

КУРСЪ

ПАФОВЫХЪ КОШЛОВЪ.

ЛЕКЦІИ

Профессора

Н. П. ПЕТРОВА.

читаемыя

въ С. П. Б. Технологическомъ Училищѣ.

въ 1876 1/2 г.

СПИТЕРБУРГЪ.

Паровые котлы строятся для превращения воды в такой пар, у которого упругость больше упругости атмосферы. Вода может превращаться в пар равной температуры и упругости; тем выше температура пара — тем больше и его упругость; в парам, насыщающим пространство, одна из этих величин совершенно определяет другую.

При устройстве котлов, всегда определяют, какой упругости предполагается приготовить в них пар, например 2, 3, 4 и т. п. атмосферы. Это значит, что пар должен давить на ту которую плоскости в 2, 3, 4 раза больше, чем давит атмосфера. Давление же атмосферы при средней высоте ртути в барометре, т. е. при высоте столба в $760 \frac{mm}{mm}$, на квадратный сантиметр равно 1,0333 килограмма. Следовательно, пары с упругостью в 2, 3, 4 атмосферы должны давить на \square смм. земли в 2, 1,0333; 3, 1,0333; 4, 1,0333 килогр. или для простоты расчетов принимают 2, 3, 4 килограмма на квадратный сантиметр.

Способы превращения воды в пар.

Вода, находящаяся под некоторым определенным давлением превращается в пар двумя различными способами: если давление, которому она подвергнута, не переменяется, то ей надо сообщать теплоту; если же теплота не сообщается, то надо уменьшать давление, действующее на воду. Само собою разумеется, что оба эти средства.

Паровые котлы. Л. 1.

Декабрь 1886

могут иногда вместе содействовать образованию пара.

Самое превращение воды в парь при нагревании происходит иначе, чем при уменьшении давления. В случае нагревания, когда достигнута та температура, при которой, под данным давлением, вода может уже превратиться в парь, она действительно начинает переходить в состояние пара на различных точках той поверхности нагрева, где происходит нагревание. Поверхность, где вода прикасается к нагревающим телам, обыкновенно располагается внизу и ее боковые края и называется поверхностью нагрева. Паровые пузырьки, образовавшиеся на этой поверхности, держатся сначала на ней некоторое время, но потом от нее отделяются и, так как удельный вес пара меньше веса воды, то они и поднимаются вверх. Мало по-малу, число паровых пузырьков возрастает в массе жидкости и увеличиваются занимаемой ею объем, но и при самом сильном кипении парообразование происходит лишь на поверхности нагрева. Другое явление происходит при превращении воды в парь в случае уменьшения давления на жидкость. При известной температуре вода может оставаться в виде капельной жидкости только тогда, когда она подвергнута известному давлению. Когда давление уменьшено, вода должна принять парообразное состояние. Давление в жид-

жесткая передается одинаково по всем направлениям, следовательно, уменьшение давления происходит одновременно по всей жидкости и поэтому превращение ее в пар происходит во всех ее точках, а уже не на одной поверхности напора.

Количество теплоты, преобразующееся для образования пара данной упругости из воды данной температуры.

Количество теплоты, которое должно быть сообщено воде, имеющей известную температуру, для того, чтобы она превратилась в пар данной упругости, точно так же как зависимость между температурами и упругостями насыщенного пара, могут быть определены только опытным путем.

Наиболее точные опыты относительно этих зависимостей были сделаны Ренье (Regnault). Вот подробности относительно самих опытов, а также таблиц и формул, полученных Ренье, сюда не относим и пока мы остановимся на небольшой таблице, где показаны соответствующие температуры по Цельсию, упругости в атмосферах, или все равно в килограммах на квадратный сантиметр.

$P.$	$t.$	$Q.$
2	120, 60	643, 28
2, 5	127, 80	645, 28
3	133, 91	647, 34
3, 5	139, 24	648, 97

P .	t .	a .
4	144, 00	650, 42
4, 5	148, 29	651, 73
5	152, 22	652, 93
5, 5	155, 85	654, 03
6	159, 22	655, 06
6, 5	162, 37	656, 02
7	165, 31	656, 92
7, 5	168, 15	657, 78
8	170, 81	658, 60
8, 5	173, 35	659, 37
9	175, 77	660, 11
9, 5	178, 08	660, 81
10	180, 30	661, 48
11	184, 50	662, 76
12	188, 71	663

Упругости, встречающиеся в действующих котлах не выходят из пределов приведенной таблицы.

При этом можно заметить, что упругости от 2—7, встречаются в котлах фабричных и пароходных; а от 5—12 в локомотивных и паровозных.

Задавая упругость, по таблице легко найти температуру пара.

Количество теплоты, необходимое для образования пара той или другой температуры определенное Регнаулт, выражено или весьма простою формулой. Единицею теплоты считается то ее количество, которое необходимо для нагревания одного килограмма воды от 0° до 1° Цельсия. Затем, если

назовем Q число единиц теплоты, необходимых для превращения воды, бывшей при 0°Ц . в парь, имеющей температуру $t^\circ \text{Ц}$. Если, то зависимость между Q и t выражена уравнением:

$$Q = 606,5 + 0,305 t \dots (1)$$

Количество теплоты C , необходимое для того, чтобы нагреть килограмм воды от нуля до $t, ^\circ \text{C}$, по опытам того же Regnault, — определяется таким уравнением:

$$C = t + 0,0002 t^2 + 0,0000003 t^3, \dots (2)$$

Следовательно, если килограмм воды был нагрет до t , градусов и надо затратить превратить его в парь, имеющей температуру t , то количество теплоты D , при этом требующееся, будет:

$$D = Q - C = 606,5 + 0,305 t - t - 0,0002 t^2 - 0,0000003 t^3, \dots (3)$$

По этим уравнениям (1) или (3) легко определить для каждого частного случая, какое количество теплоты должно быть сообщено воде, чтобы получить требуемый парь. Для примера возьмем паровую машину в 10 сил; положим, что парь для нее должен иметь упругость в 5 атмосфер; количество требуемого пара 250 килограммов в час. Вспомогательный паровый котел в 25 килограммов воды, и наконец положим, что в котел доставляется вода, имеющая 50°C . Спрашивается, какое количество теплоты должно быть доставлено в котел, в продолжение часа, чтобы оттуда могли выдвигаться выше-

упомянутых количества воды и пара.

По выше приведенной таблице находим, что t — температура, соответствующая атмосферному давлению, есть $t = 152,22$. Количество теплоты Q , необходимое для получения килограмма пара этой температуры, из воды, имеющей 0° есть

$$Q = 652,93.$$

Количество теплоты, необходимое для нагревания килограмма воды, имеющей нуль, до температуры $152,22$ по уравнению (2) есть:

$C = 152,22 + 0,00002(152,22)^2 + 0,0000003(152,22)^3 = 153,74$, наконец количество теплоты, заключенное в одном килограмме воды, имеющей температуру 15° есть:

$$C_1 = 15 + 0,00002(15)^2 + 0,0000003(15)^3 = 15,0055.$$

Полное искоемое количество W будет определено уравнением:

$$W = 652,93 \cdot 250 + 25 \cdot 153,74 - (250 + 25) 15,0055 \text{ или}$$

$$W = 162978 \text{ единиц теплоты.}$$

Теплота, употребляемая в практике и ее главные части.

Теплота необходимая для паровых котлов, получается посредством сжигания различных веществ, называемых топливами.

Их можно подразделить на три главных группы:

1, топлива твердые, 2, жидкие и 3, газообразные.

Твердые топлива суть дрова, древесный уголь, антрацит, каменный уголь, бурый уголь, лигнит, кокс, торф, торфяной кокс.

Жидкие суть различные масла и преимущественно горючие масла.

Газообразные суть три газа, которые обыкновенно вылетают из доменных печей, их улавливают при самом вылете и доставляют к котлам.

Каковы бы ни были топлива, в них всегда такая составная часть, доставляющая теплоту, есть углерод, и затиски водорода. Другие, входящие в их состав части, как калий и фосфор способны развить теплоту при горении, слишком незначительны по своему количеству и если входят в большом разлитии, то на столько портят котлы, что подобный вещества нежелательно употреблять в топливо.

Количество теплоты, развивающееся при соединении главных элементов, входящих в состав топлива.

Углерод и водород, входи в соединение с кислородом, дают различные степени окисления; но при соединении их в атмосферном воздухе, водород H доставляет одно только соединение с кислородом $H^2 O$ воду, а углерод способен доставить одно из двух соединений: CO окись углерода и CO^2 углекислоту.

Различными степенями окисления углерода соответствуют разные количества теплоты, разви вающиеся при этом оки-

алемин; сверх того, количество теплоты, получаемое при образовании углекислоты, зависит еще от того состояния, в котором находится углеродъ передъ окисленіемъ.

Наиболее точные и достоверные опыты Лавуэ'а и Silbermann'a (1) показывают, что одинъ килограммъ углерода даетъ при соединеніи теплоту, въ разныхъ количествахъ, а именно: углеродъ С въ состояніи древеснаго угля, превращаясь въ углекислоту CO_2 да-

етъ	8080 ед	
Углеродъ С полученной изъ		
газовыхъ ретортъ	8047	" "
Сахарный уголь	8040	" "
Графитъ естественный	7796	" "
" изъ доменнаго пепла	7762	" "
Антрацъ С	7770	" "

Одинъ килограммъ углерода при превращеніи въ окисъ углерода т.е. С въ CO дастъ 2473 " "

Максимумъ, содержащая одинъ килограммъ окиси CO въ углекислоту т.е. въ CO_2 получаемъ 2403 " "

При внимательномъ разсмотреніи этого послѣдняго результата онъ можетъ показаться противорѣчающимъ вышеприведеннымъ числамъ.

Действительно, извѣстно, что растущая углерода веситъ 12, и растущая кисло-

(1) Annales de chimie et physique XXXIV и XXXVI

рода 16, следовательно, для образования 12 килограммов углерода в окис углерода, надо 16 $\frac{4}{7}$ кислорода; таким образом в окиси

$$O : C = 16 : 12 \text{ и } \frac{O}{C} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3} \text{ а } \frac{C}{O} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$$

Если возьмем один килограмм окиси углерода, т.е. $CO = 1$, то в ней будет $C = \frac{3}{7}$ килограмм и кислорода $O = \frac{4}{7}$ килограмма. Эти $\frac{3}{7}$ килограмма углерода, если бы прямо обратились в углекислоту CO_2 , то доставили бы $\frac{3}{7} \cdot 8080 = 9463$ единицы; на самом же деле доставляется всего только 2403; вот и это-то и может представлять противоречие, но это обстоятельство объясняется следующим образом.

Прежде чем углерод окиси превратится в углекислоту, надо окис углерода разложить на составные элементы. Разложение какого нибудь тела теплотою происходит не как раз столько же, сколько ее было развито при образовании этого тела. В таблице показано, что при образовании одного килограмма C в CO , получается 2473 единицы теплоты, следовательно, при сжигании $\frac{3}{7} C$ в CO , получится $\frac{3}{7} \cdot 2473 = 1060$ единиц теплоты. Эта теплота поглощается при разложении одного килограмма CO на $\frac{3}{7} C$ и $\frac{4}{7} O$. Во время сжигания килограмма CO в CO_2 постепенно развивается теплота и частью этой же теплоты на разложение не сгоревшего. Таким образом одновременно развивается 3463 единицы теплоты и тратится 1060 единиц, так что и получается в остаток 2403 единицы теплоты.

Опыт тот же изысканий по-
казали, что килограмм водорода H_2 , об-
ращаясь в воду

H_2O доставляет 34462 ед. тепл.

но заттит сжигая

C^1H^4 болотный газ, получим 13063 " "

C^2H^4 маслородной или ево-
тинной газ 11356 " "

C^5H^{10} аммиак 11491 " "

$C^{10}H^{20}$ параммиак 11303 " "

Для последних четырех веществ по-
лучим бы число тт, что дали опыты,
если бы только не надо было тратить
теплоты на предварительное разложе-
ние каждого из этих сложных ве-
ществ на их простейшие элементы,
и если бы можно было считать, что уг-
леродъ и водородъ не находятся в хими-
ческой соединении, а в простой меха-
нической смеси. Действительно вся ча-
стичка водорода 1 и частичка углерода,
какъ уже сказано было, 12; следовательно,
в килограмм болотного газа $\frac{3}{4}$ ки-
лограмма углерода и $\frac{1}{4}$ водорода; при
превращении углерода в углекислоту на-
до было бы получить $\frac{3}{4} \cdot 8080 = 6060$ ед-
ниц теплоты и водорода в воду $\frac{1}{4} \cdot 34462 = 8615,5$
итого 14675,5, а получается всего 13063.

Въ килограмм маслородного газа, амми-
ака и параммиака находится по $\frac{6}{7}$ кило-
грамма углерода и $\frac{1}{7}$ водорода; следова-
тельно, если бы эти вещества горели,
какъ простая смесь углерода и водорода,

то надо было бы получить $\frac{6}{7} \cdot 8080 = 6926$ единиц теплоты от превращения угля в углекислоту и $\frac{1}{7} \cdot 34462 = 4923$ единицы теплоты от обращения водорода в воду и всего надо было бы получить 11849, между тем вышериведенная сила меньше найденная; в особенности замечательна разность для парафина.

Относительно числа единиц теплоты, развивающихся при сжигании водорода, надо заметить, что 34462 единицы получаются, если продукты горения водорода будут охлаждены и полученная вода примет температуру, равную нулю Цельсия; но если вода, полученная от сжигания водорода останется в виде пара, то всю скрытую теплоту, необходимую для превращения пара в воду, надо отбросить.

Для испарения воды под давлением атмосферы надо израсходовать, на основании уравнения (3), и принимая во внимание, что температура пара при этой удружости $t = 100$ воб, $5 + 0,305 \cdot 100 - 100 - 0,00002 \cdot 100^2 - 0,0000003 \cdot 100^3 = 536,5$ единиц. Следовательно, явной теплоты в каждом паре остается

$$34462 - 536,5 = 33925,5.$$

Эти же самые количества единиц теплоты развиваются при сжигании упомянутого вещества не в кислороде, а в кислороде, ситоганном с азотом, т.е. в атмосферном воздухе.

Состав атмосферного воздуха и

количество его; необходимое для сгорания
или водорода, углерода и некоторых из
простейших их соединений.

Главнейшие составные части воздуха
есть кислород и азот. Количество кислорода
в воздухе составляет приблизительно 0,206
всего количества воздуха по весу; следовательно,
на долю азота приходится 0,764; а по объ-
емам, на долю кислорода около 0,213 и на долю
азота 0,797 взятого объема воздуха. Количест-
во воздуха, необходимое для сгорания
или водорода, или какихнибудь их соедине-
ний, определяется легко из химических фор-
мул сжигаемого вещества и продуктов
горения, если только будет поминуть, что ве-
щина H принимается за единицу и при том $O = 16$, $C = 12$.

В формулах, выражающих продук-
ты горения, будет видно, сколько частей
кислорода, водорода и углерода входят в со-
став продуктов горения. В формулы, вы-
ражающей состав сжигаемого веществ-
ва, будут указаны также числа частей
тех же веществ.

Разность между числом частиц кислорода
входящих в состав продуктов горения и
числом частиц кислорода, входящих в со-
став сжигаемого вещества, определит
то число частиц кислорода, которое долж-
но быть непременно доставлено.

Если это число частиц, равное разности,
уменьшить на 16, получим вес всех ча-
стиц, и если полученное произведение раздѣ-

милль на весь раститель сжигаемого
 тла, то получимъ мало килограммовъ
 кислорода на одинъ килограммъ сжигаемаго
 вещества. Въ заключение, число килограммовъ
 кислорода надо будетъ умножить а $\frac{1}{0,235} = 4,233$,
 чтобы получить весь воздуха, необходимаго для
 сжиганія одного килограмма данного веществ-
 ва. Напримерь; на одинъ килограммъ H ,
 превращающагося въ воду, количество возду-
 ха опредѣлится такъ, формула воды
 H^2O т.е. на два килограмма H требует-
 ся 16 килограммовъ кислорода, на одинъ H
 надо 8 кислорода или в. $\frac{1000}{236} = 33,9$ воздуха.

2, Примерь. Для превращенія килограм-
 ма углерода C въ окись углерода. Форму-
 ла окиси углерода CO , следовательно тре-
 буется 16 кислорода на 12 килограммовъ угле-
 рода, или на одинъ килограммъ углерода
 $\frac{16}{12}$ кислорода, или наконецъ $\frac{16}{12} \cdot \frac{1000}{236} = 5,65$ воз-
 духа.

