при этомъ замѣтить, что при подобномъ пересчитываніи нѣтъ необходимости менять скорости во всѣхъ участкахъ; обыкновенно измѣняютъ скорость въ вытяжномъ каналѣ (4) и, если при новой скорости ур. (108) удовлетворяется, то на эту скорость разсчитываются и остальные вытяжные каналы того-же этажа.

Изъ жаровыхъ каналовъ 1-го этажа въ наиболѣе невыгодныхъ условіяхъ будеть находиться каналъ, подающій воздухъ въ помѣщеніе VIII; принимая, что скорость движенія воздуха въ пылевой камерѣ равна нулю, получимъ слѣдующее уравненіе для приточной системы:

$$-\left(\frac{0,5 h_5}{1 + \alpha t_0} - \frac{0,5 h_5}{1 + \alpha t_5} \right) + \left(\frac{h_6}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_6}{1 + \alpha t_6} \right) + \left(\frac{h_9}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_9}{1 + \alpha t_9} \right) - \\ - \left(\frac{h_{12}}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_{12}}{1 + \alpha t_{12}} \right) = \frac{v_6^2}{2g(1 + \alpha t_6)} (1 + Z_6) + \frac{v_9^2}{2g(1 + \alpha t_9)} Z_9 + \\ + \frac{v_{12}^2}{2g(1 + \alpha t_{12})} Z_{12} + \frac{v_8^2}{2g(1 + \alpha t_8)} Z_8 + \frac{v_{10}^2}{2g(1 + \alpha t_{10})} Z_{10} + \\ + \frac{v_{11}^2}{2g(1 + \alpha t_{11})} Z_{11} \dots (109).$$

Поступая съ этимъ уравненіемъ аналогично сказанному про вытяжную систему, устанавливаютъ окончательная скорости въ приточной системѣ, измѣнья и адѣсъ, въ случаѣ необходимости, лишь скорость въ жаровомъ каналѣ (6), и по полученной скорости разсчитываютъ остальные жаровые каналы того-же этажа.

Очевидно, что при такомъ разсчетѣ—въ каналахъ, находящихся въ болѣе благопріятныхъ условіяхъ, получится нѣкоторый запасъ площади съченія, но это не имѣть существенного значенія въ виду

возможности регулировки количества протекающего по каналамъ воздуха при помощи регулировочныхъ приспособлений; къ сказанному слѣдуетъ еще добавить, что дѣйствительный размѣръ каналовъ въ стѣнахъ зданий зависитъ также отъ размѣровъ материаловъ, изъ которыхъ воздохъ подается стѣнамъ; такъ въ кирпичныхъ стѣнахъ каналы придаютъ размѣры, кратные размѣрамъ кирпича: 3×6 , $4\frac{1}{2} \times 6$, 6×6 , 6×9 вершковъ и т. д., подбирая по расчетной площади сѣченій ближайшую большую площадь, выраженную въ размѣрахъ кирпича.

Если для очистки вводимаго воздуха примѣняются фильтры, то изъ высоты напора, опредѣленной по ур. (109) (левая часть уравненія), надо еще вычесть сопротивленіе отъ фильтровъ $\frac{H_f}{1 + \alpha_0}$, вычисленное по ур. (96); наконецъ при примѣненіи вентилятора—къ лѣвой части уравненія (109) слѣдуетъ прибавить еще напоръ М, добавляемый вентиляторомъ.

Закончивши разсчетъ каналовъ и трубъ,—переходить къ разсчету приборовъ, служащихъ для движенія воздуха. Если движеніе вызывается подогреваніемъ воздуха, то остается определить лишь размѣры приборовъ, служащихъ для подогрева извлекаемаго воздуха; для получения необходимаго напора достаточно бываетъ нагрѣть извлекаемый воздухъ на 20° Ц. выше комнатной температуры, на что потребуется:

$$W_4 = L \times 0,306 \times 20 \text{ ед. т. . . (110)}$$

необходимая для этого поверхность нагрѣва должна быть:

$$F_4 = \frac{W_4}{K(T_{sp} - T_s)} \text{ кв. метровъ. . . . (111)}$$

гдѣ T_{sp} —при водяныхъ или паровыхъ приборахъ, есть средняя температура воды или пара, протекающаго черезъ нагревательные приборы; температура эта принимается равной: для воды $\frac{90 + 60}{2} = 75^{\circ}$ Ц, а для пара 100° Ц; T_s —средняя температура воздуха, проходящаго около нагревательныхъ приборовъ камерахъ; воздухъ этотъ, входя въ камеру, имѣеть комнатную температуру T , при выходѣ же изъ нея температура его должна быть $T + 20^{\circ}$ Ц, поэтому $T_s = \frac{T + T + 20}{2} = T + 10^{\circ}$ Ц; K —коэффициентъ передачи тепла отъ воды или пара къ воздуху; значеніе его то-же, какое было указано въ отдѣльѣ объ отоплѣніи (табл. №№ 12 и 16).

Если воздухъ нагрѣвается дымовой трубой отъ грушевиднаго или кирпичнаго подогревателя, то части постѣднаго (поддувальное отверстіе, топочная решетка, сѣченіе дымовой трубы) разсчитываются также, какъ это было указано при разсчетѣ металлическихъ печей; наружная же поверхность дымовой трубы должна быть достаточна для передачи воздуху W_4 единицъ тепла въ часъ; поэтому искомая поверхность должна быть:

$$F_4' = \frac{W_4}{n_4} \text{ кв. метр. . . . (112)}$$

гдѣ n_4 принимается равнымъ 2000 ед. тепла, выдѣляемыхъ 1 кв. метромъ поверхности дымовой трубы подогревателя.

Если движеніе воздуха достигается при помощи вентилятора, то размѣры его опредѣляются согласно указаніямъ на стр. 479—484. Наконецъ площадь фильтровъ опредѣляется, принимая 0,01 до 0,015 кв. метръ фильтра на 1 куб. метръ фильтрующагося въ часъ воздуха.

Іспитаніе и регулированіе системъ отоплѣнія и вентиляції.

Приведенные ранѣе разсчеты частей системы отоплѣнія и вентиляціи не являются безусловно точными, какъ и вообще всѣ технические разсчеты, такъ какъ многія изъ явленій, служащихъ основаниемъ этихъ расчѣтовъ, еще не достаточно изслѣдованы, а въ иѣ-которыхъ случаяхъ и не поддаются анализу; разсчеты эти устанавливаются лишь достаточными для разсчитываемаго случая, размѣры приборовъ, при чѣмъ уже въ самыи разсчетъ вводится иѣкоторый запасъ этихъ размѣровъ, при исполненіи же въ натурѣ необходимо еще приводиться къ существующимъ размѣрамъ материаловъ, въ зависимости отъ каковыхъ приходится обыкновенно также пѣсколько увеличивать соотвѣтственныи части системы. Въ силу этого отдѣльныи части системъ, исполненные въ натурѣ, получаются всегда пѣсколько большихъ размѣровъ, нежели это требуется въ дѣйствительности, почему и снабжаются приборами для регулированія въ видѣ задвижекъ или клапановъ въ каналахъ и регуляторныхъ крановъ на водоводныхъ и паровыхъ трубахъ, дающихъ возможность установить доставленіе точныхъ количествъ тепла, воздуха и влаги, требуемыхъ для отдѣльныхъ помѣщеній.

Въ виду этого послѣ окончания устройства системъ отоплениія и вентиляціи—производятся еще испытанія и регулировка ихъ такимъ образомъ, чтобы въ каждое помѣщеніе доставлялось дѣйствительно необходимое количество тепла, воздуха и влаги. Испытанія эти производятся при помощи приборовъ, служащихъ для измѣрѣнія температуры, скорости движенія воздуха и влажности послѣдняго; ниже приводится описание наиболѣе употребительныхъ изъ этихъ приборовъ.

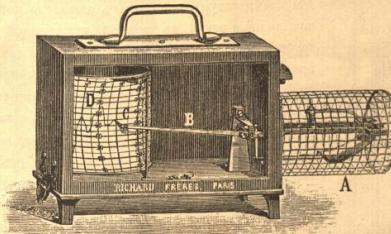
Приборы, служащіе для измѣрѣнія температуры.

Для измѣрѣнія невысокихъ температуръ употребляются обычные комнатные ртутные или спиртовые термометры, хотя и не отличающіеся особо чувствительностью, но удобные по своей простотѣ; обычные продажные термометры не отличаются также и полною точностью, поэтому предъ начальомъ наблюденій слѣдуетъ всегда производить проѣзжку ихъ, сравнивая ихъ съ нормальными термометрами; для этой цѣли термометры, вмѣстѣ съ нормальными, погружаются въ большой сосудъ съ водою комнатной температуры и всѣ замѣченныя при этомъ погрѣшности въ показаніяхъ отмѣщаются на каждомъ термометрѣ и при дальнѣйшихъ записяхъ температуръ принимаются во вниманіе.

Ртутные и спиртовые термометры удобны для опредѣленія температуры тѣль газообразныхъ и жидкіхъ, для опредѣленія же температуры твердыхъ тѣль они мало примѣнны, такъ какъ трудно достигнуть того, чтобы ртуть или спиртъ термометра точно привнесли температуру испытуемаго тѣла, но для нѣкоторыхъ техническихъ испытаний, допускающихъ неполную точность измѣрѣній, возможно для этой цѣли пользоваться и такими термометрами, помочью слѣдующаго приспособленія: къ поверхности тѣла, температуру которого желаютъ определить,—плотно прикрѣпляются при помощи суриновой замазки соотвѣтственно выдолбленный кусокъ пробки или каучука и въ образованвшуюся такимъ образомъ чашечку между испытуемымъ тѣломъ и пробкой наливается ртуть, въ которую и погружается шарикъ термометра; при этомъ ртуть въ чашечкѣ принимаетъ температуру, весьма близкую къ температурѣ испытуемаго тѣла, почему показанія термометра будутъ близко соотвѣтствовать дѣйствительной

температуру тѣла; погрѣшность, получаемая при этомъ, не превышаетъ обыкновенно 1° Ц.

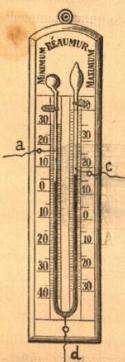
Если требуются продолжительныя наблюденія надъ измѣненіемъ температуры, то для этой цѣли съ большимъ удобствомъ можетъ быть примѣняемъ изображенныи на черт. 368 термографъ Ришара; термометръ его А составленъ изъ двухъ изогнутыхъ и спаянныхъ между собою металлическихъ пластинокъ, имѣющихъ разныя коэффициенты расширѣнія; термометръ укрѣплена однимъ концомъ неподвижно, другою же концомъ его при помощи системы рычаговъ соединенъ со стержнемъ В, на концѣ котораго укрѣплено перо С, соприкасающееся



Черт. 368.

съ бумагою, навернутую на цилиндрѣ D; внутри послѣдняго помѣщены часовой механизмъ, постепенно врачающій цилиндръ D; въ зависимости отъ измѣненія температуры спаянныя пластинки разгибаются больше или меньше, при чѣмъ движеніе свободного конца термометра передается рычагами перу С, которое и вычерчиваетъ на бумагѣ цилиндра кривую, соотвѣтствующую измѣненіямъ температуры; для удобства наблюдений бумага разграфлена горизонтальными линіями, соотвѣтствующими измѣненіямъ температуры на каждый градусъ, и вертикальными линіями на разстояніи, соотвѣтствующемъ пѣремѣщенію бумаги въ теченіе каждого часа. Термографъ этотъ очень удобенъ и автоматически записываетъ всѣ измѣненія температуры воздуха въ теченіе всего времени наблюденій.

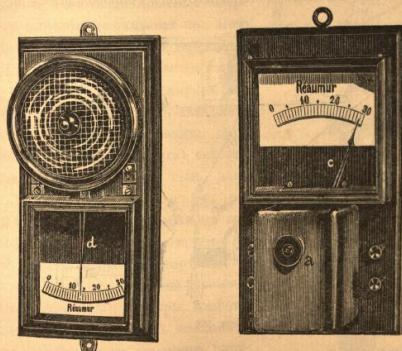
При большихъ системахъ, отоплений ихъ, полезно снабжать еще такими термометрами, которые даютъ возможность имѣть постоянный контроль за дѣйствиемъ отоплений въ разныхъ помѣщеніяхъ, не входя въ послѣдній; одинъ изъ такихъ термометровъ (Сейкса), дающій возможность наблюдать на расстояніи допускаемую по помѣщеніямъ высшую и низшую температуру, показанъ на черт. 369; онъ состоить изъ подковообразной стеклянной трубы, лѣвый конецъ которой заполненъ спиритомъ, а нижняя часть—гуттой; при измѣненіи температуры про-



Черт. 369.

Изъ другихъ приборовъ, дающихъ возможность наблюдать за разстояніемъ не только высшій и нижній предѣлъ температуры, но и всякое ея измѣненіе,— ниже описать индукционный термометръ Мен-виха; онъ состоитъ изъ двухъ приборовъ—спирального металлическаго термометра (черт. 370), устанавливаемаго въ контролируемыхъ помѣщеніяхъ, и контрольного указателя (черт. 371), устанавливаемаго на центральной станціи; на чертежахъ показанъ наружный видъ приборовъ, внутреннее же ихъ устройство почти одинаково: каждый изъ нихъ состоитъ изъ двухъ частей.

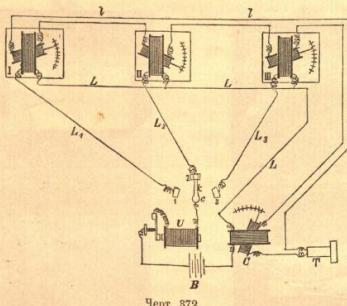
торых винтишья укреплена неподвижно, а внутренняя может быть вращаема и устанавливаема под разными углами к винтишь; стрелка δ металлического термометра T наслажена на ось внутренней его катушки, а такая же ось с внутренней катушки указателя может вращаться наблюдателемъ при помощи пуговки a . На черт. 372 показано взаимное расположение приборовъ; адъю. I, II, III—катушки термометровъ, расположенныхъ въ разныхъ помѣщеньяхъ, S —катушки указателя; обмотка наружныхъ катушекъ всяхъ приборовъ произведена



Part 370

последовательно, при чемъ въ составѣ цѣни ихъ вводится еще гальваническая батарея В и автоматический прерыватель U, обмотка же внутреннихъ катушекъ произведена такимъ образомъ, что возбуждающие магнитные поля въ нихъ индукционные токи имѣютъ въ термометрахъ и указательномъ приборѣ противоположное направление, при чемъ въ составѣ цѣни винтъ внутреннихъ катушекъ вводится также телефонъ Т, вѣшаемый на крючокъ отдельного коммутатора; включение въ цѣнь того или другого термометра производится при помощи рукоятки К (на чертежѣ показано соединеніе съ термометромъ II).

татора и если при этом обмотки винтильных катушекъ указателя и соотвѣтственно включенного термометра будуть находиться подъ однимъ и тѣмъ же угломъ къ обмоткамъ внутреннихъ катушекъ, то индукционные токи, возбуждаемые въ послѣднихъ, будутъ одной и той же силы и такъ какъ направление ихъ противоположно, то они взаимно уничтожатся, почему телефонъ не обнаружитъ ихъ присутствия; если же обмотки внутреннихъ катушекъ будуть находиться къ винтильнымъ подъ разными углами, то въ цѣли внутреннихъ катушекъ образуется индукционный токъ, что будетъ сопровождаться шумомъ



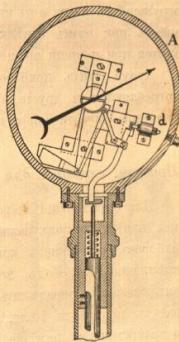
Черт. 372.

въ телефонѣ; для того, чтобы шумъ прекратился—достаточно пуговкою а повернуть внутреннюю катушку указателя до тѣхъ поръ, пока обмотка ея не станетъ подъ тѣмъ же угломъ къ наружной катушкѣ, какъ и въ термометрѣ, при чмъ стрѣлка указателя покажетъ искомую температуру. Такимъ образомъ наблюдатель, слушая въ телефонѣ, легко можетъ определить температуру, имѣющуюся въ каждомъ контролируемомъ помѣщеніи.

При необходимости измѣрений высокихъ температуръ, какъ напримѣръ температуръ горючихъ газовъ въ дымоходахъ или въ топливникахъ,—обыкновенные ртутные термометры могутъ быть примѣнены лишь до извѣстнаго предѣла, не превышающаго температуры, при которой ртуть начинаетъ превращаться въ парь (около 250° Ц.);

впрочемъ ртутные термометры могутъ примѣняться и для измѣрения температуръ до 450° Ц., но для этой цѣли устройство ихъ должно быть соотвѣтственно измѣнено въ термометрахъ, служащихъ для этой цѣли, свободная часть трубки заполняется газомъ, не дѣйствующимъ на ртуть (азотомъ или водородомъ), который сжимается при поднятии ртути, давить на послѣднюю и тѣмъ повышаетъ температуру ея кипѣнія, не оказывая при этомъ влияния на точность показаній термометра.

Для измѣрений болѣе высокихъ температуръ употребляются преимущественно приборы, извѣстные подъ назнаніемъ широметровъ. Одинъ изъ такихъ широметровъ (Штейнъ и Гартунгъ), основанный также на расширѣніи тѣла, показанъ на черт. 373; онъ состоитъ изъ трубки а, внутри которой помѣщенъ графитовый стержень с, упирающійся въ нижній конецъ трубки, къ верхнему же концу послѣдней прикреплена коробка А съ указателемъ температуры; графитовый стержень посредствомъ желѣзныхъ трубокъ соединенъ съ системою рычаговъ, помѣщенныхъ въ коробкѣ А и соединяющихся со стрѣлкою указателя; при укороченіи или удлиненіи стержня отъ измѣненія температуры—стрѣлка указателя вращается вправо или влево, на крашкѣ же коробки изображены дѣленія, соотвѣтствующія положенію стрѣлки при разныхъ температурахъ среды, въ которой находится графитовый стержень. При наблюденіяхъ приборъ вставляется въ испытываемую среду такимъ образомъ, чтобы въ ней находился весь нижній конецъ трубки а, при чмъ, по истеченіи 10—15 минутъ, когда стрѣлка указателя перестанетъ дви-



Черт. 373.