3, Примерь. Для превращенія килограм-
 ма углерода C въ углекислоту CO_2 ; количест-
 во требуемаго воздуха X . Изъ формулы угле-
 кислоты видно, что въ ней 32 килограмма
 кислорода и 12 килограммовъ углерода; по-
 тому на одинъ килограммъ углерода тре-
 буются $X = \frac{22}{12} \cdot \frac{1000}{236} = 11,3$ килограммовъ во-
 здуха.

4, Чтобы килограммъ окиси углерода
 CO превратить въ углекислоту CO_2 видно,
 что въ формулѣ продукта горенія два ка-
 стинъ O и въ первоначальной одна части-
 ца. Разность 1 или 16 вѣсовыхъ частей.

Въ частицѣ же окиси углерода находящійся 12 атомовыхъ частей углерода и 16 вѣсовыхъ частей кислорода; следовательно, частица окиси заключаетъ въ себѣ $12 + 16 = 28$ атомовыхъ частей; раздѣляя 16 на 28, получимъ отношеніе вѣса требуемаго кислорода къ вѣсу частицы окиси углерода, или все равно, сколько килограммовъ кислорода на одинъ килограммъ окиси углерода.

Такимъ образомъ получаемъ, что воздуха надо $\frac{16}{28} \cdot 4,233 = 2,42$ килограмма.

б. Примеръ. Чтобы одинъ килограммъ болотнаго газа C_2H_4 превратить въ воду и углекислоту т.е. $CO_2 + 2H_2O$, надо на $12 + 4 = 16$ килограммовъ болотнаго газа 64 $\frac{8}{2}$ кислорода, а на $1 \frac{8}{2}$ C_2H_4 4 килограмма кислорода, или $4 \frac{1000}{236} = 17$ килограммовъ воздуха.

в. Примеръ. Одинъ килограммъ масляроднаго газа C^3H^4 превращается въ воду и углекислоту, доставитъ $3CO_2 + 2H_2O$. Число частицъ кислорода въ полученномъ продуктѣ горѣнія равно 6; число вѣсовыхъ единицъ кислорода $16 \cdot 6 = 96$. Въ данномъ потерѣ число вѣсовыхъ единицъ углерода равно 2. $12 = 24$ и число вѣсовыхъ единицъ водорода, въ немъ заключающагося, $4 \cdot 1 = 4$, следовательно, число вѣсовыхъ единицъ, заключающихся въ C^3H^4 равно $24 + 4 = 28$. — Отношеніе числа вѣсовыхъ единицъ требуемаго кислорода къ числу вѣсовыхъ единицъ сжигаемаго предмета есть $\frac{96}{28}$, а потому вѣсъ воздуха на килограммъ C^3H^4 равенъ $\frac{96}{28} \cdot 4,233 = 14,516$. Это же са-

иже отношеіе въсвая ашшема C^5H^{10} и парашшема $C^{10}H^{20}$ къ вѣсу воздуха не-
обходимаго для сжиганія ихъ и притѣмъ
съ тѣмъ условіемъ, чтобы умерода сбра-
щались въ углекислоту.

Количество теплоты развивающей-
ся при горѣніи промышленнаго сод-
твѣ топлива.

Почтакошвшись съ количествомъ те-
плоты, развивающійся при сжиганіи
умерода и водорода, точно также какъ
и съ количествомъ требующагося при
этомъ воздуха, не трудно уже будетъ
найти количество теплоты и требую-
щійся количества воздуха при сжиганіи
топлива промышленнаго, представлю-
щихъ всегда нѣкоторое соединеніе уме-
рода, водорода и кислорода, или одного уме-
рода въ связи съ другими негорючими
веществами, какъ-то соли нѣкоторыхъ
щелочныхъ металловъ и азотъ; кисло-
родъ, находящійся въ топливѣ, тоже не
содѣствуетъ горѣнію, но до сихъ поръ
въ точности неизвѣстно, находится ли
онъ въ соединеніи съ водородомъ или съ уме-
родомъ, или частью съ однимъ, частью
съ другимъ. Считаютъ однако болге
вѣроятнымъ, что кислородъ находится
въ соединеніи съ водородомъ, образуя воду,
химически соединенную съ остальными
веществами и воду микрокопическую
Микрокопическую воду отнимаютъ отъ
химически соединенной тѣмъ, что онъ
Баровые котлы л. 2.

Исправленіе Свѣд. Мин. иметъ:

Действ. Ученый Секретарь

сплодная не выдвигается при нагревании до температуры в 100° и даже 120° Целсия под давлением одной атмосферы.

При сжигании пропановых сортов топлива, углерода и того водорода, который входит в состав гидрокарбонической воды, или воды, находящейся в химическом соединении с другими веществами, доставляют теплоту, на которую уже было указано. Что касается воды гидрокарбонической, то она, как всякая другая примесь, не принимающая непосредственного участия в горении, имеет двойного рода значение: во первых, она уменьшает процентное содержание углерода и водорода в топливе и таким образом уменьшает число единиц теплоты, развивающихся при сжигании единицы всего топлива и второе, она требует известного количества теплоты для нагревания и превращения ее в парь той температуры и влажности, как и все остальные продукты горения.

Относительно воды, химически соединенной шибко можно сказать, что она уменьшает процентное содержание и топлива того вещества, которое способно при горении развивать теплоту, но относительно этой воды еще неизвестно какое именно количество теплоты требует она для превращения ее в парь, но так как из шибко-изучаемаго будет видно, что она как бы не образуется во время горения, а была уже в этом состоянии до горения, то всего вероятнее что для этой воды требуется такое же

количество теплоты для ее нагревания и превращения ее в парь, как и для обыкновенной воды.

Обыкновенно это так и считают и таким образом будет волеизъявитель рассчитываем.

Из опытов Фабра и Зиммермана известно, что килограмм маслородного газа $C^2 H^4$ дает 1158 единиц теплоты и один килограмм обыкновенного спирта $C^2 H^6 O$ дает 7184 единицы теплоты. Если скажем, что обыкновенный спирт есть эмпирическая смесь маслородного газа $C^2 H^4$ и воды $H^2 O$ и возьмем спирта столько, чтобы группа $C^2 H^4$ была килограмм, то полной смеси спирта будет x . Определим x можно так: когда $C=24$, тогда $H=6$ и $O=16$ в спирте и стало бы при полной смеси спирта равно 46, на группу $C^2 H^4$ приходится 28 волевой единицы, следовательно, пропорция, определяющая x , будет:

$$46 : 28 = x : 1 \text{ откуда } x = \frac{46}{28}$$

Умножая на x то число, которое представляет количество единиц теплоты, равняющейся при соединении спирта, увидим, что

$$7184 \cdot x = 7184 \cdot \frac{46}{28} = 11802.$$

т.е. почти столько же, как и при горении маслородного газа. Разница составляет только 0,5% и следовательно, ее можно считать, происходящую от ошибок в наблюдении. Из этого можно заключить, что соединение $H^2 O$ в спирте, как будто было уже водою до соединения спирта, а не превратилось в воду потому, что в противном

положительный эффект развивался бы темпота, которой неказалось.

Что относится к химически соединенной углекислоте. Это подтверждается опытом надъ уксусною кислотою $C^2H^4O^2$ равна $CH^4 + CO^2$ и известным газом CH^4

Число единиц темпота, представляемое килограммом болотного газа, равно 13063, а уксусной кислоты 3505. Внес группы болотного газа 16, а уксусной кислоты $16+44=60$, следовательно, чтобы группа CH^4 , входящая в уксусную кислоту, всяма килограмм, то этой последней надо взять $\frac{40}{16}$.

Цифровая 3505 на последнюю дробь, 13147, разность $13147 - 13063 = 84$ и ее отношение к полному числу 13147, составляющее всего 0,6% также можно считать в предмете ошибки. Следовательно, можно считать кислород, заключенный в топливе, в химическом соединении с водородом, образующим воду или в химическом соединении с углеродом; образующим углекислоту.

И воду и углекислоту можно просто считать негитивными частями в развитии темпота, но следует ли считать кислород в данном топливе, составляющий или воду или углекислоту; это могут показать только свойства топлива; если же неизменно достоверно, что кислород возможно считать составляющей углекислоту, подобно тому как в уксусной кислоте, то безопаснее считать его входящим в видн воды; ибо один килограмм ки-

Алюрода нейтрализует $\frac{1}{8}$ часть килограмма водорода т. е. имеет возможность развить $\frac{34462}{8} = 4316$ единиц теплоты, а аз сульфат соединив с углеродом, нейтрализует $\frac{2}{8}$ килограмма углерода, т. е. имеет возможность развить $\frac{1030 \cdot 5}{8} = 3030$ единиц теплоты. Первое число больше и потому безопаснее его принять.

Дерево составляет у нас одно из наиболее распространенных сортов топлива; и чаще всего употребляется в том виде, которому соответствует название дрова, хотя иногда (на пильных заводах) употребляется в виде опилок. Химический состав различных пород дерева можно видеть из следующей таблицы по аналисам, сделанным Геймцем (Heintz) и Бером (Bär) над деревьями, сожженными при температуре 100°C ; на это расщепление дерева приходится.

Название дерева.	Угле- род	Водо- род	Кисл. род	Золы.
Клена (<i>Picea silvestris</i>) старое дерево -	49,87	6,09	43,41	0,53
Мохе — " — " — молодое дерево -	50,62	6,27	42,58	0,53
Альба (<i>Betula alba</i>)	48,63	5,94	44,75	0,68
Дуб (<i>Quercus robur</i> и <i>Quercus pedunculata</i>)	48,94	5,94	43,09	2,03
Береза (<i>Betula alba</i>)	48,84	6,19	43,93	0,96
Красный бук (<i>Fagus sylvatica</i>) 1 ^{го} сорта	46,02	5,86	46,94	1,18
То же — " — " — " — " — 2 ^{го} сорта	48,24	6,00	45,14	0,57
Белый бук (<i>Carpinus betula</i>)	48,08	6,12	44,93	0,87

Из рассмотрения этой таблицы видно, что состав различных пород дерева приблизительно можно разбить на один от другого и средний состав можно принять для всех пород дерева, высушенного при 110°C , что на сто частей дерева приходится $44\text{C} + 6\text{H} + 44\text{O} + 1$ часть воды. Если предположить себе, что весь кислород находится в соединении с водородом, то так как ^{каждый} каждый атом кислорода надо считать водородом, то на 44 части кислорода надо водорода $\frac{44}{8} = 5,5$ водорода и значит средний состав 0,5 части водорода находится в свободном состоянии.

Но основанию вычисления относительного влияния воды, химически соединенной с топливом, можно найти количество энергии тепла, которое должно развиться при сжигании одного килограмма дерева, имеющего средний состав. Это количество, при превращении углерода в окис углерода и свободного водорода в воду, будет:

$$W = 0,49 \cdot 2473 + 34462 \left(0,06 - \frac{0,44}{8} \right) = 1384.$$

и при превращении всего углерода в углекислоту и свободного водорода в воду

$$W = 0,49 \cdot 8080 + 34462 \left(0,06 - \frac{0,44}{8} \right) = 4130.$$

Дерево, высушенное на воздухе, обычно сильно содержит до 0,15 гидроскопической воды и 0,25 остальных, внутренне связанных веществ. Следовательно при сжигании килограмма дерева, высушенного на воздухе, получится, при обращении углерода в окис

углерода:

$$W = 0,25 \left\{ 0,49 \cdot 2473 + 34462 \left(0,06 - \frac{0,44}{2} \right) \right\} = 1077.$$

и при превращении всего углерода в углекислоту получим:

$$W = 0,25 \left\{ 0,49 \cdot 8080 + 34462 \left(0,06 - \frac{0,44}{2} \right) \right\} = 3512.$$

Само собою понимается, что эти числа надо рассматривать, какь по некоторой средней и если взять например такую молодую сосну, то совершенно высушенную, они дадут при сжигании одного килограмма и при превращении углерода в окисъ

$$W = 0,5062 \cdot 2473 + 34462 \left(0,0627 - \frac{0,4258}{2} \right) = 1568$$

на иголки 1384, а при превращении углерода в углекислоту, получим:

$$W = 0,5062 \cdot 8080 + 34462 \left(0,0627 - \frac{0,4258}{2} \right) = 4407.$$

Напротивъ, если возьмемъ красной букъ 1^{мй} сортъ, то при сжигании одного килограмма получимъ, при превращении углерода в окисъ углерода:

$$W = 0,4602 \cdot 2473 + 34462 \left(0,0586 - \frac{0,4694}{2} \right) = 1004$$

на иголки 1384; а при обращении углерода в углекислоту:

$$W = 0,4602 \cdot 8080 + 34462 \left(0,0586 - \frac{0,4694}{2} \right) = 3282$$

Триугольникъ: чрезвычайно важно замечать, что различные породы дерева по-разному различаются въ способности реагировать теплоту, когда берется одинаковое количество по весу того или другого дерева одинаковой степени сухости представляются чрезвычайно различнымъ, если брать одинаковое количество, а одинаковымъ абсолютнымъ количествомъ. Это происходитъ

потому, что углистый уголь рас-
ширенных сортов дерева весьма
различен. Так кубическая са-
жень сосновых на воздухе дров
при хорошей кладке имеет:

Березовых	около	300	куд.
Дубовых	"	270	"
Сосновых	"	250	"
Смоловых	"	230	"
Осиновых	"	180	"

Следовательно, принимая ком-
плексы метроты, развивающейся
при сжигании кубической сажени
березовых за единицу, найдемъ
следующую таблицу, представ-
ляющую способность дров дру-
гих пород, сравнительно съ бере-
зовыми, пропускать метроту
при сжигании одинаковых объ-
емовъ:

Березовое дерево	-	1
Дубовое	"	- 0,97
Сосновое	"	- 0,83
Смоловое	"	- 0,77
Осиновое	"	- 0,60

А для получения одинаковых ком-
плексов метроты объемъ топлива
относится такъ:

Березовых дров	-	1
Дубовых	"	- 1,03
Сосновых	"	- 1,20
Смоловых	"	- 1,30
Осиновых	"	- 1,67

Маконець надо заметить, что осина сивая загнивает в сивь воды гораздо больше, нежели всякое другое дерево. Воды сивой осины почти такой-же какъ березы, но это именно по причине большого количества содержащейся въ ней углекислотной воды.

Каменный уголь занимает второе место по степени распространения. Составъ каменныхъ углей далеко не такъ однороденъ, какъ составъ дерева.

Такъ и въ русскихъ каменныхъ углях⁽¹⁾

Название угля.	H ²⁰	N	S	C	H	O	Зольа
Луневскій (Уралъ)	"	"	"	79,7	5,5	7	4,7
Богородскій (Томской губ.)	"	"	"	55,0	5,0	17	23,0
Лытчанскій	7,1	3,3	"	67,7	4,9	8,7	8,3.

Угль иностранной угля и именно английскій.

Валлийскій	1,5	1	1	84	4,5	4	4
Вестфальскій	4,5	"	"	81	4	7,5	6
Ланкаширскій	"	"	"	84	4	8	2,5
Ньюкастльскій ⁽²⁾ (непеканый)	"	"	"	84,84	5,04	8,88	1,676
тоже — спекающийся —	"	"	"	87,95	5,29	5,16	1,043

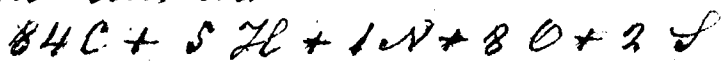
Чтобы составить себѣ понятие, оъ каменныхъ угляхъ вообще, можно обратиться

(1) Менделѣевъ, "Основы химии" часть 1 стр 541; издание 1869.

(2) Morin et Treca, "Des machines a vapeur" Tome premier, page 159. — 1863.

(3) Два немецкихъ ученыхъ весьма подробно оообрали Du V. и др.

От же средних значений выведенных из анализа надг. ископ. каменного угля, таким образом можно принять, что не обращая внимания на воду, в каменном угле заключено на сто частей



Среднее содержание воды 5% и воды гидроскопической не более 10%. Будет же кстати заметить, что угли, мало содержащие воды, но помещенные долгое время на открытом воздухе, притягивают влагу. Из формулы, выражающей средний состав каменного угля, видно, что в нем находится восемь частей по атому кислорода, следовательно одна часть водорода может находиться в соединении с этим кислородом и образовывать воду, химически соединенную с остальными веществами, но остальной водород, — 4 части по атому, остается свободным. Мы уже видели, что в болотном газе C_2H^4 приходится 12 частей по атому углерода и 4 водорода; следовательно при нагревании каменного угля без доступа воздуха, может образоваться 16 частей по атому болотного газа, а если бы образовался многоатомный газ, то C^2H^4 доставило бы 28 частей по атому четырехатомного вещества. Образование бензина или другого такого многоатомного вещества, формула

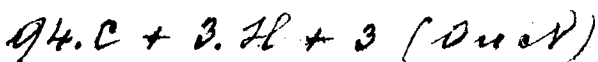
которого $C^6 H^6$, может заключать
 $48 + 4 = 52$ атомов растущей:

Есть каменные угли, заключаю-
 щие гораздо меньше водорода и потому
 неспособные образовать такого больша-
 го количества летучих веществ.

Сюда относятся каменные угли
 называются Амтрацитами. Их состав
 тоже довольно разнообразен. Так

	C	H	N	O	золь
Брушевский содержит	93,8	4,7	0	2,9	1,8

Средний состав амтрацита можно
 выразить так



Если будет $94.C + 3.H + 2.O + 1.N$
 тогда водород частью выйдет в соеди-
 нении с кислородом, образуя H^2O воду,
 частью аммиак NH^3 и остальная
 часть водорода выйдет в соединении
 с углеродом: Количество углеводорода
 определится после того, когда опреде-
 лится количество водорода, не вошед-
 шее в состав H^2O и NH^3 . Мы знаем
 что на 3 частей по объему кислорода
 надо 1 часть водорода, следовательно
 на 2 части O надо $\frac{1}{2}$ часть H и та-
 ким для образования аммиака на-
 до на 14 частей азота 3 части водо-
 рода, следовательно, на одну часть N на-
 до $\frac{3}{14}$ водорода; и так, свободного во-
 дорода остается:

$$3 - \left\{ \frac{1}{2} + \frac{3}{14} \right\} = 2,536$$

единиц по объему водорода и, следовательно -

но, при превращении этого водорода в окис вблизи, получится летучего углекислого водорода всего около 33 единицы по весу; тогда как в каменном угле среднего состава их получится 52.

Количество теплоты, которое должно развиваться при сжигании одного килограмма каменного угля среднего достоинства при превращении углерода в окис углерода, будет:

$$W = 2473 \cdot 0,84 + 34462 \left\{ 0,05 - \frac{0,08}{8} \right\} = 3456.$$

а при превращении углерода в углекислоту

$$W = 8080 \cdot 0,84 + 34462 \left\{ 0,05 - \frac{0,08}{8} \right\} = 8166.$$

Сожигая килограмм антрацита и превращая углерод в окис углерода, получим:

$$W = 2473 \cdot 0,94 + 34462 \cdot 0,025 = 3186.$$

а превращая углерод в углекислоту, найдем

$$W = 8080 \cdot 0,94 + 34462 \cdot 0,025 = 8456.$$

Эти количества теплоты действитель-но получимся бы, если бы уголь и антрацит вовсе не содержали воды, но как известно и тот и другой всегда содержат значительное количество воды.

Если уголь будет содержать воду в количестве 1,5%, то на место 3456 единицы теплоты, получившейся при превращении углерода в окис углерода, получим:

$$W = 0,985 \cdot 3456 = 3400 \text{ единиц}$$

при превращении угля в углекислоту

$$W = 0,985 \cdot 8166 = 8044.$$

29.

Антрациты, при содержании многого процента воды как это нередко бывает, доставит при превращении углерода в CO :

$$N = 0,99. 3156 = 3144.$$

и при превращении C в CO_2

$$N = 0,99. 8456 = 8374.$$

Не все породы каменных углей дают таких количества теплоты, как было только что показано. Угли не только отдаленных формаций, но и угли которых надо отнести так называемые бурые угли или лигниты и их особенности последние, содержат нередко даже до 50% воды.

При таких условиях естественно они дадут при сжигании гораздо меньше единицы теплоты, нежели другие сорта, неагломерационные так много воды, и именно, один килограмм лигнита, содержащий 50% воды, не может дать единицы, доставит:

$$N = 0,5. 8166 = 4083$$

т.е почти столько же, сколько и дерево.

Собирая все выше приведенные результаты вычисления количества теплоты, доставляемого различными горючими веществами, мы получим следующую

иные таблицы:

Название ископаемого материала.	Пластическое количество во единицах тепла.	
	При состав- лении угле- рода и уг- лекислоты.	При состав- лении угле- рода и воды углерода.
Древесный уголь С	8080	2473.
Углерод из казавонит роторит	8047	"
Сахарный уголь	8040	"
Графит естественный	7796	"
" из доменных печей	7762	"
Антрацит С	7770	"
Окис углерода	2408	"
Вазерит H	34462.	"
Болотный газ C_2H_4	13063.	"
Многородный или этилистый газ C_2H_6	11858.	"
Ацетилен C_2H_2	11491.	"
Парацетилен C_4H_2	11303	"
Дерево среднего состава сухой	4120	1324
Дерево среднего состава с 15% воды	3512	1077
Молодая сосна без содержания воды	3282	1004
Каменный уголь среднего состава без воды	3166	3456
Антрацит без воды	3456	3185
Каменный уголь среднего состава с 1/2% воды	3046	3400.
Антрацит с содержанием 1/2% воды	2374	3144
Антрацит с 50% содержанием воды	4083.	"

Сравнительное совершенное и не
совершенное.

Приведенные цифры достаточно ука-
зывают на различие количества тепла,

развивающейся при сжигании углерода в CO и в CO_2 , в последнем случае количество единиц теплоты всегда гораздо больше, чем в первом. Превращение C в CO называется несовершенным сжиганием, напротив, когда C переходит в CO_2 т. е. в такую степень окисления, выше которой уже не встречается, сжигание называется совершенным. Поэтому и воздуха необходимо во втором случае больше, чем в первом.

Количество воздуха, необходимое для сжигания различных сортов топлива.

Для дерева, имеющего средний, вышеприведенный состав, при сжигании углерода C в окис углерода CO , необходимо воздуха столько, как это определяется из следующего уравнения, в котором количество килограммов воздуха означено A , и так:

$A = 0,49 \cdot 5,65 + 0,005 \cdot 33,9 = 2,94$ килограмма, а при превращении C в CO_2

$A = 0,49 \cdot 11,3 + 0,005 \cdot 33,9 = 5,7$ килограмма.

A для дерева, имеющего на воздухе, при переходе C в CO :

$$A = 0,85 \cdot 2,94 = 2,5$$

и при переходе C в CO_2

$$A = 0,85 \cdot 5,7 = 4,85$$

Для каменного угля среднего достоинства при превращении C в CO

$A = 0,84 \cdot 5,65 + 0,04 \cdot 33,9 = 6,10$ килограмма, а при превращении C в CO_2

$$A = 0,84 \cdot 11,3 + 0,04 \cdot 33,9 = 10,25$$

Для антрацита, при переходе C в CO :

$$A = 0,94. 5,65 + 0,025. 33,9 = 6,16$$

и при переходе C в CO_2

$$A = 0,94. 11,3 + 0,025. 33,9 = 11,47$$

Найдем теперь количества воздуха со вершиною необходимыми для упомянутых химических реакций и эти реакции возможны только тогда, когда ни одна частица кислорода, пришедшая в воздух к топливу, не удаляется от топлива в истощенный вид.

Не трудно понять, что из которых частицы кислорода могут быть окружены или азотом, или образовавшимися уже газами; или паром, или, неспособными к дальнейшему окислению и что такие частицы удадут от сожигаемого предмета в том же виде, в каком пришли, и не примут участия в химических соединениях. Недостаток кислорода будет причиной того, что образовавшиеся при высокой температуре и углекислоты и углекислоты, поглотивши часть теплоты для своего нагревания, не сгорят и, следовательно, не только не будут содействовать развитию теплоты, а напротив, явятся топливом, помощником, или теплотой. Это же самое можно сказать и относительно CO ; углерода, обращаемый в CO , доставляет 2473 единицы

теплоты, тогда газ C , обращающийся в CO_2 , доставляет 8080 т.е. на 5607 единиц теплоты больше. Тре-
доставит килограмму C обратится
ся в CO , на столько того, чтобы он
превращался в CO_2 затратит поте-
рать 5607 единиц теплоты, или дру-
гими словами, получит только

$$\frac{2473}{8080} = 0,306 \text{ на столько меньше.}$$

Чтобы достигнуть подобной поте-
ры, надо доставить воздуха столько,
чтобы, не смотря на удаление неко-
торого количества кислорода из
стопы воздуха, оставшей его части до-
статочно было для образования уксус-
ной кислоты, а не окиси углерода. Ясно,
что чем больше будет доставле-
но воздуха, тем больше вероятность,
что вес C обратится в CO_2 . Но по-
ступать подобным образом было бы
неблагоприятно, не только потому, что
доставление воздуха всегда сопряжено
с извешением расходами, о кото-
рых будет впоследствии упомяну-
то, но еще и потому, что теплота
развивающаяся при сжигании,
прежде всего, распределяется в га-
зы, принимавшие участие в со-
ржении или сопровождавшие сорже-
ние и газы уносе от газов от-
нимается.

Никогда нельзя достигнуть совер-
шенно полного отнятия теплоты от га-

Поровиского А. В. Дешифр Шварц
Литов. С. В. Механик. инст.

говы и, в обыкновенных практических случаях, даже и при возможности охлаждения их ниже изогетной температуры. Количество тепла, остающееся в газе, которого нет возможности у них отнять, и которое, следовательно, надо считать потерянными, пропорционально количеству их; следовательно, если больше их образуется, при сжигании одного килограмма топлива, тем больше теряется теплоты.

Итак, надо уменьшать количество газов и следовательно, количество притекающего воздуха, для того, чтобы по возможности меньше терять теплоты, уносимой газами, а с другой стороны надо увеличивать количество воздуха для того, чтобы как можно больше углерода C превратился в углекислоту CO_2 . Нет никакой возможности предсказать, сколько именно кислорода не примет участия в горении, но наибольшее благоприятное можно увеличение воздуха, при которой сумма потерь, происходящих с одной стороны по причине недовольства горения, а с другой, по причине улетания неокисленного газа, становится наименьшей, можно определить из продолжительных наблюдений.

Опыты, сданные в И. И. Шварцбау-
 нг для разрешения этого вопроса, ука-
 зывают на числа, которых должно
 держаться. Для простоты изложе-
 ния результатов других опытов,
 касаемых и отношения между ком-
 плексным методом, разбившимся
 при сжигании, в полному комплек-
 су метода, которое могло бы раз-
 виваться при совершенном сгорании,
 т. е. при превращении всего водорода
 в воду и всего углерода в углекисло-
 тую и N газа, показывающее в сече-
 нии раз количество воздуха, доста-
 вляемого к топливу, было больше
 необходимого. Тогда резуль-
 таты опыта можно представить
 следующим образом:

α — " — 2, 26; 2, 14; 1, 49; 1, 35; 1, 14.

μ — " — 0, 932; 0, 862; 0, 851; 0, 806; 0, 763.

Эти наблюдения подтверждают
 установившееся в практике прави-
 ло, что для выгодного сжигания на-
 до доставлять воздуха в 1,5 до 2 ^{кв}
 раз больше совершенно необходимо.
 И так, для сжигания топлива
 под котлами необходимо достав-
 лять воздуха при

уровнях на один кило-
 грамм от 75 до 80 килогр.
 каменного угля среднего ка-

роста 15 " 22 " —

антрацит — " — " — 17 " 23 " —

Температура продуктов горения

из различных сортов промышлен-
ной топлив, при разном коли-
честве доставляемого воздуха.

Но или другое количество возду-
ха, доставляемое в топливу, имеет
влияние на температуру продуктов
горения, а эта последняя имеет не-
малое значение в передаче теплоты на-
гретым топливом.

Для определения температуры
продуктов горения, надо определить
количество теплоты W , развившейся
при сжигании данного количества топ-
лива, количества $a, a_2, a_3 \dots$ различных
веществ, составляющих продукты го-
рения и их теплоемкости $b, b_2, b_3 \dots$. За-
тем можно будет сказать, что если
температура продуктов горения T , то
количество теплоты, какменовое в a ,
килограммах и теплоемкость
продукта горения, и теплоемкость
 b_1 , будет $a_1 b_1 T$; количество теплоты
в a_2 килограммах другого продук-
та горения, и теплоемкость
 b_2 , будет $a_2 b_2 T$ и т. д. количество те-
плоты во всех полученных продук-
тах горения будет:

$$\{ a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3 + \dots \} T = T \Sigma a b$$

Если этою сводным о количестве
единиц теплоты, нам известно,
что продуктам горения передано
 W единиц теплоты, следовательно,
получается уравнение:

$$W = T \Sigma a b \quad \text{откуда}$$

$$T = \frac{W}{\Sigma a b}$$

Для пояснения этого дала, приведем примеры определения температур в различных продуктах горения.

Возьмем дерево, высушенное на воздухе, предпологая, что оно имеет средний состав и заключает 15% углекислотной воды. При сжигании его в наименьшем количестве воздуха так, что углерод C превращается в окис углерода CO , получим, как уже известно:

$H = 0,85$ единиц метана.

При этом получается окис углерода и так как из одного килограмма углерода образуется $\frac{7}{3} CO$, то из $0,35 \cdot 0,49 C$ получится $0,85 \cdot 0,49 \cdot \frac{7}{3} CO = 0,97 CO$ килограммов. Из $0,85 \cdot 0,005 H$ получится $0,35 \cdot 0,045 H^2O$ килограммов. Для обоих этих соединений достаточно кислорода O (на основании вышеизложенного) всего

$0,35 \left(\frac{7}{3} \cdot 0,49 + 2 \cdot 0,005 \right) O = 0,589 O$ килограммов; этот кислород доставлен из воздуха, следовательно, на каждые 236 частей кислорода приходится 764 части азота и потому азота было доставлено $0,589 \frac{764}{236} = 1,9$ килограммов.

Наконец водных паров, происходящих от воды, химически соединенной, $0,42$ килограмма и от углекислотной воды, $0,15$ и всего $0,57$ килограмма.

Теплоемкость окиси углерода есть 0,2479, теплоемкость азота 0,2440. Теплоемкость водяного пара, перегретого, независимо от того, где степенью точности, как обычно принимают градусы, но по опытам Вегнайт можно с достаточной для нас точностью принять в 0,48. При этом надо помнить, что последний коэффициент показывает, каких количества тепла надо сообщить сухому насыщенному пару, чтобы нагреть его на один градус Цельсия выше той температуры, которая соответствует существующей упругости пара.

Вся теплота, нужная для превращения воды в насыщенную парь, данной упругости, должна быть сообщена сама собою. Так, что полная теплоемкость воды, обращенной в перегретый парь температуры T и подвергнутой давлению атмосферы будет:

$$606,5 + 0,305 \cdot 100 + 0,48 T = 637 + 0,48 T.$$

И так, если температура продукта горения будет T' , то в окиси углерода будет такое-то количество

0,57 · 0,2479 T единиц тепла, а в паре воды

$$0,57 (637 + 0,48 T')$$

и того, а в продуктах горения будет такое-то количество единиц те-

$\{0,97 \cdot 0,2479 + 1,95 \cdot 0,2440 + 0,57 \cdot 0,48\} T + 0,57 \cdot 637$.
 а с другой стороны все это количество энергии теплоты равноты при сгорании и равно $N = 1077$.

Таким образом получаем уравнение:

$$\{0,97 \cdot 0,2479 + 1,95 \cdot 0,244 + 0,57 \cdot 0,48\} T + 0,57 \cdot 637 = 1077.$$

отсюда

$$T = \frac{1077 - 0,57 \cdot 637}{0,97 \cdot 0,2479 + 1,95 \cdot 0,244 + 0,57 \cdot 0,48} = \frac{714}{0,995} = 717,0$$

Сделаем подобное же определение для дерева, взявшего на воздухе, но когда к нему доставляется воздух 10 килограммов на один килограмм дерева и предполагаем, что весь углерод собирается в углекислоту CO_2 . Количество углекислоты будет

$$0,85 \cdot 0,49 \cdot 3 \frac{2}{3} = 1,527 \text{ килограмма.}$$

Азота будет 7,64 килограмма. В дымных парах тоже самое количество как и в предыдущем примере, т.е. 0,57 килограмма.

Теплотворность кислоты 0,2164, кислорода равняется 0,2182; следовательно количество теплоты заключенной в продуктах горения будет:

$$\{1,527 \cdot 0,2164 + 1,21 \cdot 0,2182 + 7,64 \cdot 0,2440 + 0,57 \cdot 0,48 + 637 \cdot 0,57\}$$

с другой стороны, количество теплоты развешенной и паровой продуктах горения, как было уже

найден, есть

$$W = 3512$$

Итак:

$$T = \frac{3512 - 0,57 \cdot 637}{1,527 \cdot 0,221 + 1,21 \cdot 0,213 + 7,64 \cdot 0,244 + 0,57 \cdot 0,48} = 1153$$

Каменный уголь, если будет иметь состав, одинаковый с вышеприведенным средним составом и если будет как моргант 1,5% углекислотной воды, при несовершенном сгорании, т.е. при превращении всего углерода в окис углерода, то получится: окиси углерода $0,935 \cdot 0,84 \cdot 2\% = 1,774$ килограмма, вода от превращения свободного водорода $0,329$ килограмма, кислорода для обоих этих соединений $1,40$ килограмма, азота будет доставлено $4,53$ килограмма.