татья,—показание ея соответствует температурѣ испытуемой среды. Приборъ этотъ даѣтъ достаточно точныхъ показаній, но не отличается постоянствомъ дѣйствія, почему предъ каждымъ наблюденіемъ полено дѣлать прѣвѣрку показаній его; прѣвѣрка эта можетъ быть произведена погружениемъ части а въ кипящую воду и соотвѣтственнымъ установлениемъ при этомъ стрѣлки на 100° Ц.; установление стрѣлки производится при помощи вращенія винта д.

Кромѣ этихъ приборовъ для измѣрѣнія высокихъ температуръ употребляются и другіе, болѣе точные, приборы, каковы воздушные пиromетры Зигерта-Дюрра и Виборга, пиromетръ Сименса и друг. *).

Приборы, служащіе для измѣрѣнія скорости движения воздуха.

Для опредѣленія скорости движения воздуха употребляются приборы, извѣстные подъ называніемъ анемометровъ; главная часть этихъ приборовъ构成ляетъ крыльчатое колесо съ горизонтальной осью, укрепленное въ ободѣ, вставляемомъ въ отверстіе канала, въ которому желаютъ опредѣлить скорость движения воздуха: движущійся воздухъ, производя давленіе на лопатки колеса, приводитъ послѣднее во вращательное движеніе, при чѣмъ—чѣмъ больше скорость движения воздуха, тѣмъ большее число оборотовъ въ минуту дѣлаетъ колесо; слѣдовательно, зная число оборотовъ и зависимость между этимъ числомъ и скоростью движения воздуха,—можно опредѣлить послѣднюю. Зависимость эта можетъ быть выражена слѣдующимъ уравненіемъ:

$$v = a + b n,$$

гдѣ v —скорость движенія воздуха, n —число оборотовъ въ секунду, a и b —опредѣленные численные коэффициенты, зависящіе отъ устройства прибора; такимъ образомъ для опредѣленія скорости v —достаточно знать число оборотовъ n , для чего анемометры снабжаются соотвѣтственными счетчиками.

На черт. 374 показанъ такой анемометръ Комба; онъ состоитъ изъ горизонтальной оси, на которой насажены 4 лопати изъ аллюминія, наклоненные къ оси подъ угломъ въ 45°; ось на свободномъ

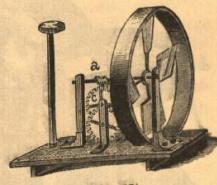
*.) Лица, интересующіяся этимъ вопросомъ, найдутъ всѣ необходимыя имъ сведения въ сочиненіи профессора А. С. Лемешкова: „Испытаніе паровыхъ котловъ и машинъ“.

концѣ снабжена безконечнымъ винтомъ а, ссылающимся съ зубчатымъ колесомъ съ такимъ образомъ, что при одномъ поворотѣ лопастей колесо съ поворачивается на 1 зубецъ колесо съ имѣть 100 зубцовъ и на своей оси снабжено собачкой, которая при полномъ поворотѣ колеса (соответствующемъ 100 оборотамъ лопастей) передвигаетъ при помощи храпового колеса, состоящее изъ зубчатое колесо на 1 зубецъ; на оси зубчатыхъ колесъ прикрѣплены стрѣлки, указывающіе при помощи дѣлений на футлярѣ число оборотовъ, при чѣмъ первая стрѣлка указываетъ число единицъ оборотовъ лопастей,—вторая же число сотенъ оборотовъ. Анемометръ имѣетъ приспособленіе, при помощи котораго можно производить расцепленіе и ссыпленіе безконечного винта съ зубчатымъ колесомъ. Для опредѣленія скорости движения воздуха анемометръ съ расцепленнымъ винтомъ устанавливается въ отверстіе испытуемаго канала и, когда движение лопастей установится, то при помощи шнура производятъ спѣленіе винта съ зубчатымъ колесомъ, записывая при этомъ время и начальное показаніе счетчика; по истечении некотораго времени (1—2 минуты)—передачу расцепляютъ и по показанію счетчика опредѣляютъ искомую скорость по уравненію:

$$v = a + b n,$$

гдѣ n —число оборотовъ въ секунду.

Слѣдуетъ здѣсь замѣтить, что коэффициенты a и b , даваемые конструкторомъ, зависятъ не только отъ устройства прибора, но и отъ его состоянія и съ теченіемъ времени, вслѣдствіе истиранія оси или загрязненій,—несколько измѣняются; поэтому время отъ времени слѣдуетъ производить прѣвѣрку анемометра, опредѣляя для него точное значение коэффициентовъ a и b . Для этой цѣли въ закрытомъ помѣщеніи приводятъ анемометръ въ движение съ опредѣленной скоростью v_1 , и замѣчаютъ при этомъ число оборотовъ лопастей въ секунду n_1 ; затѣмъ приводятъ анемометръ въ движение съ другой опредѣленной



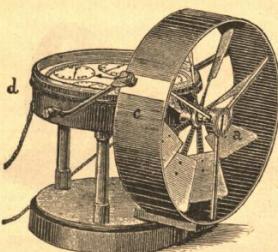
Черт. 374.

скоростью v_2 , замѣчая снова число n_2 оборотовъ въ секунду; тогда для этихъ двухъ опытовъ будемъ имѣть:

$$\begin{aligned} v_1 &= a + b n_1 \\ v_2 &= a + b n_2, \end{aligned}$$

то-есть два уравненія съ двумя неизвѣстными a и b , откуда послѣдній и могутъ быть опредѣлены.

Анемометры описанного типа просты и даютъ достаточно точные результаты, но неудобство ихъ состоять въ необходимости производить постоянно расчетъ скорости по числу оборотовъ. Болѣе удобныи въ обращеніи являются анемометры, въ которыхъ счетчики указываютъ непосредственно путь, пройденный воздухомъ, а не число оборотовъ лопастей; такой анемометръ (Казелли) показанъ на черт. 375; онъ также состоитъ изъ крыльчатаго колеса a , насаженнаго на горизонтальную ось и заключенного въ ободь c ; ось также, какъ и у аномометра Комба, заканчивается безконечнымъ винтомъ, спѣвленнымъ съ системою зубчатыхъ колесъ, заключенныхъ въ коробку d ,



Черт. 375.

при чмъ спѣвленіе винта съ первымъ зубчатымъ колесомъ разсчитано такимъ образомъ, что передвиженіе этого колеса на 1 зубецъ соответствуетъ пути воздуха въ 1 метръ; далѣе, при передвиженіи первого зубчатаго колеса на 100 зубцовъ,—второе спѣвленное съ нимъ зубчатое колесо, имѣющее на окружности 10 зубцовъ, передвигается на 1 зубецъ, а затѣмъ при передвиженіи втораго колеса на 10 зубцовъ—3-е колесо передвигается на 1 зубецъ и т. д. Стрѣлки, насаженные на осиъ этихъ зубчатыхъ колесъ, показываютъ такимъ образомъ на циферблатахъ изображеныхъ на крышки коробки,—путь, пройденный въ метрахъ, при чмъ первая стрѣлка указываетъ единицы до 100, вторая сотни, третья—тысячи метровъ и т. д. до 9.999.999

метровъ. Анемометръ Казелли также снабженъ приспособленіемъ для включения и выключения счетчика; анемометръ этотъ удобенъ въ обращеніи и даетъ возможность производить весьма продолжительныя наблюденія, но и здесь стѣдуетъ имѣть въ виду, необходимость периодической проверки его.

Для опредѣленія скорости движения воздуха при помощи анемометра Казелли—послѣдний устанавливается въ отверстіе испытуемаго канала, при чмъ предварительно записывается показаніе счетчика, а затѣмъ, по истеченіи опредѣленнаго времени, записывается второе показаніе его; разность между этими двумя показаніями дастъ путь, проходимый воздухомъ, при раздѣленіи же этой разности на продолжительность наблюденія въ секундахъ—получимъ искомую скорость.

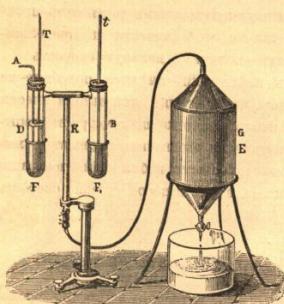
Для производства быстрыхъ наблюдений—имѣются подобные же анемометры съ тою лишь разницей, что счетчикъ ихъ автоматически включается черезъ пол-минуты послѣ установки анемометра въ испытуемомъ отверстіи и также автоматически выключается черезъ 1 минуту послѣ этого, что значительно упрощаетъ наблюденія; показанія этихъ анемометровъ даютъ такимъ образомъ непосредственно скорость въ минуту.

Приборы, служащіе для измѣренія влажности воздуха.

Къ наиболѣе простымъ приборамъ, служащимъ для измѣрения влажности воздуха, принадлежатъ волосяніе гигрометры, основанные на свойствѣ волоса измѣнять свою длину въ зависимости отъ количества поглощенной имъ изъ воздуха влаги; сюда принадлежатъ гигрометры Соссюра, Ламбрехта и друг.; приборы эти не отличаются однако достаточной степенью чувствительности и постоянствомъ дѣйствія.