Итак будет: окиси углерода $1,774$ килогр.

азота — $4,53$ "

водяных паров — $0,424$ "

Следовательно, число единиц тепла, заключенное в продуктах сгорания, будет:

$$\{1,774 \cdot 0,2218 + 1,53 \cdot 0,244 + 0,424 \cdot 0,48\} 74637 \cdot 0,424$$

А всего расходуется тепла $W = 3400$

и потому

$$T = \frac{3400 - 0,424 \cdot 637}{1,774 \cdot 0,2218 + 4,53 \cdot 0,244 + 0,424 \cdot 0,48} = \frac{2130}{1,75} = 2348$$

Потом же уголь, соединяемый при доставлении к нему 22 килограмма воздуха на один килограмм угля, и в случае превращения все-

то C в CO_2 доставит:

$$CO_2 = 0,9.84.3\frac{1}{3} = 3,03 \text{ килограмма}$$

H_2O из свободного водорода,

$$H_2O = 0,9.0,04.9 = 0,355 \text{ килограмма.}$$

Для обшей смеси соединений требуется кислорода 2,52 килограмма, а в доставляемых 22 килограммах воздуха было $0,236.22 = 5,192$ килограмма; следовательно свободного кислорода

$$O = 5,192 - 2,52 = 2,672.$$

Азота, доставляемого с воздухом и заключенного в топливе, будет:

$$N = 16,82 \text{ килограмма.}$$

водных паров углекислотной воды

$$H_2O = 0,115 \text{ килограмма.}$$

Следовательно, число единиц теплоты в продуктах горения

$$\{ 3,05.0,216 + 2,672.0,218 + 16,82.0,244 + \\ + 0,37.0,48 \} T + 637.0,37$$

и количество единиц теплоты растворившейся

$$W = 7350$$

следовательно

$$T = \frac{7350 - 637.0,37}{3,05.0,216 + 2,672.0,218 + 16,82.0,244 + 0,37.0,48} = \frac{7080}{5,523} = 1283,0$$

Разница между последними двумя температурами очевидна и ясно, что если надо парить какое-нибудь тело и если температура продуктов горения не может быть понижена ниже 1200 градусов, то сокращение угла при

Слабость пыления воздуха будет гораздо удобнее, чем при сильном, несмотря на то, что количество тепла в первом случае значи-тельно меньше, чем при втором, но в первом случае разность тем-ператур между нагревающим и нагреваемым будет 1148° , а во вто-ром всего 213° и в первом случае ее потребуется употреблено 800 единиц тепла, что составит отъ 3400 почти 24%, а во втором всего 165, что составит отъ 7080 почти 2%, да и сравнивая 800 и 165 увидим, что

$$\frac{800}{165} = \text{почти } 4,0$$

т.е. при первом способе употребле-ния потребуются топлива почти в 5 раз больше, чем во втором.

Совсем иначе представляется дело, если надо нагревать так, что температура охлажденных про-дуктов в горении останется всего 300° .

При несовершенном сжигании будет употреблено с пользой 2370, а при совершенном 5550, т.е. при втором способе употребления то-плива его расходу уменьшается больше, чем в два раза.

Каменные угли жирные, полу-жирные и тощие.

Кроме вышеперечисленных свой-ств топлива, при устройстве то-поча для каменного угля, надо иметь

въ виду еще по некоторым. Сюда отно-
сятся тѣ свойства, по которымъ раз-
дѣляютъ угли на спекающіеся или жир-
ные, полуспекные и тонкіе или неспан-
ные.

Куски спекающагося каменнаго у-
гля при горѣніи какъ-бы плавятся, сли-
ваются въ одно целое и сливаясь
масса пухнетъ по причинѣ образованія
внутри ея газобразныхъ углеводородовъ.
Тонкій уголь, или неспанной, проше-
ной въ тонкую болѣе или менѣе
растпрескивается въ маленькіе куски, и
полуспекной уголь при сжиганіи бол-
шихъ кусковъ не трескается; а малень-
кіе его куски спекаются отчасти
между собою, но не вздуваются.

Эти свойства въ родинѣ обусловли-
ваются количествомъ содержащейся въ
углѣ влаги, такъ какъ, чѣмъ меньше во-
ды въ углѣ, тѣмъ болѣе онъ спекается
и наоборотъ, тѣмъ болѣе въ немъ воды,
тѣмъ болѣе онъ поддается въ тонце-
му - неспанному углю.

Наконецъ, подраздѣляютъ угли
на такіе, которые даютъ длинное
пламя и на такіе, которые даютъ
пламя короткое. Большая или мень-
шая способность спеканья вовсе не
имеетъ вліянія на длину пламени
и какъ полагаютъ длина пламени ста-
новится тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе со-
держаніе кислорода. (x)

Количество воды испаряемый раз-

(x) Dampfkessel buche.

многими сортами промышленного топлива, при обыкновенных обстоятельствах, встречающихся на практике и при совершенном горении.

В заключение этого обзора рассмотрим какое количество может быть превращено различным количеством топлива, предполагая, что коэффициент совершенства горения равен 0,8 при двойном избытке воздуха и принимая, что продукт горения улетает при температуре 250°C . Число единиц тепла, необходимое для образования килограмма пара, будет равно 650.

Дрова, высушенные на воздухе, дают при 80% совершенного горения 0,80. 3512 = 2810 единиц тепла и количество тепла, унесенное продуктами горения будет:

$$250 \{ 1,527 \cdot 0,218 + 1,21 \cdot 0,208 + 7,64 \cdot 0,244 + 0,57 \cdot 0,48 \} + 0,57 \cdot 637 = 1020$$

единиц тепла; оставшееся число единиц тепла, расходуемое на 650, даст килограмм пара. Итак

$$\frac{2810 - 1020}{650} = 2,9 \text{ килограмма.}$$

Удельное среднее достоинство, как правило, 1,5% влаги доставляет при совершенном сгорании 8044 единицы тепла, а при 0,8 будет:

С, в. 804,4 = 6435 единиц и количе-
ство теплоты, унесенной продуктами
их горения при температуре 250° будет:
 $250 \{ 3,05, 0,216 + 2,672, 0,318 + 16,82, 0,244 +$
 $+ 0,37, 0,48 \} + 0,37, 637 = 1617.$

Остаток от вычитания 6435 - 1617, раз-
деленный на 650, даст количество
испарившейся воды при сгорании
одного килограмма угля; таким об-
разом находим:

$$\frac{6435 - 1617}{650} = 7,5 \text{ килограмма.}$$

Само собою разумеется, что если
уголь будет лучше, т.е. среднего
качества, то количество пара
будет больше. Мертво на парово-
заке получают 8 и даже несколько
больше 8 килограммов пара на каж-
дый килограмм угля. Но если уголь
будет загорать много раз, если
много растить будет выкапывать
сх из точки не сгорают, то количест-
во пара, получаемого от одно-
го килограмма угля, будет меньше
вышеизменного.

Не мудрено, следовательно, выпит-
тись примером, где получают не боль-
ше 6 килограммов пара. А между
тем дерево, высушенное при темпе-
ратуре 120° Цельсия, поглощает макс-
име количество теплоты, которого до-
статочно было бы для образования
пара

$$\frac{4130}{650} = 6,3 \text{ килограмма}$$

дерево, высушенное на воздухе

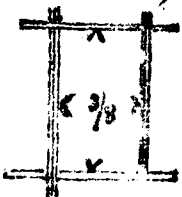
$\frac{3512}{650} = 5,4$ килограмма
каменный уголь среднего достоинства

$\frac{8166}{650} = 12,5$ килограмма

и антрациты

$\frac{8456}{650} = 13$ килограммовъ.

Это суть предметы, къ которымъ надо по возможности приблизиться и кото- рыхъ очевидно нельзя достигнуть ни въ ка- кой мере. Это действительно нельзя достигнуть такого ежегоднаго употребле- ния топлива, это будетъ вполнѣмъ до- казано и маня будетъ объяснено, что для достижения подобнаго результата надо было бы иметь не только точку, пред- ставляющую возможность для совершен- наго сжиганія топлива, но еще поверх- ность, черезъ которую теплота передает- ся отъ продуктовъ горѣнія называемой вѣдръ и паръ, неслыханно большой вы- шоты и для доставленія воздуха въ печь, на- до было бы употребить особую машину, для движенія которой пришлось бы тра- тить новую коммунка топлива, и нако- нецъ, при такой каменномъ углемъ на- до было бы иметь этотъ материалъ не- обожженномъ, въ промышленности не- контролирующаго качества, надо было бы иметь его въ видѣ только крупнаго кус- ковъ, безъ всякой примеси мелочи (т.е. ку- сорковъ, продаваемыхъ черезъ прокатъ).



Между тѣмъ, въ отличной поставкѣ машины Обществу Лью-Кастлеса-го угля, подвернутого въ Англии дву- кратному прокатанію было всетаки

мусора около 6% или даже 7%. Относительно
 более значимым свидетельством является: в
 паузке также посредством, до того ис-
 брано такое можно и ввиду отсюда 20
 марок, впрочем 160 пуд, а за впрочем ма-
 рок 20 x 1 пуд 27 фунтов = 53½ пуд. полу-
 чается вместо угля 126 пуд. Запас по-
 сить проставить получено было 17 марок
 угля x 8 пуд. = 136 пуд. + еще 14 фунтов;
 впрочем марку 17 x 1 пуд. 27 фунт. = 28 пуд.
 18 фунт. марку 107 пуд. 36 фунт. ки-
 слото угля без мусору и мусору 126 и
 20 - 107 и 36 = 18 и 24 ф. (норма 18,5). Отсюда
 оказывается теперь в процентном = $\frac{18,5}{107,9} = 0,17$;
 в другом паузке, также впрочем, найде-
 но по сить проставить 50 марок 311 пуд. уг-
 ля, из которого оказалось 269 пуд. круп-
 ного и 42 мусору, что дает $\frac{42}{311} = 0,135$ или
 среднее из двух отцов $\frac{18,5 \cdot 311 + 17,0 \cdot 20}{70} = 14,5\%$,
 или впрочем впрочем 15%. Показате-
 лью приемника на 10 судок, в которых
 мусору не больше 5% приходится одно из
 количество 15%. Следовательно, среднее
 количество мусору равно $\frac{5,9 + 15,1}{10} = 6\%$. Отно-
 сительно этим более проведен в присут-
 ствии профессора Н. П. Петрова 4 го-
 ма 1874г. и по возможности присутствовал
 нин, Бекс Террагта директора пром.
 завода Главн. Оду. русск. экон. дорог,
 Фирма Главн. маст. Александровско-
 го завода, Курица инок. маст. Вар-
 шавской экон. дорож, Минера за-
 водов. заводом зав. Главн. Оду. нин-
 в ожидании приемки и прочие, ввиду

от 4% до 7% или даже 8%. При-
сутствие мусора, не смотря на дву-
кратное упрочнение, объясняется тем,
что уголь раздробляется при нагнании
в суда; при выгрузке из судов, а на-
учки, при выгрузке из плавцов и т. д.
Маскотер, при употреблении в дело в
меньш обрабатывается еще больше мусора, по-
тому что он. Действител атмосфера
он еще распадается.

Содержание топлива.

При сжигании твердого топлива не-
посредственным переходом его в газо-
образное состояние происходит в
вещи малом количестве. Большая
часть топлива подвергается предва-
рительной сухой перегонке. На са-
мой поверхности топлива, подвергну-
той сильному жару, когда температу-
ра доходит до красного каления или
выше, углерод тупо соединяется с кисло-
родом воздуха и образует углекис-
лоту, если только поверхность угля сравнитель-
но с окружающим воздухом не слишком
велика; в противном случае уголь превра-
щается в окис углерода. Под действием
жара раскаленного угля, оставшее топ-
ливо подвергается сухой перегонке и таким
образом температура доходит до ярко-крас-
ного каления, вода распадается на свои
составные части и водород, происшед-
ший из расположенной воды, или добывший
из топлива в свободном состоянии, частью
удаляется от горящего топлива в свобод-

ном состоянии, газы соединяются с углеводородом, образуя различные углеводороды, и в особенности газы водородный C_2H_4 или азотистый C_2H_2 , а с кислородом, образуя воду; кислород, вытесняющийся при перегонке, выходит или в виде газа, или соединяется с углеводородом, образуя его в виде углекислоты и отходя при этом теплоту. Углекислота, проходя около рафинированной углей, отдает свой кислород и, обращаясь в окись углерода CO , превращает углерод C в окись углерода. Таким образом, над горящими топливными веществами в большом количестве газы, способные гореть, если только они будут хорошо смешаны с воздухом и если их температура будет достаточно высока.

Что касается температуры, необходимой для горения, то наименьшая требуется для водорода и наибольшая для углерода. Углеводородные газы могут сгорать так, что водород их превратится в воду и углерод останется в виде сажи и это явление повторяется беспрестанно как только разожженные углеводороды недостаточно нагреты; или когда притянутого кислорода недостаточно для окисления всего углерода. Отсюда вытекает правило, что необходимо держать горючие газы при достаточно высокой температуре до тех пор, пока они не сгорят или выйдут, или по крайней мере, в доста-

точном количестве. При неслучайном же этом правиле, они улетят, не развивши этой теплоты, которую они могли бы развить и, следовательно, часть горючего материала будет потеряна и притом она будет равна не только всему несгоревшему топливу, но еще и топливу, которое истрачено на образование несгоревших газообразных продуктов.

Другое правило, совершенно необходимое для возможности горения состоит в том, чтобы горючие газы были надлежательным образом перемешаны с кислородом.

Отношение объема воздуха к объему различных газов, сжигаемых при различных обстоятельствах.

Воздух проходя около раскаленного топлива нагривается и смешиваясь с топливными газами, которые должны быть сожжены при его действии, имеет температуру одинаковую с температурой сжигаемых газов. Объем воздуха относительно водорода H , который должен быть сожжен при доставлении совершенно необходимого количества кислорода O определяется тем, что на один объем водорода H , для образования воды необходимо $\frac{1}{2}$ объема кислорода O , а так как объем воздуха больше объема

закисленного в нем кислорода, в 4,694 раз, то объем воздуха совершенно необходимого для сжигания одного объема водорода есть $0,5 \cdot 4,694 = 2,347$ объемов. Если же воздух в 1,5 или 2 раза большего объема, чем совершенно необходимо, то, на один объем водорода придется 3,521 или 4,694 объема воздуха.

На один объем окиси углерода CO надо для превращения ее в углекислоту CO_2 один объем кислорода или 4,694 воздуха; в сульфат железа же в 1,5 раз надо 7,041, а в сульфат двойного количества надо воздуха 9,328 объемов.

На один объем болотного газа C_2H_4 надо 4 объема кислорода или $4 \cdot 4,694 = 18,776$ объемов воздуха, при 1,5 доставит надо 28,16 объемов, а при двойной надо 37,55 объемов воздуха, чтобы превратить все водород H в воду H_2O и весь углерод C в углекислоту CO_2 .

Наконец на один объем маслянистого газа C^2H^4 надо доставить кислорода в объемов, или в. $4,694 = 28,164$ объемов воздуха; при 1,5 доставит надо воздуха $42,246$ объемов, а при двойной 56,328 объемов воздуха, чтобы весь водород H превратить в воду H_2O и углерод C в углекислоту CO_2 .

Если объем воздуха, необходимый для возможно полного сжигания

переход двух газов H и CO и не особенно велика в сравнении с объемами сожигаемых газов, т.е. почти от 5 до 9 раз только превышает их объемы, но этого никак нельзя сказать о двух остальных газах C_2H_4 и C^2H^4 и в особенности о последнем из них. Проникание одного газа во внутрь другого, так называемая диффузия газов, совершается весьма медленно, следовательно, большие массы двух газов могут оставаться в полном состоянии и не антиципать в наивысшем образе, если только не примут каких либо средств к тому, чтобы эти газы довольно быстро проходили в меньших объемах.

Этим же образом обнаруживается правило, состоящее в том, что в горючих приводит к горючему материалу так, чтобы он, в первую очередь, мог действовать на возможно большую поверхность сильно нагретого, сожигаемого твердого вещества и превращать как можно большую часть углерода прямо в углекислоту и затем водород, переходящий в горючий газ, должен или проходить или в большом числе иметь, или, если нельзя достигнуть такого проникания, то чтобы переизлучал в газом какою либо иными способами.