Болѣе точными показаніями даютъ сгустительные гигрометры, основанные на томъ, что полное насыщеніе воздуха влагой зависитъ отъ температуры его; приборъ эти даютъ возможность опредѣлить ту температуру, при которой имѣющеся въ воздухѣ количество влаги способно насытить его, зная-же эту температуру, можно опредѣлить и соотвѣтствующее ей количество влаги по таблицѣ № 7. Къ этого рода гигрометрамъ принадлежитъ общеизвѣстный гигрометръ Ренъ, показаній на черт. 376; онъ состоитъ изъ двухъ серебрянныхъ стаканчиковъ F, F_1 съ отполированными наружными стѣнками, соединенныхъ

сверху съ такого-же диаметра стеклянными трубками D и B, закрытыми сверху пробками; сквозь пробку трубки B, не плотно закрывающую послѣднюю, вставленъ термометръ t, показывающій температуру испытуемаго воздуха, въ плотно-же пригнанной пробкѣ трубки D имѣются два отверстія, въ которыхъ проходитъ термометръ T и открытая сверху трубка A, доходящіе почти до дна серебрянаго стаканчика; верхняя часть стеклянной трубки D сообщается помошью трубки къ аспиратору E. Измѣреніе влажности при помощи гигрометра Ренъо производится слѣдующимъ образомъ:

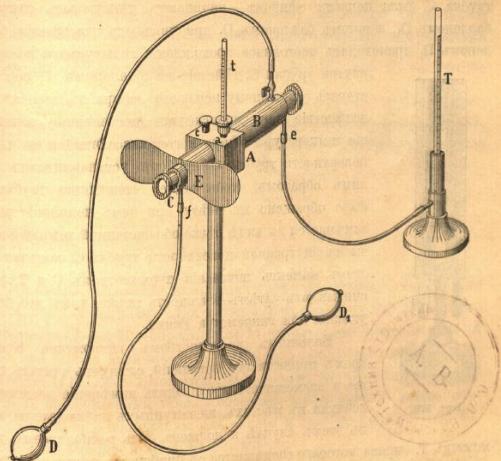


Черт. 376.

въ стаканчикъ F и нижнюю часть трубки D наливается эфиръ, послѣ чего отверстіе этой трубки плотно закрывается пробкой и открывается кранъ аспиратора; при этомъ, вслѣдствіе вытеканія воды изъ аспиратора, въ верхнюю часть послѣдняго насыщается воздухъ, проходящій по трубкѣ A черезъ всю массу эфира; получающееся вслѣдствіе такого вѣзвѣтыванія эфира усиленное испареніе его сопровождается постепеннымъ пониженіемъ температуры его, а слѣдовательно и стаканчика F при此刻а температура послѣдняго понизится до той температуры, при которой количество имѣющейся въ воздухѣ влаги способно насытить воздухъ, то на поверхности стаканчика начнется осажденіе росы и поверхность эта потускнѣтъ; наблюдатель замѣтаетъ моментъ появленія росы, сравнивая поверхности стаканчиковъ F и F₁ и замѣтая при этомъ показанія термометровъ T и t. Опредѣливъ такимъ образомъ температуру T₁—появленія росы и t₁—испытуемаго воздуха,—находить по таблицѣ № 7 количества влаги p₁ и p, насыщающей воздухъ при этихъ температурахъ; тогда искомая влажность E будеть равна:

$$E = \frac{p_1}{p} \times 100\%.$$

Недостатокъ этого прибора состоять въ тѣкоторой затруднительности точнаго опредѣленія момента появленія росы, почему въ дальнѣйшемъ приборъ этотъ подвергался видоизмѣненіямъ и усовершенствованіямъ; въ настоящее время болѣе совершеннымъ гигрометромъ этого рода можно считать показанный на черт. 377 гигрометръ Крова; здесь для выѣщенія эфира служить прямоугольная металлическая ко-



Черт. 377.

робка A съ отверстіями: a—для установки термометра t и c для напи-ванія эфира; кроме того съ внутреннею частью коробки соединяется трубка B, сообщающаяся съ каучуковымъ нагнетательнымъ баллономъ D; сквозь коробку A проходитъ тонкая серебряная трубка C съ отполированною внутреннею поверхностью, на которой и наблюдалось появленіе росы, для защиты же этой поверхности отъ лиханія наблюде-теля—трубка C плотно закрыта съ концами стеклами, при чмъ наблю-

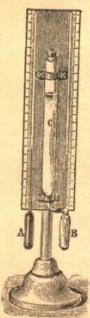
дение производится через переднее стекло, за которымъ помѣщается экранъ Е, защищающій глаза отъ посторонняго свѣта; трубка С имѣть два отверстія: е—соединенное резиновою трубкою съ оправою термометра Т, черезъ которую происходит всасываніе испытуемаго воздуха и t, соединенное съ всасывающимъ баллономъ D₁.

Наблюденія при помощи гигрометра Крова производятся слѣдующимъ образомъ: наливъ въ коробку А эфиръ такимъ образомъ, чтобы трубка С была покрыта эфиромъ,—начинаютъ дѣйствовать сначала баллономъ D₁, а потомъ баллономъ D, при чёмъ отъ всасыванія баллономъ D₁ происходитъ постоянное прохожденіе испытуемаго воздуха

внутри трубки С, дѣйствіе же баллономъ D способствуетъ усиленному испаренію эфира въ коробкѣ А, вслѣдствіе чего происходитъ постепенное понижение температуры эфира и соприкасающейся съ нимъ поверхности трубки С; приборъ устанавливаются такимъ образомъ, чтобы заднее стеклишко трубки С было обращено къ свѣту, при чёмъ появленіе росы замѣчается въ видѣ рѣзко обозначенной темной полосы на внутренней поверхности трубки С; замѣчая въ этомъ моментъ показанія термометровъ t и T, разсчитываютъ затѣмъ влажность также, какъ это было указано для гигрометра Реньо.

Большимъ достоинствомъ гигрометра Крова, кромѣ точности его показаній, слѣдуетъ считать также возможность производить измѣрение влажности воздуха въ мѣстахъ, недоступныхъ наблюдателю, гдѣ въ этомъ случаѣ и долженъ быть располагаемъ термометръ Т, оправа котораго соединяется съ приборомъ резиновою трубкою любой длины.

Наблюденія при помощи гигрометра Крова даютъ вполнѣ точные измѣрѣнія влажности, но сопровождаются сравнительно значительной затратой времени; при необходимости же болѣе быстрого измѣрѣнія влажности—для той-же цѣли могутъ примѣняться также приборы, известные подъ названіемъ психрометровъ; одинъ изъ психрометровъ, усовершенствованный Августомъ, показанъ на черт. 378; онъ состоять изъ двухъ термометровъ А—для показанія комнатной температуры и В, резервуаръ котораго обернутъ кисеєи и постоянно смачивается во-



Черт. 378.

дою, просачивающеюся изъ сосуда С; вслѣдствіе испаренія воды съ поверхности кисеи—здесь будетъ происходить пониженіе температуры резервуара термометра В до тѣхъ поръ, пока количество теплоты, поглощаемой испаряющейся водою, не будетъ равно количеству тепла, притекающему къ термометру отъ окружающаго его воздуха, послѣ чего температура термометра В будетъ оставаться постоянна. Послѣднее количество тепла по закону Ньютона пропорционально разности температуръ Т—воздуха въ помѣщеніи и t—смоченнаго термометра, слѣдовательно равно В (T—t), гдѣ В—есть численный коэффиціентъ; что-же касается до количества тепла, поглощаемаго испаряющеюся водою, то оно по Дальтону равно $\frac{P-\chi}{H}$, гдѣ P—количество паровъ, насыщающихъ воздухъ при температурѣ смоченнаго термометра t, χ —искомое количество паровъ, заключающихся въ воздухѣ, а H—барометрическое давление; согласно рагѣ сказанному, должно быть:

$$B(T-t) = \frac{P-\chi}{H},$$

откуда:

$$\chi = P - B(T-t)H \dots \dots (113).$$

Въ этомъ выраженіи неизвѣстенъ еще коэффиціентъ В, который можетъ быть опредѣленъ слѣдующимъ образомъ: записавъ для данного психрометра Т, t и H, опредѣляютъ въ то-же время помошью прибора Реньо или Крова величину χ и вставляютъ полученные величины въ выраженіе (113), изъ котораго тогда и можетъ быть расчитанъ коэффиціентъ В; опредѣленный такимъ образомъ коэффиціентъ В можно считать за величину постоянную для одного и того-же прибора—при наблюденіи въ одномъ и томъ-же помѣщеніи.