Этого при паровых котлах, в особенности ввиду того, что возмозно

ности более или менее правильно ощущаются точки различного устройства. Каждая точка для парового котла состоит из решетки, на которой возмещается уклон и на которой она располагается своим по рисонпальным или несколько наклонным. Решетка не только поддерживает лезвие на ней и горючий материал, но еще пропускает к нему воздух. Этот последний или весь пропускается через решетку и свой возмещаемый топливом, или, проходя частью через свой топливом, проходит другую частью над топливом. Пространство, где возмещение происходит главным образом, ограничено снизу решеткою, ограничивается ее боками и ее верху довольно разнообразными поперечностями. Точка ее одной стороны соединяется с внешним пространством отверстием, закрываемым различными способами и в большей части служит, простыми дверцами. Это отверстие называется главным образом для забрасывания в топку топливом, и затвора, для наблюдения за ходом горения, для перемены топлива и для очищения его от шлаков, если они накапливаются; наконец, через эту же дверь иногда выпускают в топку воздух.

Теплая же масса воздуха чаще всего выпускается в топку с нуля. Прямое всасывание в топку, воздух проходит свободным пространством, называемым топкой поддувалою или зольником. Это посподнее название дано ему потому,

что образуются при горении газа со-
бразно в этом пространстве.

Топка еще имеет сообщения с ит-
ми каналами, которыми продукты
горения удаляются из шеста или обра-
зования для того, чтобы на пути в ат-
мосферу отдать теплому газу ит-
мам, который предполагается нагреть-
вать.

Обыкновенная решетка для различ-
ного рода топлива; колосники.

Обыкновенная решетка состоит
из чугунных и иногда и из железных
стропил-колосников (Фиг. 1.) распо-
ложенных так, что поверхность их
авед лежать в одной плоскости гори-
зонтальной или слабо наклонной. Ре-
шетка должна быть такова, чтобы
1, воздух в возможно большом чи-
сле мог протекать к топливу;
2, чтобы топливо не проваливалось в
слишком значительном количестве
через отверстия решетки; 3, чтобы
эти отверстия не засорились никака-
ми; 4, чтобы горение происходило
возможно полно и совершенно;
5, чтобы наблюдение за горением и
управление им было затруднитель-
но и наконец 6, чтобы колосники
при небольшой стоимости были спо-
собны к продолжительной службе.

Воздух, протекающий к топ-
киву распределяется между ними
равномерно и имеет тем

Больше точек соприкосновения с топливом, тем лучше расположены отверстия решетки, другими словами тем меньше ширина колосниковъ, следовательно, в этой точке зрения надо сделать колосники на стовко-тонкими, на сколько это возможно, принимая въ соображение прочность колосниковъ.

Колосники должны иметь способность хорошо сопротивляться действию высокой температуры и выдерживать действие огня, къ нимъ прилагаемыхъ при нагрузке топлива и при пере-мещивании топлива. Известно, что глина въ тонкихъ пластинкахъ, подвергнутой действию высокой температуры, коробится. Следовательно, темъ выше температура, до которой колосники могутъ быть нагружены темъ толще следуетъ ихъ делать, сохраняя длину и ту же длину, или, сохраняя поперечное сечение, делать длину меньше.

Такимъ образомъ, путемъ наблюденій надъ колосниками, приняты въ определеніе ихъ относительныхъ размеровъ. Ниже будутъ приведены эти отношенія и ими можно будетъ руководствоваться, если колосники будутъ сделаны изъ того матеріала, который считается для нихъ въ особен-ности пригоднымъ. Это шихоцеритъ этой глыбы, получаемый изъ старей-

вещей посыл того как они много раз подтверждаются переплываю.

Длина колосников и температура, которой они подвергаются, не вполне определяют профиль поперечного сечения и вообще не определяют размеров и формы оконечностей. Поперечное сечение колосников имеет вид трапеции, у которой длинное основание наверху, а короткое внизу.

После укладки колосников на место, между ними остаются промежутки, предназначенные для прохода воздуха и для выбрасывания негорючих веществ, как зола и шлаки. Эти промежутки необходимо обрамлять всегда отработанным, но подальше в них кусочки углей или шлаки не должны в них застрять. Чтобы эти отверстия не закрывались шлаками, надо давать им некоторую ширину не менее известной, соответствующей свойствам шлаков и чтобы куски угля, прошедшие между верхними ребрами отверстий, не западали в этом отверстии, надо, чтобы внизу оно было шире, чем сверху.

Это и достигается таким, что колосники, имеющие вид трапеции, образуют между собой отверстия, то же и трапециевидное поперечное сечение в виде трапеции, но уже с широким

ми основанием внизу, а не сверху. При укладывании колосков одного ряда с другими, ширина отверстий определяется разницей окончностей колосков; а чтобы ширина отверстий оставалась одинаковой по всей его длине, не смотря на дутье ветра, делают на колосках как длинные и тонкие небольшие выступы по средине их длины, как это показано на фигуре (2) колоски такой формы, как показано на фигуре (1) и (2) делают длиной не более 1800 mm , но эта длина уже слишком велика, ибо колоски становятся столь тяжелыми, что затрудняется их укладка. Ветер их доходит до 3 пуд., что при большой длине крайне неудобно. По этому длину колосков предпочитают делать около одного метра и, в случае необходимости, сдвигать расстояние длиннее, кладут два и иногда и более колосков в длину.

Головки колосков должны быть разставлены одна от другой для того, чтобы колоски могли расширяться и увеличиваться в длину, не мешая один другому. По наблюдению Вриха колоски, увеличившиеся известным образом при возмущенной температуре, не возвращаются к первоначальной своей длине, а сохраняют некоторую часть удлинения.

Три вторичным нагрыванием и охлаждением оказывается новое остающееся удлинение и таким образом длина может возрасти до $\frac{1}{24}$ мх первоначальной длины и при первоначальной длине в 1 метр, удлинение может доходить до $\frac{1000}{24} = 41,7 \frac{m}{m}$. Оставив такое большее расстояние между головками двух колосников, расположенных по направлению одной прямой, очень неудобно, потому что в этом промежутке накопится угль, которое препятствует потом расширению и управлению топкой затрудняется, ибо крошки попадают в это углубление и остаются при расшевеливании топлива. Наибольшее расстояние которое допускают, доходит лишь до $\frac{1}{50}$ первоначальной длины колосников.

Для устранения препятствия, встречаемого колосниками со стороны угля, попадающего между головками колосников, мы даем вид, показанный на фиг. (3) Это устройство дает возможность углю легко выдвигаться вверх при удлинении колосников; оно весьма распространено в Англии однако не устраняет необходимости далеко разставлять головки колосников двух рядов. Чтобы избежать этого последнего недостатка, колосники и мхь

поддерживающий брус устроятся, как показывается фиг (4). Эти концы A могут быть помещены на таком расстоянии, чтобы ширина образовавшегося отверстия была равна ширине других отверстий и расширение, не смотря на это, будет происходить свободно при перемещении концов. Подобная же результат можно достигнуть, устроявая по патенту Телл'е, показанному на фиг. (5) и (6), при чем концы ковшиков одного ряда помещаются между концами ковшиков другого ряда.

Абсолютные размеры и относительная величина для различного сорта топлива можно видеть из прилагаемых таблиц. Все выше описанные колосники, существующие уже довольно долго и дающие удовлетворительные результаты, представляют тот общий характер и тот общий недостаток, что длинные и довольно широкие полосы, на поверхности прикосновения топлива и решетки, остаются без доступа воздуха. Этих колосники охлаждаются так же прилегающим воздухом и при том только на боковой их поверхности. Так как теплоемкость воздуха очень невелика, то лучистого теплового и прикосновением с горячим топливом колосники нагреваются до очень высокой темпе-

каатуры. В настоящее время существует стремление увеличить число точек прикосновения воздуха с топливом для лучшего сожигания этого последнего и сверх того увеличить поверхности прикосновения колосников с охлаждающими их воздухом для возможно полного охлаждения их. Иногда об этом стремятся достигнуть сразу; иногда преследуют только одну из них.

Чтобы увеличить число точек прикосновения топлива с воздухом, на верхней части обожженноколосников делают небольшую канавку, как это можно видеть на фиг. (7) представляющей поперечный разрез колосника, или верхней части колосника ограничивается двумя взаимно перекрывающимися плоскостями подобно тому, как показано на фиг. (8) изображающей поперечный разрез двух отдельных колосников. Ни то, ни другое из них ^{не имеет} колосников не представляет заманчивых улучшений, потому что канавка сейчас же затопчется пеплом и нет возможности ее очищать от этого пепла а на колосниках с более или менее острым ребром по среднему углу не всегда лежат так как показано, а ложатся плотно на два по-

скости даурь стальных колосниковъ.

Для лучшаго ослабленія колосниковъ надо дѣлать ихъ поверхность какъ можно больше сравнительно съ ихъ объемомъ. Это достигается въ колосникахъ, показанныхъ на фигурахъ (9), (10), (11). Они состоятъ, какъ видно, изъ трехъ соединенныхъ между собою полосъ. Средняя дѣлается по высотѣ больше чѣмъ крайнія и содѣйствуетъ имъ выдерживать нагрузку на нихъ узуръ. Очевидно, что подобная система не такъ легко будетъ гнуться въ какомъ бы то ни было направленіи, какъ отдѣльныхъ полосъ и следовательно, каждая полоса, входящая въ эту систему, можетъ быть сдѣлана толще, чѣмъ отдѣльныхъ полосъ. Такие колосники были уже въ употребленіи и оказали действительную пользу, въ особенности при сжиганіи углей тонкихъ; напротивъ, для крупныхъ углей и при этомъ такъ, которое даютъ жидкіе шлаки эти колосники негодятся, ибо узкія ихъ отверстія легко заплываются шлаками, препятствующими въ нихъ и очищенію отъ шлаковъ чрезвычайно затруднительно. Другого

устройства колосники, где заботятся также об ослаблении их видны из фиг. (12), (13), (14).

Между каждыми двумя колосниками такого устройства оставлены более широкие отверстия, следовательно, колоснику приходится выдерживать больший груз топлива и он должен быть толще, в особенности, если топливо спекается и дает жидкие шлаки, для этого рода топлива описываемые колосники и предназначаются.

Чтобы сохранить за колосником способность сопротивляться короблению, его делают довольно толстыми и среднего его части, которая почти не принимает участия в изгибе, вынимают и в оставленную таким образом щель течет воздух, который выходит из нее рядом с дуром, оставленным в каждой в каждой из боковых стенок, как это видно из чертежа. Влажность колосники в которых и ослабление увеличено и число имеет притока воздуха к топливу едва-лиано. Больше, видно на фиг. (15) боковой и фигуры (16) поперечной разреза. Из устройства настолько ясно из чертежа что описание становится излишним. Подобное

колосники можно устроить не придерживаясь строго указанной формы.

Переходя к определению абсолютных величин некоторых размеров колосников и отношений между другими размерами, надо заметить, что правила относительно этого предмета выработались путем наблюдений над самыми колосниками, приводим эти правила в том виде, как предлагает Рейхе (Reiche).

1.) Для скрученного стебелюха
всех ушей, дающего легкоплавающие
шляки.

а.) колосники подобные показанные на фиг. (1), (2), или лучше на фиг. (4).

б.) длину колосников держать в один метр или менее метра, следовательно, для разметки в один метр колосники в метр длины, а для разметки длиннее метра класть вдоль мер по два колосника.

в.) толщину колосников на вер-
ху $20 \frac{m}{m}$.
внизу - $15 \frac{m}{m}$.

г.) ширину промежутка
ка между колосниками в вер-
ху от $17 \frac{m}{m}$ до $20 \frac{m}{m}$
внизу $22 \frac{m}{m}$ до $25 \frac{m}{m}$.

д.) высоту колосников по -

средний $25^{\frac{m}{m}} + 0,1$ дмш.

г.) высоту колосников в штабах, укладываемых на подерживающих их балки $35^{\frac{m}{m}}$

д.) Для нестекающих камней углей, или для бурого угля, которые не дают жидких шлаков, можно взять:

а.) колосники, показанные на фиг. (9), (10) и (11).

б.) длина колосника равна или меньше $0,8^{\frac{m}{m}}$.

в.) толщина каждой пластинки на вершине от $8^{\frac{m}{m}}$ до $10^{\frac{m}{m}}$.

внизу " $5^{\frac{m}{m}}$ " $7^{\frac{m}{m}}$.

г.) ширина промежутков вверху по $8^{\frac{m}{m}}$.

внизу " $11^{\frac{m}{m}}$.

е.) высота в среднем вверху по-
кой по-
лости $25^{\frac{m}{m}} + 0,1$ дмш.

" " " " низ-
ский полог по $35^{\frac{m}{m}} + \frac{1}{90}$ дмш.

г.) высота в штабах, укладываемых на балки, по $35^{\frac{m}{m}}$, или можно придерживать форму, укладываемую на фигуры 3 или 5 и 6 и считать:

в.) длину колосников от $275^{\frac{m}{m}}$ до $325^{\frac{m}{m}}$.

- в) толщину колосников сверху — $6 \frac{m}{m}$
 толщину колосника снизу $4 \frac{m}{m}$
 д) ширину промежутка между колосниками сверху $3 \frac{m}{m}$
 снизу $5 \frac{m}{m}$
 е) высоту колосника по средней линии $75 \frac{m}{m}$

ж) высоту колосников в момент усадки вала на бабку $30 \frac{m}{m}$

з) Для материалов с качествами средними между вышеозначенными надо сделать и размеры средние. В этом отношении надо заметить, что ширина промежутков должна быть тем же больше, тем крупнее куски употребляемого угля и напротив, ширина отверстий должна уменьшаться по мере увеличения содержания в топливе угольной пыли, но ни в каком случае не должна быть менее $3 \frac{m}{m}$. Заметим, что толщина колосников должна быть тем же больше, тем сильнее спекается уголь; это необходимо, чтобы колосники не портились при расширении угля, но во всяком случае толщина их не должна быть более $20 \frac{m}{m}$.

Вместо с увеличением их толщины должно увеличиваться и их число так чтобы длина была равна 50 более толщины.

Придерживаясь этим правилам постройки колосников, не должно думать, что нет отступлений. Напротив, Тобольск делает колосники простого вида.

показанные на фиг. 3, 10 и 11 и при-
дает им ширину в 1700^m при толщине
в 11^m вверху и 5^m внизу. Ширину
промежутков дает в 6^m . При
отомении провала Scholl соотвешет
длина ширину промежутка на вер-
ху в 6^m , не укорачивая на толщину ко-
лосника, которую можно дать 18^m
вверху и 13^m внизу. Для тонков, от-
плавляемых большими кусками тор-
фа, надо давать большие промежут-
ки между колосниками, и где боль-
шее количество пепла, всегда находя-
щегося в торфе, не будет иметь воз-
можности проваливаться. За то и
ширину колосников можно давать
несколько больше, чем для каменного
угля, напр. в 32^m . Наконец полез-
но также давать промежутки меж-
ду колосниками несколько уже, чем
обычно в ширину пору.

Площадь решетки, ее видъ
размеры и положение.

Самая на решетке толщина ее
ткань воздуха, который проходит
через отверстия между колосника-
ми, можно расширить воздух да-
льше в этих отверстиях, и в
промежутках; образованием тол-
щины, ее толщины или меньшей ско-
рости. Величина скорости течения
воздуха в отверстиях решетки опре-
деляется объемом всего количества,
протекшего в единицу времени, и

и суммарно площадей всех отверстий. Если требуется Q кубических метров воздуха в секунду и если суммарно площадей отверстий есть q , то скорость воздуха v будет

$$v = \frac{Q}{q} \text{ метров.}$$

Если q будет больше, то скорость v малая и наоборот. При большой скорости горение происходит быстрее, при малой медленнее.

Для разъяснения этого вопроса были сделаны опыты, между прочим в Каве (Cave) и привели к такому заключению, что большие проемы или, другими словами, малая скорость движения воздуха выдают, чем малые проемы; но опыты других наблюдателей, как-то Вискстед (Wiersted) и Вей Вильямс (Wege Williams) дают результаты разные между которыми для больших и малых скоростей такой величины, что считать происшедшее от неизбежных ошибок в наблюдениях. Во всяком случае при устройстве постоянных котлов, лучше делать топку несколько больше, чем малую, ибо веселье легче, но может развиться дымовые газы, требуется соединить большую и малую количества топлива; тогда большая проемы представит выгода сравнительно с малой,

которую придется, может быть, перестраивать. Относительно этого обстоятельства надо заметить, что даже при громадных различных скоростях не замечено почти никакой разницы в степени совершенства работы. Действительно, в котлах Корнувийских, в разное время сожигают много всего 4,5 фунта угля на квадратном футе поверхности или все равно 22 килограмма на квадратный метр; тогда как в паровых котлах сожигают не редко в продолжении часа до 200 килограммов каменного угля на квадратный метр.

Триугольник. 1 фунт английский = 0,45360 килограммов.

1 фут кв. = 2,29 дециметр.

Если в Корнувийском котле будет притекает даже двойное количество воздуха, а в паровом котле тройное, то пересть поверхности корнувийского котла промерит в один час, а промежуток, находящийся на одном квадратном метре $22,21 = 462$ килограммов воздуха, а в паровой топке пересть промежуток, находящийся на одном квадратном метре, в 1-е час промерит $16,5, 200 = 4900$ килограммов. Если промежуток в том и другом случае один и тот же, то скорость движения, при одинаковой температуре притекаю-

ицаго воздуха въ паровой точке будет больше скорости воздуха, протекающего въ точку коридарийскаго котла въ $\frac{4950}{462} = 10,7$ раз. Очевидно, что разность, существующая между этими величинами промышленной, ни въ какомъ случае не можетъ слишкомъ много изменить этого числа. Следовательно, если эти и другія точки даютъ почти одинаковые результаты относительно совершенства горения, то, значитъ, скорость движения воздуха, пока эта скорость не выходитъ изъ предѣловъ выше приведенныхъ, не оказываетъ заметнаго влияния.

Влияние скорости тѣмъ не менее существуетъ и оно обнаруживается на величинѣ силы тяги въ трубахъ. Чемъ больше движется внизъ скорость воздуха, протекающего черезъ топку, тѣмъ сильнее должна быть тяга въ трубахъ. Чтобы ослабить тягу, надо уменьшить скорости движения газовъ черезъ решетку, или, другими словами, увеличить площадь решетки. Съ другой стороны, большая решетка неудобна потому, что трудно за ними наблюдать. Прямая для опредѣленія размеров решетки опредѣляется следующимъ образомъ: Рейкинъ (Reincke) говоритъ, что на квадратномъ метрѣ площади решетки, въ часъ, въ коридарийскомъ котлѣ сгораетъ 24 килограмма въ котлахъ этой же системы ести-

газотъ и 54 килогр.
 въ фабричныхъ котлахъ другихъ системъ
 отъ 65 до 87 килогр.
 въ котлахъ морскихъ - отъ 84 до 120 килогр.

Рейтенбахеръ (Reitenbacher) даетъ пра-
 вилы.

для угля 50 килогр.
 для дрова 114 " "
 Моренъ (Morin) для угля . . 70 .
 Шоль (Scholl) для угля 60 "

Въ случаѣ употребленія дрова, ко-
 торыми колосники никогда не разо-
 раются, можно имѣть площадь рѣ-
 шетки $\frac{2}{3}$ той площади, которую на-
 до было бы имѣть, если бы топилко
 было каменной углемъ. Переводъ это
 правило на русск., надо сказать, что
 для дрова Шоль (Scholl) совѣтуе-
 ть 1 метръ на 90 клгр.
 Рейне (Reine) наконецъ считаетъ воз-
 можнымъ отъ 40 до 100 килогр.
 и для хорошаго бурого угля отъ 100
 до 450 килогр.

Опредѣляя площадь решетки,
 по вышеприведеннымъ правиламъ, на-
 до стараться только не выходить изъ
 указанныхъ предѣловъ и работать
 съ о получеши решетки удобной для
 управленія ею и удобной для управ-
 ленія ею и удобной для постройки ея.
 Удобство управленія горючимъ на рѣ-
 шеткѣ опредѣляется тѣмъ, чтобы рѣ-
 шетку можно было всю выдвинуть и до-
 стать совершенно до вѣтвей ея топилка.

Оба эти условия выполняются без больших затруднений, если только решетка не будет длиннее 2 или много 2, 2 метра и шириной не более 2 метров, но лучше не переходить за 1,5 метра. Таким образом можно сказать, наибольшая решетка будет 4,4 квадратных метра и еще довольно удобная 2, 1,5 = 3 квадратных метра. На такой решетке можно сжечь до 300 килограммов угля в час, или с помощью такой решетки можно испарить, при хорошем котле и угле, до 1800 или даже 2000 килограммов воды. В случае употребления дров, до 430 килограммов можно сжечь, или получить до 1000 килограммов пара. Для удобства устройства решетки, ей дают всегда вид прямоугольника и только в крайних случаях вид круга. Об этих случаях будет сказано при описании вертикальных котлов. Верхние поверхности котлов укладываются почти всегда в одной плоскости или параллельной или почти параллельной, так, чтобы задний конец решетки был отступен сравнительно ее серединой. Углы ст. часто не более 6° и служат для двоякой цели: 1, чтобы легче было двигать назад топку, положенные спереди и 2, чтобы козгату было удобнее видать снизу, не засоривши ее угольником или промешивателем. Эти два условия являются

и довольно важным неудобствам, что затрудняется наблюдение за тем, не осыпалась ли какаянибудь часть решетки и следовательно, не протекает ли гденибудь излишний воздух. Кроме того, при недостаточном нагреве, задняя часть решетки слишком затрудняется, потому что верхняя поверхность топика резко не бывает горизонтальной. Решетка, составленная из вышенаписанных колосников, поддерживаемых снизу чугунными балками. Поперечное сечение их бывает довольно разнообразно, как видно на фигурах, представляющих колосники. Размеры балок можно определить, считая тот груз, который приходится на балку и рассматривая ее как бы брус, лежащий концами на двух опорах и нагруженный равномерно по всей его длине. Коэффициент прочности для чугуна можно брать от 150 до 300 килограммов на квадратный сантиметр. При этом меньшие коэффициенты надо брать при расчете, относящихся к малым решеткам и большие к большим решеткам. Если бы под решетку надо было поместить не одну, а несколько балок, то следует взять все эти балки одной модели и рассчитывать на наибольшее

усилие.

Уходъ за ходомъ точки на
обыкновенной рѣшеткѣ.

Топливо на рѣшеткѣ слѣдуетъ рас-
складывать по возможности ровнымъ
слоемъ. Величина кусковъ его должна
быть примерно съ кулакъ и поминать
надо его такъ, чтобы свѣжее топливо
пожило въ переднихъ конѣхъ рѣшет-
ки, потому постоянно подвигать его
впередъ. При этомъ на задней части
рѣшетки будетъ лежать раскален-
ный кокс, а въ передней уголѣ, наги-
нающій дѣлится. Углекислородъ, вы-
дѣляющійся при дожиганіи угля, бу-
дутъ проходить надъ слоемъ раскален-
наго угля и, подъ вліяніемъ этого жа-
ра, смѣшиваясь съ воздухомъ, будутъ
сгорать. Толщина слоя топлива
для разныхъ сортовъ должна быть
неодинакова.

Такъ для каменнаго угля она
должна быть отъ 15 до 20^м; для кок-
са отъ 30-7^м, для дровъ и для торфа
отъ 20^с^м до 30^с^м и до 60^с^м. Это данно
Schaffa, но Grosvell предлагаетъ при
сожиганіи дровъ накладывать ихъ
болѣе толстымъ слоемъ. О толщинѣ
этого слоя можно судить по показанію
на рѣшеткѣ, о которомъ будетъ
упомянуто ниже. Уходъ за рѣ-
шеткою требуетъ со стороны конста-
ря и болѣе вниманія и болѣе много
напряженія силъ. Сбереженіе топли-

ва зависит больше от кожгара, чем от устройства решетки. Недостаточно быстрое нагревание решетки и недостаточно быстрое перемагничивание топлива удерживает двери топки слишком долго открытыми и таким образом холодный воздух, вовсе не необходимый для отопления, притекает в топку. От этого не только увеличивается количество продуктов горения и уменьшается их температура, но и топы газы, которые могли бы согреть поджигатель, если бы температура в топке была достаточно велика, улетают не согретыми.

Решетка ступенчатая.

Всё возможное обстоятельство давно известно и высказано множество предположений по поводу обожженной решетки. Но прежде описать нам указания на эти изменения, надо указать еще на одно свойство решетки, которое надо учитывать в некоторых случаях. Воздух притекает к топливу через промежутки, оставленные между козешками. Уже известно, как это происходит при определении размеров этих промежутков и уже известно, что ширину их надо считать не-

ные 3^m , а между ними проемы
 сетки предлагаются перфориро-
 ванными сетками мелко раздробленными,
 или иными свойствами при частом
 распаде на такие мелкие кус-
 ки, что не рискуя потерпеть боль-
 шую потерю, нельзя их класть на
 решетку с промежутками в 3^m .
 Топлива подобного рода соединяют-
 ся на решетках особого устройст-
 ва, называющихся ступеньками
 ртнетками. С этого топлива уда-
 лены крупные листья и на ступен-
 ки их помещаются только так,
 что оно совершенно закрывает са-
 мую листовую и наружную поверх-
 ность топлива располагается око-
 ло плоскости, параллельной лист-
 ным и листовым тот же самый
 наклон, как и листовая. Фиг. 17
 представляет схематически боко-
 вой вид такой ртнетки. Воздух
 проходит к топливу в проме-
 жутки между ступеньками, а са-
 мое топливо доставляется сна-
 ча в особой ящике, стоящий над
 ртнеткой и оттуда выливается на
 решетку. Это же топливо лучше
 выкачивалось на решетку из ящи-
 ка, дно у него сделано довольно
 сильно наклонное и в задней части
 к ящику делается отверстие, за-
 крываемое задвигающимися верти-
 кальными шпинделями. Такая ртнет-

ка действительно представляет воз-
можность сосчитать весьма мелкие сор-
та угля с большим удобством; но
если шлаки, скопившиеся мало по ма-
лу, не будут как-нибудь удалены,
то горение будет сильно затруднено.
Для удаления шлаков внизу ступен-
чатой решетки кладут узкую обе-
кловенную решетку а, которая по-
мещается в рамку. Движок рамка,
как на нижней горизонтальной ре-
шетке накрывается много шлаков, ре-
шетку а сдвигают за рукоятку
в и шлаки сваливаются с нее в та-
кое пространство, откуда они могут
быть удалены. Отодвигание решетки
а открывает широкое отверстие
из точки и доставляет возможность
атмосферному воздуху входить в
точку в количестве большого количества.

Этот недостаток можно устрани-
ть, если пространство под решет-
кой а оградить стенками, подобно
f и g и внизу поместить отно-
сий щит с с рукояткой d. Движок
щит с, можно установить более или
менее широкое отверстие между ним
и стенками f; через это отверстие
поперек воздуха из решетки а, та-
ким образом можно регулировать
приток воздуха. При сдвигании
решетки а приток воздуха не уве-
личивается и шлаки уходят на щит
с. Движок рамка сдвигает решетку а в.

двигаются шлицы С и таким образом обрасовываются с него шлицы. Наклон шлицы надо давать такой, чтобы она равнялась естественному уклону сухого горючего. Угол этот от 30° до 34° на ступеньках скопится пепел который надо с них счищать. Угол больше одна ступенька прикрывает другую, также ее лежащую, тогда труднее счищать с них пепел. Следовательно, эти перекрестки одной ступеньки другой должны быть сообразные с количеством пепла, доставляемому горючим. Schott советует делать для горючего, дающего малое количество пепла перекрестку одной ступеньки другую так, как это показано на фиг. 18, т. е. чтобы плоскость, проходящая через верхнее переднее ребро одной ступеньки и через нижнее заднее ребро ступеньки, лежащей непосредственно надъ того, в которой только что говорилось, оставалась с горизонтальными поверхностями ступенек углом 30° .

Если пепла получается довольно много, то лучше делать этот угол как на фигуре 19 в 36° и, наконец при очень большом количестве пепла приходится увеличивать угол до 45° , как на фиг. 20.

Подробности устройства могут быть весьма разнообразны. Ступеньки

могут составлять одно целое с наклонными брусками, или они могут лежать на особых выступах прибитых к наклонным брускам, или, наконец, каждая ступенька своими выступами может лежать на другой непосредственно ниже ее лежащей и наклонные брусья будут служить только для определения относительного расположения ступенек в горизонтальном направлении. Первое устройство показано на фиг. 21, второе изображено на фиг. 22, и третье на фиг. 23.

Первое из них есть самое худшее, ибо при одной ступеньке устанавливается перемычка изогнутой наклонной брусья со всеми принадлежностями из него ступеньками. Второе и третье не лишены этого недостатка; но третье хуже второго, ибо для зазора которой нибудь из ступенек надо вынуть все выше лежащие; тогда как при втором устройстве, можно перемычку каждую ступеньку, не трогая других.

Размеры различных частей этой системы могут быть следующие. Расстояние по вертикальному направлению от одной ступеньки до другой или высота промежутка между двумя ступеньками 20^m , толщина самих ступенек от 8^m до 12^m , ширина ступеньки по горизонтальному направлению около 120^m ; длина их или расстояние между наклонными брусками от 400^m до 600^m и, как говорит Рейхе, далее этого по-

Очень большого размера идти не должно. Наклонные брусья в поперечном сечении должны быть по горизонтальному направлению около 24^m , в другом же направлении от 100^m до 120^m . Выступы на наклонных брусьях, для того бы они не смужили, для поддержания их ступенек, как на фиг. 22, или для направления их, как на фиг. 23, должны быть 12^m толщиной и выступать также на 12^m . Впрочем, при устройстве подобном фиг. 23, среднее ребро наклонного бруса можно сделать и в 13^m толщиной. Полная длина решетки может быть в 2^m и полная ширина до $1,3^m$. Необходимая величина полной поверхности ступенчатой решетки может быть сделана на 5% меньше, чем горизонтальной решетки для того же количества соединяемого материала.

Сравнение ступенчатой решетки с обыкновенной. (1.)

Ступенчатая решетка многими сравни-

(1.) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1874. Heft 12 Seite - 765. При обыкновенном методе работы и обыкновенных колебаниях в поперечном направлении исправится, много тоньше решетку, чем иная решетка ступенчатая. При ступенчатой решетке должно быть отстоящий коренар и не равновесно, что на фабриках с непрерывным движением вовсе не могут поиграть пары. Vrr., Sammlung von Betriebs-Resultaten des Anhaltischen Zementwerkes der Zementfabrikanten" окассиваем, что на 1^m решетки русской можно сделать до 300^k а ступенчатой 450^k груз. Вообще русские решетки имеют больше дома.

тельно ее горизонтальными и своей вы-
 ходя и свои недостатки. Къ числу вы-
 ходя имъ относится возможность со-
 сжигания чрезвычайно мелкосортового
 топлива, весьма большая равномер-
 ность сжигания, такъ какъ забрыз-
 сываютъ на решетку малыми коли-
 чествами и довольно часто не пред-
 ставляютъ затрудненій. Закидыва-
 ние сжогого топлива, очищеніе отъ
 золы и шлаковъ и перемешиваніе
 топлива производится безъ излишне
 выпускаемаго воздуха, следовательно
 температура продуктовъ горенія
 не уменьшается напрасно и не пре-
 пятствуетъ скоранію углекислородныхъ
 газовъ и паровъ. Избытокъ воздуха,
 притекающаго въ топку между ступе-
 нями, когда топливо прогораетъ
 на томъ или другомъ ярусе, обна-
 руживается весьма легко и тотчасъ
 слышится по особому свисту, съ кото-
 рымъ воздухъ начинаетъ проходить
 черезъ образовавшееся излишне боль-
 шое отверстіе

Недостатки ее состоятъ въ томъ,
 что ступеньки имѣютъ слишкомъ
 большую поверхность прикосновенія
 съ топливомъ, по этому сами сильно
 нагреваются, и въ тоже время ок-
 лаждаютъ большую массу топли-
 ва. Постройка ее сложнѣе, следо-
 вательно, дороже, но главное, труд-
 но очищать ее отъ золы и еще труд-

ные ступеньки от шлаков. Так как это для углей дающих много шлаков, и в особенности для углей спекающихся, она вообще негодится. Но для углей тонких, для бурого угля, для торфа, она может быть очень пригодна. В заключение надо сказать, что были попытки дуть ршметки, так сказать, самодействующим, т. е. таким, где нужно было класть топливо только в верхний ящик, а оттуда оно само собою сваливалось на ршметку, по мере прогорания топлива на ршметку.

Все такие попытки оставались без успеха и горение было на них неудовлетворительно. Топливо сыпалось то в количестве слишком большом, то напротив, на ршметку его было очень мало.

Поддувало или гильза.

Под ршметкою дымается поддувало или гильза. Обычно она имеет вид четырехугольной призмы с основанием равным горизонтальной проекции площади всей ршметки, или несколько больше. Оно должно быть ниже ршметки на $750 \frac{mm}{mm}$ до $900 \frac{mm}{mm}$. Это расстояние необходимо для предохранения колосников от вредного действия жара, распространяющегося от горящих кусков угля, проваливающихся через отверстия ршметки. С этой же целью сохранения колосников,

Паровое котла. Л. 6.