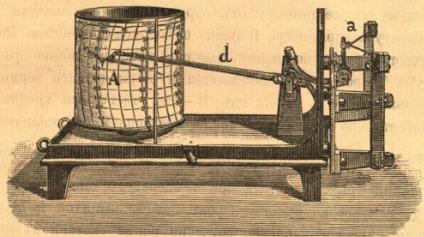
Опредѣливъ χ изъ выраженія (113), находятъ затѣмъ по таблицѣ № 7 количество паровъ P , насыщающихъ воздухъ при температурѣ Т, и тогда искомая влажность Е будетъ:

$$E = \frac{\chi}{P} \times 100\%.$$

Чтобы не производить каждый разъ подробныхъ вычислений—каждый психрометръ снабжается готовою таблицею, по которой по даннымъ Т и t—опредѣляется непосредственно влажность Е.—Психрометры

очень удобны для наблюдения, но требуют периодической проверки, особенно при производстве наблюдений в разных местах.

Для продолжительных наблюдений над измениением влажности



Черт. 379.

очень удобен также гигрометрограф Ришара, показанный на черт. 379; он состоит из волосяного гигрометра a , соединенного при помощи системы рычагов со стержнем d , перо которого чертило на бумаге цилиндра A кривую измениния влажности подобно тому, как это было указано при описании термографа Ришара.

Производство испытаний.

По окончании устройства системы отопления—действие ея должно быть проверено и урегулировано таким образом, чтобы температура в отапливаемых помещениях соответствовала требуемым по проекту, для чего производится пробная топка, сопровождающаяся измениением температур во всех отапливаемых помещениях; для этой цели во всех помещениях разыгрываются термометры на высоте 1,5 метров от пола и на расстоянии 1,5—2 метров от наружных стынь и, в течение ряда дней, производятся регулярные записи наружной температуры температуры в помещениях, а также продолжительности топок и промежутков между топками; записи эти и дают основание для суждений о том—на сколько данная система удовлетворяет своему назначению и требованиям, предъявленным при соста-

вления проекта. Если при этих записях окажется, что температура, в какомлибо из отапливаемых помещений—ниже или выше требуемой по проекту, то в нагревательном приборе этого помещения производить соответственную регулировку при помощи имеющегося в нем регулировочного приспособления. Когда таким образом во всех помещениях установлены потребные температуры, то на регулировочных приспособлениях ставят ясно отмеченные положение указателей и этими отметками руководствоваться и в будущем при установлении нормальной температуры помещений.

Испытание систем отопления производится в зимнее время, и лучше всего, если возможно производить его при наиболее неблагоприятных для системы условиях, то есть при наименшей наружной температуре, на которую была рассчитана система; однако же в действительности это не всегда возможно, так как испытания приходится производить преимущественно в начале зимнего периода, когда наружная температура выше расчетной, поэтому для проверки соответствия системы ее действительной потребности—при таких испытаниях следует еще установить ту температуру, которая в зависимости от существующей наружной температуры,—должна достичься в помещениях при пробной топке; очевидно, что температура эта должна быть выше нормальной комнатной температуры T ; обозначим искомую температуру через T_1 , наружную температуру при испытании через t_1 , среднюю температуру нагревательного прибора через t_m , охлаждение помещения при разности наружной и внутренней температур в один градус через $\Sigma F K$ и количество тепла, выделяемое нагревательным прибором при разности температур его поверхности и комнатной в один градус, через $\Sigma F_1 k_1$, тогда будем иметь:

$$\Sigma F K (T_1 - t_1) = \Sigma F_1 k_1 (t_m - T_1),$$

откуда искомая температура будет:

$$T_1 = \frac{\Sigma (F_1 k_1) t_m + \Sigma (FK) t_1}{\Sigma F K + \Sigma F_1 k_1} \dots \dots \dots (114).$$

Испытание системы вентиляции состоит в установлении объемов вводимого и извлекаемого в каждое помещение воздуха, а также общего объема вентиляции и в определении влажности воздуха в

помещенияхъ. Для определения объемовъ вентиляции производятъ измѣрение скоростей движения воздуха въ отверстіяхъ соответственныхъ каналовъ при помощи одного изъ описанныхъ ранѣе анометровъ; укрепленные въ этихъ отверстіяхъ душники не должны быть при этомъ снимаемы,—для установления же анометра—на душнике одѣвается соответственный патрубокъ изъ листового жалѣза, въ отверстіе которого и устанавливается анометръ; произведеніе изъ площи по сѣдлиаго отверстія на полученную скорость и дасть искомый объемъ воздуха проходящаго по каналу въ теченіе одной секунды. При измѣрении скорости слѣдуетъ еще имѣть въ виду, что она не одинакова во всѣхъ точкахъ отверстія, въ которомъ устанавливается анометръ, поэтому для получения средней скорости слѣдуетъ во все времена опыта передвигать анометръ по всему отверстію, или же предварительно опредѣлить на одномъ изъ каналовъ то мѣсто отверстія патрубка, въ которомъ получается средняя скорость и затѣмъ для всѣхъ остальныхъ аналогичныхъ каналовъ устанавливать анометръ въ томъ же самомъ мѣстѣ отверстія.

Измѣренныя скорости и расчитанные на основаніи ихъ объемы записываются въ таблицу параллельно съ объемами, требуемыми по проекту, и, въ зависимости отъ разности между ними, производится соответственная регулировка дѣйствій каналовъ при помощи имѣющихся въ нихъ клапановъ и задвижекъ: если получающіеся объемы превышаютъ заданные, то отверстія соответственныхъ каналовъ прикрываются клапанами или задвижками, если же они меньше требуемыхъ, то клапаны или задвижки соответственно выдвигаются до тѣхъ поръ, пока получающіеся объемы не будутъ равны требуемымъ по проекту; положеніе окончательно установленныхъ такимъ образомъ задвижекъ или клапановъ отмѣщается чертой на нихъ.

При большихъ системахъ вентиляціи измѣрение скоростей производится иногда въ теченіе несколькиихъ дней, при чѣмъ весьма существенно устанавливать однообразныя условія дѣйствія системы во все времена наблюдений; условія эти измѣняются въ зависимости отъ направленія и силы вѣтра, наружной температуры и проч., отчего измѣняются какъ общій, такъ и частные объемы вентиляціи и такимъ образомъ измѣрения разныхъ дней могутъ не вполнѣ соотвѣтствовать другъ другу; въ виду этого можно рекомендовать слѣдующій порядокъ испытаній: первоначально производить измѣрение скорости въ

воздухоприводномъ каналѣ и записывать таковую, послѣ чего начинается измѣрение скоростей въ жаровыхъ и вытяжныхъ каналахъ,—при продолженіи же испытаній въ слѣдующій дні—испытанія начинаются снова съ измѣрения скорости въ воздухоприводномъ каналѣ и продолжаются дальше лишь послѣ того, когда въ немъ при помощи клапана будетъ установлено та же скорость, какая наблюдалась въ немъ въ первый день; при такомъ порядкѣ общий объемъ вентиляціи будетъ оставаться одинъ и тотъ же во все времена испытаній, чѣмъ и будутъ установлены болѣе однообразныя условія для нихъ.

Измѣрения влажности воздуха производятся при помощи ранѣе описанныхъ гигрометровъ, регулировка же количества влаги въ помѣщеніяхъ производится или измѣнениемъ поверхности испаренія въ увлажнительныхъ сосудахъ, или же измѣнениемъ температуры испаряющейся воды, какъ это было описано въ отдѣльѣ обѣ увлажненій; слѣдуетъ при этомъ имѣть въ виду, что испытаніе на влажность слѣдуетъ производить не ранѣе, какъ во второмъ году послѣ окончанія постройки зданія, такъ какъ въ теченіе первого года въ зданіи всегда наблюдается избытокъ влаги, почему увлажнительные сосуды приходится обыкновенно пускать въ ходъ лишь на второй годъ.

На основаніи вышеизложенныхъ испытаній составляется подробная инструкція для ухода за системами отопленія и вентиляціи, которой и слѣдуетъ руководствоваться затѣмъ при дальнѣйшей эксплуатации этихъ системъ; въ инструкціи должны быть указаны также основанные на опытныхъ данныхъ продолжительность тепла и промежутка между теплами и число послѣднихъ въ день въ зависимости отъ наружной температуры.

ТАБЛИЦА № 12.

Количество теплоты, передаваемое отъ воды къ воздуху въ 1 часъ черезъ 1 кв. метръ поверхности нагрева.

Пособіями при составленіи настоящаго курса были слѣдующіе литературные источники:

С. Б. Лукашевичъ. Курсъ отопления и вентиляціи. Спб. 1896 г.

Г. Риччель. Руководство къ расчету и проектированию системъ вентиляціи и отопления. Переводъ съ итальянскаго языка. Москва. 1906 г.

А. Веденяпинъ. Курсъ отопления и вентиляціи для Николаевской Инженерной Академіи. Спб. 1899 г.

С. Гумашамбаровъ. Нефтяное отопление. Спб. 1894 г.

Г. Ф. Деппъ. Паровые котлы. Спб. 1902 г.

К. Бахаръ. Телеграфъ изъ заводскаго дѣлѣ. Рига. 1905 г.

Н. Вротновский. Данныя для установления теплонаправительной способности дровъ и каменныхъ углей. Спб. 1892 г.

А. С. Ломакинъ. Испытания паровыхъ котловъ и машинъ. Спб. 1897 г.

В. Г. Залесский. Дефекторы въ ихъ примѣненіи для вентиляціи жилыхъ помѣщений. Москва. 1894 г.

А. Н. Павловский. Устройство каналовъ и трубъ. Спб. 1902 г.