Литур. С. П. техн. шк. шест.

Деревянная гильза

на дно зольника иногда льют воду.

Дно зольника у постоянного котла часто бывает ниже того пола, который окружает печь, потому для удобства выребания всего, что скопится в зольнике, делают дно его с наклонною плоскостью α , как это видно на фиг. 24. Отверстие β , через которое воздух проникает в зольник иногда снабжается дверцами, которыми весьма полезно для сохранения тепла в нем во время остановок действия котла на довольно долгое время, как например, на ночь.

У паровозов зольник состоит из ящика, имеющего дверцы на передней и задней стенках. Он делается из листового железа; ширина и длина его равны соответственным размерам топки, а глубина около 250^m до 300^m .

Свойства и помпущения поверности,
ограничивающей топку.

Поверности, ограничивающей пространство, занятое топкою, должно устроено так, чтобы 1, в топке постоянно сохранялась температура, необходимая для поддержания горения 2, чтобы материал, употребляемый на образование этих поверностей не подвергался скорой порче и 3, чтобы вся та теплота, которая развивается в топке и может быть удалена из нее без вреда

горючих, действительно была поглощена теми телами, которые жглись только нагривать. Температура в топке зависит от количества единиц теплоты, развивающейся в ней в продолжении данного времени, от количества теплоты, поглощенной стенками в виде теплоты лучистой и от количества и теплотемкости продуктов горения и всего сопровождающего их вещества, получаемых в топке в продолжении того же данного времени. При сжигании таких сортов топлива как антрацит, или каменный уголь, отдается так много теплоты и развивается в топке такая высокая температура, что, поглощая часть лучистой теплоты, распространяемой топливом и часть той теплоты, которая заключена в газах и парах, все-таки их температура остается на столько высокой, что сжигание углеводородов, при достаточном количестве воздуха, совершенно возможно; в таких случаях можно, без вреда горючих, достигнуть стенок топки, поглощающих лучистую теплоту и отнимающих теплоту от газов, находящегося в топке; но если топлива не столько имеет такого большого количества теплоты, тем лучше должно быть так, чтобы оно как можно меньше отнимало теплоты и лучистой

и от газов, находящихся в самой топке. Устройство таких топок, у которых стенки вовсе не оптимизируют, или, лучше сказать, очень мало оптимизируют теплоотдачу и лучистой и от газов, имеют только то неудобство, что при котлах оказывается одною такою постройкою больше, которая не служит для непосредственного нагревания воды, но теплота развиваемая горением не только не теряется, а напротив увеличивается впроклятость еще все более совершенными образом. Поверженности топки со стенками, поглощающими много теплоты образуются частью самим котлом, и следовательно, таким образом упрочняется устройство котла с такою, но зато ее извешной ширью, вредная полнота горения. Такие топки могут быть вполне оправданы только в котлах переносных, как кося котлы паровозов, пароходов и автомобилей, где необходимо заботиться об устранении всего лишнего и не представляющего существенной необходимости. В котлах постоянных они оправдываются только при существовании извешных условий, о которых будет упомянуто. На основании этих соображений, поверженности, ограничивающая топки в паровозах, пароходах и локо-

подвижна, делается из металлических
 ринг мисовъ, вложенныхъ въ составъ
 самого котла, а при котлахъ построен-
 ныхъ или только верхней поверхности
 делается металлическая, а боковые изъ
 кирпичей, или вся поверхность изъ кир-
 пичей. Эти послѣднія, составляя при
 котлахъ совершенно особую постройку,
 вовсе не служатъ для непосредствен-
 наго нагреванія воды; но зато, будучи
 построены изъ кирпичей, т. е. изъ дур-
 наго проводника, сильно нагреваются
 на своей внутренней поверхности
 и затѣмъ не только почти не отни-
 маютъ теплоты отъ газовъ, отдѣляю-
 щихся отъ слоя топлива, а нагре-
 тивъ, при сильномъ охлажденіи
 газовъ притокомъ холоднаго воздуха,
 нагреваютъ эти газы и лучистого тепло-
 тую и въ особенности непосредственнымъ
 прикосновеніемъ съ ними; такимъ обра-
 зомъ газы получаютъ возможность со-
 грѣть, не смотря на то, что передаются
 охладившись. Подобное нагреваніе газовъ,
 происшедшее отъ непосредственнаго при-
 косновенія ихъ съ сильно нагрѣтыми
 стенками, полезно въ особенности
 потому, что лучистого теплотого га-
 зы почти не нагреваются. Желая
 сберечь стѣнки котла отъ скорей
 перги, надо дѣлать ихъ или изъ
 тѣхъ огнеупорныхъ, или изъ хорошихъ
 проводниковъ тепла и въ этомъ по-
 слѣднемъ случаѣ качество матеріала

и расположение стержня должно быть соответственно со свойствами топлива. В настоящих котлах боковой стержень располагается из огнеупорного кирпича, помещенного на огнеупорный шпатель перемышальной и довольно крупный кварцевый песок; их расположение и форма показаны на чертежах представляющих вмазку котлов. Верхняя поверхность точки, боковой частью, бывает часть самого нагреваемого котла. Эта точка должна быть расположена на таком расстоянии от горячего слоя, чтобы лучшая теплота не влияла вредно на него, по этому надо было бы удалить горячий слой, как можно дальше, но слишком большое удаление имеет свои недостатки; лучшая теплота котла сильно передается нагреваемому его телу, котел больше разность температур и котел меньше расстояние между нагревающим и нагреваемым поверхностями.

Вся та теплота, которая не будет передана в виде лучей верхней части точки, останется в газам, конечно, всю эту оставшуюся теплоту можно будет извлечь из газов, приводя их в соприкосновение с остальными частями котла.

При слабом действии лучистой теплоты на небо точки, оставшаяся поверхность котла должна быть сдвинута больше, котел при сильном действии и на оборот; при извест-

ной внешней поверхности котла, газы уйдут в атмосферу только лишь на короткое, чем больше тепла будет передано в виде лучей неботопки, а следовательно, только выгоднее будет употребленное топливо. Учитывая эти два обстоятельства, предлагают удалить металлическое небо топки от поверхности решетки, при отоплении топками углем, каменным углем, на расстояние в $320^{\text{мм}}$, при употреблении антрацита, спекающегося угля в $390^{\text{мм}}$ до $420^{\text{мм}}$ и говорит Scholl, ни в каком случае не больше $470^{\text{мм}}$. В подтверждение он приводит пример, где решетка, поставленная сначала на расстоянии $470^{\text{мм}}$, затем была приближена и оставлено было расстояние до неба в $390^{\text{мм}}$. Употребленное топливо после перестановки стало значительно выгоднее. При отоплении коксом надо оставить над слоем кокса и под небом высоту в $500^{\text{мм}}$ или $600^{\text{мм}}$ так, что над решеточным небом должно пошатаваться на высоту от $300^{\text{мм}}$ до $300^{\text{мм}}$. Для чистого мелкого бурого угля решетка должна быть удалена от неба на $320^{\text{мм}}$, а для бурого угля в больших кусках на $320^{\text{мм}}$. При употреблении дров, надо поместить решетку под небом на глубине в $470^{\text{мм}}$ и до $600^{\text{мм}}$, но к этому надо прибавить правило Гроувелла, о котором упоминалось при изложении о решетках, что для дров еловых и буксовых, когда туше-

бывает сожигают их в расе от 300 до 350 килограммов, расстояние между ртутного и толкого надо оставлять в 800^{мм}, при сожигании в расе от 200 до 250 килограммов, это расстояние можно сделать равным 650^{мм} и наконец, для дубовых дров от 540^{мм} до 600^{мм}.

Если жебь дбается из огнеупорного кирпича, то весьма выгодно при всяких топливах, кроме хорошего каменного угля и дров, то расстояние жеба от топлива должно быть весьма малое, например в 100^{мм}. При каменном угле это устройство неудобно, потому что кирпич не выдерживает жара и скоро портится. Устраивая топку из стальных стоек, подвешают эти стойки дбительно жара и тем самым температура горения предвидится, тем самым быстрее перегорают стойки, если только они не обладают теплопроводностью в высокой степени; поэтому, тем самым выше температура горения, тем самым лучше проводники тепла следует употребить на устройство топки. Также в котлах пароводяных и многокомбиней употребляют листы железные. В локомотивах это делают в основном в целях уменьшения их. В паровозах предпочитают брать красную иголь. Расположение различных частей топки можно видеть из

прилагаемых фигур, представляющих вставку котлов.

- 1, Простая точка под горизонтальным котлом фиг. 26.
- 2, Простая точка в котле корытообразной формы фиг. 27.
- 3, " " " парового фиг. 28.
- 4, " " " парового фиг. 29.
- 5, " " " вертикального фиг. 30.
- 6, Точка, ограниченная со всех сторон огнеупорными кирпичами фиг. 31, 32 и 33.

Коэффициент полезного действия точки.

В простых точках возможно устройство одно и то же количество топлива может развивать разную мощность тепла, согласно количеству притекающего воздуха и управлению ходом точки. Назовем W то количество тепла, которое развивается в точке при сжигании B килограммов дымного топлива; H число единиц тепла, которое развивалось бы, если бы один килограмм дымного топлива сгорел совершенно образом, т. е. весь водород превратился бы в воду и углерод в углекислоту. Тогда очевидно B килограммов дымного топлива, при совершенном сгорании, даст нам $B \cdot H$ единиц тепла.

Коэффициентом полезного действия точки называется отношение W к $B \cdot H$, называя и коэффициент

полезного действия, она определяется очевидно уравнением:

$$\mu = \frac{W}{B \cdot H} \dots \dots (1).$$

откуда количество теплоты W будет определено уравнением:

$$W = \mu \cdot B \cdot H \dots (2).$$

Величина μ зависит от очень большого числа причин и между прочим от количества воздуха и количества лучистой теплоты, отбитой стеньками и потерей от топлива.

Влияние количества воздуха на степень совершенства горения было уже указано и было уже сказано, что на этом соображении, в практике держатся правила доставить ее 1,5 до 2 раз больше воздуха, чем это вполне необходимо. Другое обстоятельство, имеющее влияние на степень совершенства горения, есть поглощение стеньками точки лучистой теплоты от горящего топлива.

Лучистая теплота, распространяющаяся от топлива, тем больше поглощается стеньками топки, чем выше температура стенок, и известно, что количество ее, поглощаемое холодными телами, тем больше, чем больше поверхность поглощающая, чем больше разность температур тем нагревающего и нагреваемого, чем меньше расстояние между нагревающим и нагреваемым телами и чем меньше угол, под которым луч теплоты падает. Рассмотрим —

вая опыта, бывшие в Мюльгаузенте, Weiss приходит к заключению, что количество теплоты, получаемое металлическими стержнями точки, в виде лучистой теплоты, составляет от 0,25 до 0,5 всей теплоты, развивающейся в точке.

Влияние различных элементов на величину ω , выражающую отношение между лучистой теплотой, передаваемой металлическими стержнями точки и всю теплоту, развившуюся в ней, не удалось определить, так как в одной и той же точке ω имело различные величины, изменяющиеся от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ при переменном только способе оттопления.

Топливо, при этом употребляемое, был каменный уголь, не дававший очень много тепла и шлаков, следовательно, представлявший всегда довольно высокую раскаленную поверхность. Здесь можно заметить, что количество воздуха было довольно разнообразно и коэффициент μ также изменялся и как бы независимо от ω .

Таблица составленная на основании опытов в Мюльгаузенте над котлом Döflus.

№ опыта.	μ коэффициент действия точки.	Отношение количества, доставляемого воздуха к совершенно необходимому.	Число килограммов угля, сжигаемого в час на 1 м ² поверхности.	Число килограммов угля, сжигаемого в точку за час.	ω Отношение теплоты, отданной в лучистом виде ко всей развивающейся в точке.
I	0,375	1,36	44,0	8,2	$\frac{1}{3}$
II	0,370	1,02	70,5	5,3	$\frac{1}{2}$
III	0,335	1,10	85,6	9,5	$\frac{1}{2}$

№ отсчета.	U Воздушный слой пологой плиты.	Отношение коэф. теплопроводности воздуха к коэффициенту теплопроводности.	Число кил. граммов углекислого газа в газе на 1 см ² .	Число кил. граммов углекислого газа в газе на 1 см ² .	W Отношение теплоотдачи в различных видах ко всей развешенной в плите.
II	0,823.	0,904.	72,0	4,9	1/3 — 1/2
III	0,820.	0,93	81,8	7,1	1/2
VIII	0,819	1,21	83,3	7,0	
IX	0,809.	1,12	80,0	9,0	1/3 — 1/2
XII	0,807	1,11	85,5	10,0	
XI	0,775	0,84	81,6	7,8	1/2

В испытанном котле небо плиты было составлено тремя металлическими трубами, а боковые стенки кирпичные. Это же топливо в других котлах дало результаты следующие:

Таблица составлена по отчетам в Мюнхенском.

Услов. обозначение котла.	U	R.	X.	Y	Коэффициент теплопроводности / Углекислого газа / См ² .	Относ. коэффициент теплопроводности воздуха к коэффициенту теплопроводности.	W	Замечания.
	Воздушный слой пологой плиты.	Площадь, размещенная в 1 метр ² .	Разстояние от плиты до потолка в метрах.	Коэф. теплопроводности в кирпичных стенах.			Воздушный слой пологой плиты.	
Molinoset Pronier	0,932	1,23	1,4	7	77	2,26	1/4	Небо и стенки металлические.
Lambaux	0,791	1,22	1,5	20	72	0,947	1/2	то же.
Prevoost	0,862	1,80	0,4	11	50	2,140	1/4	Небо состоит из цинк. трубы и стальных плит, стенок кирпичных.
Dollfus I	0,809	1,32	0,5	9	80	1,120.	1/4 — 1/2	Небо 3 цинк. мет. трубы и кирпич. стенок.
Stumberger	0,806	1,38	0,4	9.	62	1,350	1/4 — 1/2	то же.
Flücker	0,763	1,20	0,3	8	56	1,14.	1/4 — 1/2	Небо цинк. трубы и кирпич. стенок.
Dollfus II	0,851	1,32	0,6	8	142	1,49	1/4	то же.

Из этих опытов можно заключить, что для оптимального угла $\omega = 1/4$ до $1/2$ и коэффициент полезного действия несколько уменьшается при увеличении ω , на что указывают опыты Molinos et Pronnier, Prouvest и Dolfus II.

Средняя величина μ при $\omega = 1/4$ есть $\mu = 0,882$, а при $\omega = 1/4$ до $1/2$ средняя величина $\mu = 0,792$, т.е. на 0,09 почти на 0,1 уменьшается величина μ , при увеличении ω от $1/4$ до $1/2$. У первых двух котлов небо расположено значительно выше, чем у остальных, но тем не менее они достигли ω не меньше, чем у других, а это можно приписать тому, что у них не только небо, но и стержни были металлическими.

Итак, можно сказать, что μ тем больше, где ω меньше, что ω есть величина вообще около 0,25, но тем больше, где небо и стержни металлические и тем меньше, где небо металлическое, а стержни кирпичные.

При проектировании точки не следует рассчитывать на $\mu = 0,882$ при $\omega = 1/4$ или на $\mu = 0,792$ при ω заключенном между $\omega = 1/4$ и $\omega = 1/2$. Это может получиться при благоприятных условиях, но при условиях не столь благоприятных, например, при употреблении углей, покрывающихся шлаками ω будет меньше, да и при хорошем топливе нельзя ожидать, чтобы отложение производилось так тщательно, как

это удалось при опытах Осси-
дья отступлений в неблагоприят-
ную сторону, надо на них и расчи-
тывать, следовательно, надо пред-
полагать, что степень совершенства
горнил не будет так достигаться
потому, что воздух будет приме-
каться по его недостатку, то в изи-
ществах; мушкетерские будет сла-
бые потому, что не всегда шлаки
и пепел во время будут удалены и
потому-то гораздо осторожнее бу-
дет, если при проектировании при-
нимать не числа, полученные из вы-
шеприведенных опытов, а ту шихту
которая приводит Трашгоф (Traškof).

$$\mu = 0,80 \text{ при } \omega = 0$$

$$\mu = 0,75 \quad \text{ " } \quad \omega = 0,2$$

$$\mu = 0,72 \quad \text{ " } \quad \omega = 0,3$$

Эти практические коэффициенты
относятся к каменному углю, а для
бураго и для дров не имеют ни ма-
ленько больше или меньше точных сто-
тов, но судя по потреблению дров,
поэтому, как для того же ма-
тери употребился каменный уголь,
надо думать, что и для дров $\mu = 0,80$
при $\omega = 0$.