Ф. Легафть. Хлѣбопекарное производство (по Бирнбауму). Спб. 1880 г.

М. Л. Лудзинъ. Паровые и ручныя прачечныя по системѣ О. Шиммеля. Спб. 1897 г.

Товарищество Лукашевичъ и К°. Нормальные чертежи печей и обмуровки печей. Спб.

Р. Picard. Traité pratique du chauffage et de la ventilation. Paris. 1897.

A. Wolpert и H. Wolpert. Die Ventilation. 1901.

Jeeps. Feuerungsanlagen. Leipzig. 1905.

Hugo Freiherrn von Seiller. Die Zentralheizung. Wien. 1903.

Gesundheits-Ingenieur. Zeitschrift für die Gesamte Städthygiene. München.

Zeitschrift für Heizung, Lüftung und Beleuchtung. Halle a. S.

Haase's Zeitschrift für Lüftung und Heizung. Berlin.

Родъ поверхности нагрева.	Количество теплоты (К.), которое передается въ 1 часъ черезъ 1 кв. м. поверхности нагрева при 1 разности температуры между средней температурой воды и температурой притекающаго воздуха, если эта разность:						
	меньше 40°	болѣе 40° до 50°	болѣе 50° до 60°	болѣе 60° до 70°	болѣе 70° до 80°	болѣе 80°	
<i>По опытамъ проф. Риччеля.</i>							
<i>Нельзячная поверхность нагрева.</i>							
1. Обыкновенные горизонтальные или вертикальные трубы.							
Трубы приблиз. до 33 мм. наруж. діам.	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	12.5	
„ „ 33 мм. прибл. до 60 мм. нар. діам.	9.0	9.5	10.0	11.5	11.5	11.5	
„ „ 60 „ „ 100 „ „ „	8.5	9.5	10.0	10.5	10.5	10.5	
„ „ 100 „ „ 150 „ „ „	8.0	9.0	9.5	9.5	9.5	9.5	
„ „ 150 „ „ наружнаго діаметра „ „ „	8.0	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	
2. Трубы, расположенные иѣсколькими параллельными рядами другъ надъ другомъ и соединенными между собою параллельно или послѣдовательно (зѣбеники), до 1 м. высоты. Обороты не касаются другъ друга; разстоянія между ними не менѣе діаметра составленіемъ изъ трубъ.							
Трубы приблиз. до 33 мм. наружн. діам.	9.0	10.0	10.5	11.0	11.0	11.5	
„ „ 33 мм. наружнаго діаметра „ „ „	7.0	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	
3. Тоже высотою болѣе 1 м.							
Трубы приблиз. до 33 мм. наружн. діам.	8.0	8.5	9.0	9.5	9.5	9.5	
„ „ 33 мм. наружнаго діаметра „ „ „	6.5	7.0	7.5	8.0	8.0	8.0	
4. Цилиндрическая печь до 2 м. высоты, состоящая изъ двухъ концентрическихъ установленныхъ другъ въ друга трубъ. Снаружи и во внутренней трубѣ протекаетъ воздухъ. Наружная труба прибл. 100—150 мм. діам.							
„ „ „ 150—200 „ „ „	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	9.0	
„ „ „ 200—300 „ „ „	7.5	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	
„ „ „ болѣе 300 „ „ „	7.5	8.0	8.5	8.5	8.5	8.5	
Внутренняя „ прибл. 120—400 „ „ „	7.0	7.5	8.0	8.0	8.5	8.5	
5. Трубчатая печь, состоящая изъ иѣсколькихъ горизонтальныхъ или вертикальныхъ трубъ, расположенныхъ:							
въ 1 рядъ	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	9.5	
въ 2 ряда	5.5	6.0	6.5	7.0	7.0	7.0	
въ 4 ряда	5.0	5.5	6.0	6.0	6.0	6.0	
6. Плоские нагревательные приборы:							
приблизительно до 1 м. высоты	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	9.5	
болѣе 1 „ „ „	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	8.5	

Таблица № 12 (прод.)

Родъ поверхности нагрева.	Количество теплоты (K), которое отдаётся в 1 час. при 1 кв. м. поверхности нагрева при 1° разности температур между средней температурой воды и температурой притекающего воздуха, если эта разность:									
	меньше 40°	безъ 40° до 50°	безъ 50° до 60°	безъ 60° до 70°	безъ 70° до 80°	безъ 80°	меньше 40°	безъ 40° до 50°	безъ 50° до 60°	безъ 60° до 70°
Чугунная поверхность нагрева.										
7. Радиаторы, наименьшее расстояние между элементами не меньше 20 мм.										
1 элемент	7.5	8.0	8.5	8.5	8.5	9.0				
2 элемента	6.5	7.0	7.5	7.5	7.5	7.5				
3 элемента	6.0	6.5	7.0	7.0	7.0	7.5				
4—6 элементов	6.0	6.5	6.5	7.0	7.0	7.0				
больше 6 элементов	5.5	6.0	6.5	6.5	6.5	7.0				
8. Ребристые плоские приборы до 0.6 м. высоты съ вертикальными ребрами, отстоящими другъ отъ друга не менѣе какъ 45 мм.										
Высота реберъ 0 мм.	7.5	8.5	8.5	9.0	9.0	9.0				
" " 20 "	5.5	6.0	6.5	6.5	6.5	6.5				
" " 40 "	5.0	5.5	5.5	6.0	6.0	6.0				
" " 50 "	4.5	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5				
" " 60 "	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0				
9. Ребристые нагревательные приборы съ наклонными ребрами. Элементы собраны горизонтально другъ около друга. Расстояніе между ребрами не менѣе 14 мм.										
10. Ребристыя трубы съ круглыми ребрами. Расстояніе между ребрами не менѣе 35 мм.	4.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.5				
11. Ребристые нагревательные приборы, состоящіе изъ послѣдовательно соединенныхъ, горизонтальныхъ, расположенныхъ другъ надъ другомъ ребристыхъ трубъ, съ круглыми поперечными сеченіями какъ самой трубы, такъ и реберъ. Расстояніе между ребрами не менѣе 17 мм.										
1 труба	3.5	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0				
3 трубы (ребра частично входятъ въ проф.).	3.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0				
6 трубъ (междукажды другъ между другомъ).	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5				
<i>По опытамъ проф. Лужаниновича.</i>										
12. Гладкая желѣзная поверхности	—	10.4	10.4	—	—	—				
13. Горизонтальные ребристыя батареи діам. 50 и 75 мм. съ квадратными ребрами 175×175 мм. и 225×225 мм. при разстояніи между ребрами 25 мм.	—	6.1	6.1	—	—	—				
14. Такія же батареи съ круглыми ребрами.	—	6.9	6.9	—	—	—				
15. Вертикальный ребристыя печи.	—	6.1	6.1	—	—	—				

ТАБЛИЦА № 13.
Плотность воды (γ) при температурахъ отъ 40 до 100° Ц.

t	γ	t	γ	t	γ	t	γ
40	0,99233						
41	195	56	0,98530	71	0,97738	86	0,96812
42	157	57	481	72	674	87	746
43	117	58	432	73	615	88	682
44	077	59	382	74	555	89	616
45	035	60	331	75	495	90	550
46	0,98993	61	280	76	435	91	483
47	949	62	228	77	375	92	416
48	905	63	175	78	314	93	348
49	860	64	121	79	253	94	280
50	813	65	067	80	191	95	212
51	767	66	012	81	129	96	143
52	721	67	0,97057	82	066	97	074
53	674	68	902	83	004	98	005
54	627	69	846	84	0,96941	99	0,95934
55	579	70	780	85	876	100	863

ТАБЛИЦА № 14.

Коэффициент трения (ρ) воды о стекки трубопровода по Вейсбаху.

Скорость воды въ метр.	ρ	Скорость воды въ метр.	ρ	Скорость воды въ метр.	ρ
0.020	0.0814	0.076	0.0488	0.180	0.0367
0.022	0.0783	0.078	0.0483	0.185	0.0364
0.024	0.0755	0.080	0.0479	0.190	0.0361
0.026	0.0731	0.082	0.0475	0.195	0.0358
0.028	0.0710	0.084	0.0471	0.200	0.0356
0.030	0.0691	0.086	0.0467	0.205	0.0353
0.032	0.0674	0.088	0.0463	0.210	0.0351
0.034	0.0658	0.090	0.0460	0.215	0.0348
0.036	0.0643	0.092	0.0456	0.220	0.0346
0.038	0.0630	0.094	0.0453	0.225	0.0344
0.040	0.0617	0.096	0.0450	0.230	0.0341
0.042	0.0606	0.098	0.0447	0.235	0.0339
0.044	0.0596	0.100	0.0444	0.240	0.0337
0.046	0.0586	0.105	0.0436	0.245	0.0335
0.048	0.0576	0.110	0.0428	0.250	0.0333
0.050	0.0567	0.115	0.0423	0.255	0.0332
0.052	0.0559	0.120	0.0417	0.260	0.0330
0.054	0.0551	0.125	0.0412	0.265	0.0328
0.056	0.0544	0.130	0.0406	0.270	0.0326
0.058	0.0537	0.135	0.0402	0.275	0.0325
0.060	0.0531	0.140	0.0396	0.280	0.0323
0.062	0.0524	0.145	0.0392	0.285	0.0321
0.064	0.0518	0.150	0.0389	0.290	0.0320
0.066	0.0513	0.155	0.0385	0.295	0.0318
0.068	0.0507	0.160	0.0381	0.300	0.0317
0.070	0.0502	0.165	0.0377		
0.072	0.0497	0.170	0.0374		
0.074	0.0492	0.175	0.0370		

ТАБЛИЦА № 15.
Давленіе, температура и т. д. водяныхъ паровъ.

Давленіе пара (абсол.)	Температура.	Свѣтлая тем- погоды. (Ренъ).	Общее количе- ство теплоты, необходимое на нагреваніе и испареніе 1 кгр. воды. (Ренъ).	Вѣсъ 1 куб. м. пара въ кгр. (Цейльеръ).
въ атмосфе- рахъ.	въ кгр. на кв. м.			
1.0	10 333.0	100.00	536.50	637.00
1.1	11 366.3	102.68	534.60	637.82
1.2	12 399.6	105.17	532.84	638.58
1.3	13 432.9	107.50	531.19	639.29
1.4	14 466.2	109.68	529.64	639.95
1.5	15 499.5	111.74	528.17	640.58
1.6	16 532.8	113.69	526.79	641.18
1.7	17 566.1	115.54	524.47	641.74
1.8	18 599.4	117.30	524.22	642.28
1.9	19 632.7	118.99	523.01	642.79
2.0	20 666.0	120.60	521.87	643.28
2.1	21 699.3	122.15	520.76	643.75
2.2	22 732.6	123.64	519.70	644.21
2.3	23 765.9	125.07	518.68	644.65
2.4	24 799.2	126.46	517.68	645.07
2.5	25 832.5	127.80	516.73	645.48
2.6	26 865.8	129.10	515.80	645.88
2.7	27 899.1	130.35	514.90	646.26
2.8	28 932.4	131.57	514.03	646.63
2.9	29 965.7	132.76	513.18	646.99
3.0	30 999.0	133.91	512.35	647.34
3.1	32 032.3	135.03	511.55	647.68
3.2	33 065.6	136.12	510.77	648.02
3.3	34 098.9	137.19	510.00	648.34
3.4	35 132.2	138.23	509.26	648.66
3.5	36 165.5	139.24	508.53	648.97
3.6	37 198.8	140.23	508.82	649.27
3.7	38 232.1	141.21	507.12	649.57
3.8	39 265.4	142.15	506.44	649.86
3.9	40 298.7	143.08	505.77	650.14
4.0	41 332.0	144.00	505.11	650.42
4.1	42 365.3	144.89	504.47	650.69
4.2	43 398.6	145.76	503.84	650.96
4.3	44 431.9	146.61	503.23	651.21
4.4	45 465.2	147.46	502.62	651.48

Давление пара (абсоз.) въ атмосф- рах.	Температура. въ кгр. на кв. м.	Скрытая теп- лота, (Рено).	Общее количе- ство теплоты, необходимое на нагревание и испарение 1 кг. паро- вода. (Рено).	Въсъ 1 куб. м. пара въ кгр. (Цейнеръ).
4.5	46 498.5	148.29	502.02	651.73
4.6	47 531.8	149.10	501.44	651.98
4.7	48 565.1	149.90	500.86	652.22
4.8	49 598.4	150.69	500.29	652.46
4.9	50 631.7	151.46	499.73	652.69
5.0	51 665.0	152.22	499.19	652.93
5.1	52 698.3	152.97	498.64	653.15
5.2	53 731.6	153.70	498.12	653.38
5.3	54 764.9	154.43	497.59	653.60
5.4	55 798.2	155.14	497.08	653.82
5.5	56 831.5	155.85	496.56	654.04
5.6	57 864.8	156.54	496.06	654.24
5.7	58 898.1	157.22	495.57	654.45
5.8	59 931.4	157.90	495.08	654.66
5.9	60 964.7	158.56	494.60	654.86
6.0	61 998.0	159.22	494.12	655.06
6.1	63 031.3	159.87	493.65	655.25
6.2	64 064.6	160.50	493.20	655.45
6.3	65 097.9	161.14	492.73	655.64
6.4	66 131.2	161.76	492.29	655.84
6.5	67 171.0	162.37	491.84	656.02
6.6	68 204.4	162.98	491.40	656.21
6.7	69 237.8	163.58	490.97	656.40
6.8	70 271.2	164.18	490.52	656.56
6.9	71 304.6	164.76	490.11	656.75
7.00	72 338.0	165.34	489.69	656.93
7.25	74 921.5	166.77	488.64	657.36
7.50	77 505.0	168.15	487.64	657.78
7.75	80 088.5	169.50	486.76	658.29
8.00	82 672.0	170.81	485.70	659.59
8.25	85 255.5	172.10	484.77	658.99
8.50	87 839.0	173.35	483.86	659.37
8.75	90 422.5	174.57	482.96	659.73
9.00	93 006.0	175.77	482.09	600.11
9.25	95 589.5	176.94	481.24	660.47
9.50	98 173.0	178.08	480.41	660.82
9.75	100 756.5	179.21	479.58	661.16
10.00	103 340.0	180.31	478.78	661.50
				5.2704

ТАБЛИЦА № 16.
Количество теплоты, передаваемое от пара к воздуху въ 1 часъ черезъ 1 кв. м. поверхности нагрева.

Родъ поверхности нагрева.	Количество теплоты (К), которое передаетъ 1 кв. м. поверхности нагрева при разности температур между средней температурой пара и температурой притекающаго воздуха.
1. Обыкновенные горизонтальные трубы.	
Трубы приблизительно до 33 мм. наружного диаметра.	13.0
Трубы болѣе 33 мм. приблизит. до 100 мм. наружн. діам.	12.0
Трубы болѣе 100 мм. наружнаго диаметра.	11.5
2. Обыкновенные вертикальные трубы.	
Трубы приблизительно до 33 мм. наружного диаметра.	13.5
Трубы болѣе 33 мм. приблизит. до 100 мм. наружн. діам.	12.5
Трубы болѣе 100 мм. наружнаго диаметра.	12.0
3. Трубы, расположенные изъ сколькихъ параллельными рядами другъ надъ другомъ и соединенныя между собою параллельно или послѣдовательно (змѣевикъ) до 1 м. высоты. Обороты не касаются другъ друга, расстояніе между ними не менѣе діаметра составляющиихъ ихъ трубъ.	
Трубы приблизительно до 33 мм. наружнаго диаметра.	12.5
Трубы болѣе 33 мм. наружнаго диаметра.	11.0
4. Тоже, но высотой болѣе 1 м.	
Трубы приблизительно до 33 мм. наружнаго диаметра.	11.0
Трубы болѣе 33 мм. наружнаго диаметра.	9.5
5. Трубчатая печь, состоящая изъ пѣсколькихъ горизонтальныхъ или вертикальныхъ трубъ, расположенныхъ:	
въ 1 рядъ.	11.5
въ 2 ряда.	9.0
въ 4 ряда.	8.0
6. Плоские нагревательные приборы.	
Приблизит. до 1 м. высоты.	12.0
Болѣе 1 м. высоты.	11.0

Родъ поверхности нагрева.

Количество теплоты (К), которое передается в 1 часъ через 1 кв. м. поверхности нагрева при 1° разности температур между поверхностью нагрева и температурой притекающаго воздуха.	
Чугунные поверхности нагрева.	
7. Радиаторы. Наименьшее разстояніе между элементами не менѣе 20 мм.	
1 элементъ	11.5
2 элемента	9.5
3 элемента	9.0
4—6 элементовъ	8.5
болѣе 6 элементовъ	8.0
8. Ребристые плоскіе приборы до 0.6 м. высоты съ вертикальными ребрами, отстояніемъ другъ отъ друга не менѣе какъ на 45 мм.	
Высота реберъ 0 мм.	11.0
" " 20 "	8.0
" " 40 "	7.5
" " 50 "	7.0
" " 60 "	6.5
9. Ребристые нагревательные приборы съ наклонными ребрами. Элементы собраны горизонтально, другъ около друга. Разстояніе между ребрами не менѣе 14 мм..	6.0
10. Ребристыя трубы съ круглыми ребрами. Разстояніе между ребрами не менѣе 35 мм..	6.5
11. Ребристые нагревательные приборы, состоящіе изъ последовательно соединенныхъ, горизонтальныхъ, расположенныхъ другъ надъ другомъ ребристыхъ трубъ съ круглыми поперечными сеченіями какъ самой трубы, такъ и реберъ. Разстояніе между ребрами не менѣе 17 мм.	
1 труба	6.0
3 трубы (ребра частью входять въ промежутки другъ между другомъ)	4.5
6 трубъ	4.0
<i>По даннымъ проф. Лукашевича.</i>	
12. Гладкія желѣзныя поверхности	11.5
13. Горизонтальные ребристыя батареи діам. 50 и 75 мм. съ квадратными ребрами 175×175 мм. и 225×225 мм. при разстояніи между ребрами 25 мм..	6.7
14. Такія же батареи съ круглыми ребрами.	7.6
15. Вертикальныя ребристыя печи.	6.7

ТАБЛИЦА № 17.
Количество воды, испаряющейся въ сухой воздухъ при температурахъ воды отъ 1° до 100° Ц. (По Дальтону).

Температура.	Количество воды въ кг., испаряющейся съ 1 кв. метра поверхности въ 1 часъ, при воздухѣ:			Температура	Количество воды въ кг., испаряющейся съ 1 кв. метра поверхности въ 1 часъ, при воздухѣ:		
	спокой- номъ.	съ тум- рениемъ возобнов- леніемъ.	съ быст- римъ во- зобновле- ніемъ.		спокой- номъ.	съ тум- рениемъ возобнов- леніемъ.	съ быст- римъ во- зобновле- ніемъ.
+ 1°	0.16544	0.21252	0.26048	24	0.74316	0.95392	1.17084
2	0.17776	0.22792	0.27984	25	0.78892	1.01244	1.24256
3	0.19052	0.24464	0.30008	26	0.83732	1.07448	1.31868
4	0.20416	0.26224	0.32164	27	0.88792	1.13960	1.39876
5	0.21912	0.28116	0.34496	28	0.94160	1.20824	1.48280
6	0.23452	0.30096	0.36916	29	0.99792	1.28040	1.57168
7	0.25080	0.32208	0.39512	30	1.05688	1.35652	1.66452
8	0.26840	0.34452	0.42284	31	1.11936	1.43660	1.76264
9	0.28732	0.36872	0.45232	32	1.18448	1.52020	1.86604
10	0.30712	0.39424	0.48356	33	1.25356	1.60864	1.97428
11	0.32824	0.42108	0.51656	34	1.32572	1.70104	2.08780
12	0.35024	0.44968	0.55176	35	1.40140	1.79828	2.20704
13	0.37400	0.48136	0.58916	36	1.48104	1.90036	2.33244
14	0.39908	0.51216	0.62882	37	1.56420	2.00772	2.46400
15	0.42548	0.54604	0.67012	38	1.65176	2.11992	2.60172
16	0.45364	0.58212	0.71412	39	1.74372	2.23740	2.74604
17	0.48312	0.61996	0.76120	40	1.83964	2.36060	2.89740
18	0.51436	0.66044	0.81048	41	1.94040	2.48996	3.05580
19	0.54780	0.70268	0.86240	42	2.04556	2.62504	3.22168
20	0.58256	0.74800	0.91784	43	2.15600	2.76672	3.39548
21	0.61952	0.79508	0.97592	44	2.27128	2.91456	3.57720
22	0.65868	0.84524	1.03752	45	2.39184	3.06944	3.76728
23	0.70004	0.89804	1.10220	46	2.51812	3.23180	3.96616

Температура.	Количество воды в кг., испаряющейся с 1 на. метра поверхности в 1 час., при воздухе:			Температура.	Количество воды в кг., испаряющейся с 1 на. метра поверхности в 1 час., при воздухе:		
	спокой- номъ.	съ ум- ренныхъ воздобнов- леніемъ.	съ быст- рыхъ во- зобновле- ніемъ.		спокой- номъ.	съ ум- ренныхъ воздобнов- леніемъ.	съ быст- рыхъ во- зобновле- ніемъ.
47	2.65012	3.40076	4.17384	74	9.26816	11.89408	14.59744
48	2.78784	3.57764	4.39076	75	9.66680	12.40536	15.22488
49	2.93172	3.76200	4.61736	76	10.07952	12.93556	15.87520
50	3.08176	3.95516	4.85364	77	10.50720	13.48380	16.57040
51	3.23840	4.15624	5.10092	78	10.94940	14.05184	17.24586
52	3.40208	4.36612	5.35832	79	11.40788	14.64012	17.96740
53	3.57280	4.58524	5.62716	80	11.88220	15.24864	18.71452
54	3.75056	4.81360	5.90744	81	12.37280	15.87828	19.48716
55	3.93580	5.05120	6.19916	82	12.88056	16.52992	20.28664
56	4.12940	5.29892	6.50864	83	13.40504	17.20400	21.11840
57	4.33048	5.55764	6.82044	84	13.94800	17.89964	21.96788
58	4.53992	5.82648	7.15044	85	14.50900	18.61992	22.85140
59	4.75516	6.10632	7.49408	86	15.09848	19.36352	23.78440
60	4.98520	6.39760	7.85180	87	15.68776	20.13220	24.70776
61	5.22148	6.70076	8.22360	88	16.30640	20.92640	25.68236
62	5.46700	7.01580	8.61036	89	16.94528	21.74656	26.68864
63	5.72220	7.34360	9.01252	90	17.60484	22.59812	27.72792
64	5.98752	7.68504	9.43492	91	18.28596	23.46696	28.80064
65	6.26340	8.03792	9.86480	92	18.98864	24.37424	29.91384
66	6.55028	8.40576	10.31624	93	19.71420	25.30000	31.04992
67	6.84772	8.78768	10.78484	94	20.46264	26.26052	32.22868
68	7.15660	9.17812	11.27148	95	21.23440	27.25096	33.44440
69	7.47692	9.59552	11.77616	96	22.03036	28.27264	34.69796
70	7.80956	10.02232	12.30020	97	22.85096	29.32556	35.98024
71	8.15496	10.46540	12.84360	98	23.69708	30.41148	37.32300
72	8.51268	10.92432	13.40768	99	24.56916	31.52996	38.69580
73	8.88360	11.40040	13.99200	100	25.46324	32.67792	40.10512

ТАБЛИЦА № 18.

Коэффициент K_0 для поправки цифр таблицы № 17 при расчете увлажнительных приборов.

Температура воды.	Значение коэффициента K_0 .	Температура воды.	Значение коэффициента K_0 .	Температура воды.	Значение коэффициента K_0 .
40	0,37	51	0,47	62	0,60
41	0,38	52	0,48	63	0,61
42	0,40	53	0,49	64	0,62
43	0,42	54	0,50	65	0,62
44	0,43	55	0,51	66	0,61
45	0,44	56	0,52	67	0,61
46	0,44	57	0,53	68	0,61
47	0,45	58	0,54	69	0,60
48	0,45	59	0,55	70	0,60
49	0,46	60	0,56	71	0,60
50	0,46	61	0,58		

Оглавление II части.

Центральные системы отопления.

Воздушное отопление	308
Калориферы малой теплоемкости	311
Калориферы большой теплоемкости	316
Устройство отдельных частей воздушной системы отопления:	
Устройство калориферовъ большой теплоемкости	324
Камера калорифера	327
Воздухоприводный каналъ	329
Обратные каналы	332
Жаровые каналы	333
Составление проекта и расчетъ воздушной системы отоплениі большой теплоемкости	340
Достоинства и недостатки воздушной системы отоплениі и случаи ея примѣненія	350
Водяное отопление низкаго давленія	352
Водогрѣйный котелъ	354
Трубы, служащіе для циркуляціи воды	361
Нагрѣвателные приборы	368
Краны	377
Расширительный сосудъ	380
Составление проекта и расчетъ водяной системы отоплениі	382
Достоинства и недостатки водяной системы низкаго давленія	397

СТР.	
Паровое отопление низкаго давленія	398
Паровые котлы	401
Регуляторы давленія пара	412
Паровые и конденсационныя трубы	415
Нагрѣвателные приборы	419
Отводъ конденсационной воды и питаніе котловъ	426
Отопление мятальмъ паромъ	434
Расчетъ паровой системы низкаго давленія	437
Достоинства и недостатки паровой системы низкаго давленія	441
Комбинированные системы отопления	443
Паро-водяная система отопления	444
Проектирование и расчетъ паро-водяной системы	452
Системы съ усиленною циркуляціею воды	456

IV. Вентиляция.

Общая схема вентиляціи	461
Вводъ чистаго воздуха.	
Воздухоприводный каналъ	463
Очистка воздуха отъ пыли	467
Приспособленіе для передвиженія воздуха	472
Согрѣваніе воздуха	484
Увлажненіе воздуха	491
Приточные (жаровые) каналы и расположение приточныхъ отверстій	498
Извлеченіе испорченаго воздуха.	
Вытяжные каналы и расположение вытяжныхъ отверстій	501
Вытяжные трубы	511
Усиленіе тяги въ вытяжныхъ трубахъ	518
Составление проекта и расчетъ вентиляціи	523
Испытаніе и регулированіе системъ отоплениі и вентиляціи.	
Приборы, служащіе для измѣренія температуры	531
Приборы, служащіе для измѣренія скорости движенія воздуха	537
Приборы, служащіе для измѣренія влажности воздуха	540
Производство испытаній	545
Литература	549

ТАБЛИЦЫ:

№ 12. Количество теплоты, передаваемой отъ воды къ воздуху	550
№ 13. Плотность воды при разныхъ температурахъ	552
№ 14. Коефицентъ трения воды о стѣнки трубопровода	553
№ 15. Давленіе, температура, скрытая теплота и вѣсъ пара	554
№ 16. Количество теплоты, передаваемой отъ пара къ воздуху	556
№ 17. Количество воды, испаряющейся въ воздухъ	558
№ 18. Коефицентъ поправокъ цифръ таблицы № 17	560