Для более правильного пользования
приведенными выше величинами ко-
эффициентов μ и ω , приводим хи-
мический состав угля, употребле-
вшегося при опытах в Шонгаузе-
не; состав его следующий; младший

химического угля приходится:

углерода (С)	0,7310.
водорода (Н)	0,0432.
шлак, зола	0,1380.
уголь, провалявшийся сквозь реш.	0,0540.
гигроскопической воды	0,0036.
Химически соеди- ненной воды	$\left\{ \begin{array}{l} H = 0,0023 \\ O = 0,0100 \end{array} \right\} = 0,0202.$
азота	

1,0000.

Дымогарная топка.

Основной идем устройства двухтопочных топок.

Доим появляющийся при сожигании большей части горючих веществ, происходит от неполного сжигания топлива. Углекислота, выделяющаяся из топлива, не сгорает от различных причин: от недостатка кислорода, приходящего в печь, от недостаточной скорости температуры газов и паров, уходящих в прикосновение с кислородом, или от неудовлетворительного сжигания горючих газов и паров с кислородом воздуха. В обобщенных топках недостаток воздуха обнаруживается в особенности сильно вследствие зашлаковывания стального топлива. Разом развивается много углекислоты, которое, не находя доста-

точно воздуха, улетают, не ео-
ржавши.

Итак процесс заключается то-
нково, т.е. большими массами на-
до его вводить в печь и т.д. больше
одновременно развивается углево-
родов, требующих воздуха для свое-
го сгорания. Т.е. таким образом
отопления возможно было бы полное
сгорание, если бы и воздуха достато-
чно паровой приток в точку
образно в требованиях. Регулиро-
вание притока воздуха, правда, само
собой происходит в довольно тес-
ных пределах, но именно потому,
что приток очень близки между собой.
Это регулирование и оказывается не-
удовлетворительным. Воздух прите-
кает в различных количествах, по-
тому что, по мере сгорания топлива
промежутки между его кусками уве-
ливаются и проход воздуха облег-
чается. Новое топливо закладывается
еще тогда, когда большее начинает про-
горать. Следовательно, при развитии
углеводорода из своего топлива,
действительно через топливо, преж-
де заложено, протекает воздуха
больше и воздух прохода много ох-
ложденного топлива, действитель-
но много парится и стано-
вится способным для сгорания сис-
тематических с ними углеводоро-
дов. Но очевидно, что сгорание проше-
дло.

ки прогорающего топлива и количеством этого топлива было чрезвычайно трудное и если и может быть достигнуто, то только весьма продолжительными наводками при большом внимании.

Управление топкой сдвинулось бы гораздо проще, если бы топливо закладывалось непрерывным образом. В таком случае углеводорода развивались бы однообразно и постоянной притоком воздуха удовлетворяли бы требованию полного сгорания и тем же, что при постоянном развитии углеводородов количество их, находящееся в топке, никогда не было бы очень велико, следовательно, и перемещение их с воздухом было гораздо легче.

Из изложенного следует, что для дымоосаждения полезно по возможности иметь непрерывное и однообразное закладывание топлива.

Понижение температуры газов в обихованных топках происходит главным образом при открытии дверей для закладывания топлива, разрыхления его и очищения от шлаков.

Воздух, притекая в большое отверстие и двигаясь на раскаленном топливе, получает от него только лучистую теплоту, которую
 Паровые котлы Л. Ф. Савити и Емелья
 Автор. С. П. Мещеряков.

росто газы вообще чрезвычайно слабо нагриваются, следовательно приходится почти не нагривший в смеси с углеводородами и нагривавший на них свет ослабляется так на столько, что сгорание становится невозможным. Напротив, воздух, протекающий чрез слой топлива, нагривается посредственным прикосновением и нагривший, смешиваясь с углеводородами, содействует их сжиганию. Отсюда обнаруживается польза заставить весь воздух проходить чрез нагривший слой топлива, или, вообще привести воздух в смесь с газами, после того, как он нагрив нагнетанием образом. Недостаток переотгиивания воздуха с газами происходит тогда, когда воздух протекает большою неравнородною массою, или когда газы в больших количествах текут струею большими размерами.

Следовательно, надо или пускать воздух и прочие газы и пары топлива перемешивающимися струями, или, если этого нельзя достигнуть, переотгиивать их какиминибудь другими способами.

В дощепарных топках стремятся достигнуть одно или нескольких вышеприведенных условий хорошего сжигания. Правильная сжиг-

на домохозяйстве топливо не может быть основано на одном определении на сколько то, или другое из вышеприведенных условий хорошего соотношения в них достигается. Дымосознанием достигается два различных целей, одна из них, выгода возможно большего развития теплоты из данного топлива, или, лучше, наиболее выгодное употребление топлива. Другая цель - устранение неприятного и даже часто вредного действия дыма. При устройстве домашней топки, с целью экономии топлива, надо обращать внимание на то обстоятельство, какое целью покупается это экономия и само собой разумеется, что экономия только тогда выгодна, когда проценты и погашение капитала, затраченного для достижения этого экономии, меньше стоимости экономичного топлива. Дымосознание с другой целью, с целью избежать вредного действия дыма, может быть выгодно и тогда, когда затраты для его достижения превосходят стоимость экономичного топлива.

Топки для возможно однообразного вкладывания топлива. Топка с вращающимся круговым решеткою (фиг. 25).

Из прилагаемого чертежа видно, что круглая решетка укреплена на оси A ,

поддержанной подшипником в, обхватывающими шейку и втулку других подшипников с, обхватывающими шейки и втулку. На той же оси надето зубчатое колесо д, сцепляющееся с безконечным винтом е. Подшипник на решетку ввинчен из каюка f. Оно несется в втулку концы и при вращении в точке зажимает посылочно-двухъякорно размытый полосу.

Подвигаясь мало по малу в направлении своего движения, оно переходит постепенно весь разрыв горизонтально. Делая за падением оно нажимает боком потому, нагнетаясь дальше, оно выдвигает весь металл вещества и переходит к последнему своему состоянию в состоянии раскаленного жидкого. Если скорость вращения будет надлежащим образом соразмерена, то в продолжении полного оборота металл успеет втиснуться в отверстие и некоторое количество решетки, получившись только из каюка f, сдвинуться по оси и придать своей подкаюку, освобожденной от металла и готовой принять новое количество его. Постепенность нагрузки при этом действительно достигается, но четкость и точность механизма до сих пор не достигнута.

Центральная решетка (Фиг. 26).

На оси а и в надето по два колеса,

перес каюкдую пару колес перешипу-
то по бесконечной цепи и къ соответ-
ственным шпилькам цепи прикрепл-
ены пластинки, образующия рошет-
ку. На первой оси А надето зубча-
тое колесо, сцепляющееся съ шестер-
ней С. Цепи съ пластинками при-
авданы въ движение по направлению
стрелки и во время этого движения
на рошеты надеты шпильки из
железа С. Шпильки, упавшие въ вы-
ступ шестерни, переходят пооче-
редно въ упоръ движущейся, нахлест-
ывающейся въ соответств. возвышен. и затѣм
въ расположенной ниже, а оставшіяся
шпильки и цепи надаютъ въ зубцы
въ камне В. Если шпильки будутъ
составлены изъ однородныхъ кусковъ
и будутъ одинаково надеты по всей
ширине рошеты, то при наде-
жающей скорости движения, отно-
шение шпильки совершится вырав-
но. Основная мысль этой рошет-
ки совершенно верна, но механизмъ
решительно не выдерживаетъ давл-
ения того большого жара, кото-
рый тутъ возникаетъ.

Винтовая рошетка (Фиг. 27).

Вдоль точки расположенная дви-
вится съ перемѣннымъ шагомъ, умень-
шающимся по мере удаления отъ
дверцы. Колосники, помещенные по
перекъ точки на два поддерживаю-
щихъ бруса, своими концами се-

скают, въ углубленном винтѣ. Вращением винтов колосники подвигаются постепенно впередъ и при этомъ по ширинѣ уменьшенія шага винтовъ, расстояние между колосниками само по само уменьшается. Колосники, дошедшіе до конца винтовъ, падаютъ внизъ и двумя другими винтами передвигаются къ переднему концу топки. Здѣсь они поднимаются и снова поступаютъ на вершине дѣла винта, где повторяется вышеописанное ихъ движеніе. На этой рѣшеткѣ топчиво подвигается впередъ подобно тому какъ и на двухъ вышеописанныхъ, но здѣсь еще расстояние между колосниками уменьшается, следовательно, не смотря на уменьшеніе русовъ топчива, оно не проваливается. Способность устройства заставляетъ избѣгать этой рѣшетки, не смотря на совершенную правильность ея, не смотря на основаніе на устройствѣ.

Двойная рѣшетка.

Совершенное одностороннее нагнущее рѣшетки до сихъ поръ не удается, по этому надо довольствоваться некоторою степенью односторонности которая была бы только больше, чѣмъ при простой рѣшеткѣ. Фиг. 30. представляетъ двойную рѣшетку. Действительно, две рѣшетки с и д,

каждая со своим шверцманом и и в. Въ поддувало пускается воздух одним из двух отверстий g или h и горюче газы, разбившиеся на решетку, достигают котла одним из отверстий, закрываемых задвижками e и f . Если на решетку d несут уголь на половину его высоты, а на решетку c уже прогорел, тогда накаливаются своего угля на решетку c и отверстием задвижки g и f , а задвижки h и e напротив затворяются. Свободный уголь на решетку c нагревается и начинает выводить углекислоту. Воздух проходящий через решетку c , смешивается с разжижающимися углекислотами и проходит над раскаленным топком решетку d , образует химический соединении с углекислотами - сгорает с ними $Пл$ - химический образуются предостерегается пока не прогорит топко на решетку d . Тогда нагревается эту вторую решетку и открывая задвижки h и e затворяются g и f и т. д.

Действие подобной топки почти не отличается от обыкновенной. На фиг. 31 и 32 представляется двойная решетка без задвижек. На первой фиг. оба решета

ки пощипываются рядом и развивающиеся на них газы сжимаются при посредстве отверстий a , оставленного в стенке, радиальной точкой. На фиг. 32 одна решетка надвигается и сжатие газов производится в пространстве aa .

Точка Галли (Gall) фиг. 36.

В этой решетке еще более приближаются к равномерности нагрузки, ибо ставится три решетки. Нагрузка решеток происходит поочередно и при этом так: когда на одной из решеток угол хорошо дожимается, а на другой уже поиграется раскаленной кокс, тогда на третьей точно так же должно уже прогорать и на эту решетку следует уже накачивать свой угол. Степень совершенства горения в этих точках может быть сделана выше, но зато и управление ими весьма трудно, а при обязанности надзора и простейшей решетки может быть весьма хорошие результаты достигающие до $\eta = 0,93\%$.

Методы устранения вредных действий охлаждения продуктов горения

Для устранения вредных последствий охлаждения продуктов горения принимаются меры двоя-

каго рода.

Одна из игр, сюда относящихся, устроена так, чтобы не надо было отворять дверь, следовательно, эта игра, употребляемая самую причину ослабления газов. Точки это рода представляются на фиг. 25, 26, 27, 28, 29 и 30. Об некоторых из них уже было сказано, а о других будет упомянуто еще большего подробности всегда за этим.

Весь только что упомянутый точки имеют тот важный недостаток, что очищение от них крайне затруднительно. В некоторых точки фиг. 27, которая трудно осуществима по причине своей сложности.

Другой способ избавиться вредней последствий ослабления употребляется тогда, когда считают более удобным, или даже необходимым, вводить только через дверь и состоять из того, что газы, развивающиеся в топке и поднимающийся туда воздух, застаиваются проходить через ряд отверстий, остающихся в трубах состоящих из двух труб проводников. Эти трубы нагреваются сужением теплотою и тем самым, которые через них проходят, находясь в сильно расколен-

нось состоянии и затем эти тела отдаляют часть своей теплоты газам, когда они нагреты менее, чем стержни пропускающие отверстия. Если стержень, составленный из дурного проводника, через отверстие которой должна проходить вся масса или точки, имеет большую массу, то она может поддерживать температуру протекающего через нее газа, весьма близко к той которой определенной величиной. Она будет отнимать тепло от газов сильно нагретых и отдавать теплоту газам, когда их температура низка. Она будет действовать относительно температуры, как маховик относительно работы.

Одним из лучших предметов видней таких точек может служить герметическая фигура 37. Эта точка покрыта несколькими сводками a, a, \dots из огнеупорного кирпича. Между сводками оставлены проемы b, b, \dots через которые и проходят газы. Точки такого устройства непригодны в случае употребления отработавшего или сильно перегреваемого топлива, потому что сводки поставленные близко к топливу, быстро разрушаются.

Точка для достижения хорошаго переувлажнения газовъ и воздуха.

Точка ея дополнительными свойствами фиг. 2в.

Эта точка отличается отъ обыкновенной только тѣмъ, что отверстіемъ а въ точку вводится воздухъ количество котораго можетъ быть ргулировано шпунтами, затворающими отверстие. Действъ за такая-то устройство топится, когда много выделяется углеводовъ, которые должны быть сжиганы съ воздухомъ, оказывается въ точкѣ недостатокъ воздуха или по крайней мѣрѣ, воздухъ, притекающій въ точку, черезъ конецъ рѣшетки в, гдѣ топиво больше всего уже прогорѣло, недостаточно хорошо сжигается. Съ этого цѣлью выпускаютъ воздухъ каналами а въ направленіи противу поперечнаго движенія газовъ. Подобная установка не только не приноситъ пользы, но, напротивъ, скорее приноситъ вредъ. Воздухъ, притекающій черезъ каналъ а, такъ мало нагрѣтъ, что при сжиганіи съ газами охлаждается и въ той температурѣ, при которой горѣніе дѣлается невозможнымъ.

Точка для дополнительнаго сжиганія съ бензиномъ

Фиг. 29.

При совершенно правильном действии таких топков, обыкновенных бывает совершенно заперты и весь воздух, необходимый для горения, доставляется, вентилятором частью в отверстие в подг ртнеткою, частью в отверстие в надг ртнеткою. Если воздух, доставляемый вентилятором, будет теплым, то сжатие уменьшится, если же воздух будет холодный, то сжатие не оказывается, да еще сверх того, при каждом отпирании дверей, для забрасывания топлива, надо останавливать ход вентилятора, без чего огонь и забрасывание топлива невозможно. Неудобство отсюда происходящее, само собою ясно.

Топка с обратной тягой
Фиг. 33.

Из чертежа видно, что в этой топке на ртнетку кладется топкой своей топливо и воздух, протекающий к топливу, не проходит через ртнетку, а напротив: горячие газы проникают через отверстие ртнетки, отъ этого-то ее и можно назвать топкою с обратной тягой.

В этой топке раскаленное топливо-кокс лежит на самой ртнетке, надг раскаленным коксом

постоянно дистиллирующийся уголь под другим воздействием движущийся и на самом вершунке свлаже топлива. Воздух, вступающий сверху, проходит постепенно через болше и болше нагретое топливо, сжимается с газами и все сжигает, нагреваясь непосредственным прикосновением, действительно нагревается во всех своих частях и получает возможность сгорать без остатка. Мысль, лежащая в основе устройства, в высшей степени проста и едва ли возможно поставить газы и пары, выходящие из топлива и воздуха в болше благоприятных условиях для наиболее полного горения; но эта топка имеет и весьма серьезные недостатки, тля воздуха, через топкой слой топлива затруднительна и радио труба способно удовлетворить такому требованию; омытая решетка от пепла и шлаков имеет возможность, не прекратив горения, и третий, болше существенный недостаток топки, что колосники, подверженные действию прескочайшо высокой температуры, не выдерживают его, коробятся и проваливаются.

Топка Дюпера (Duperu) фиг. 34.

В этой топке вершина поверхности колосников расположена на ци-

цилиндрической поверхности, имеющей свое направление, его штифта вверху, а производящего горизонтальную плоскость. По бокам точки поштыцы два ящичка δ и δ' у каждого из них, есть по вертикальной трубе с отверстиями e , и e' у каждого из ящичков на вертикальной боковой стороне по отверстию, с направляющим его клапаном f и f' . Эти клапаны могут вращаться около горизонтальных осей, поворачиваясь вверху клапана. Поэтому наклоняется в ящички δ и δ' через отверстия e , e' затвор, нажимаясь клапанами f , f' во внутреннюю точку, топливо проталкивается на решетку, отодвигая клапаны вназад, затвор остается свободное место, куда падает топливо из вертикальных труб ящичков. Поэтому, двигаясь по дну ящичков δ , δ' под давлением клапанов f , f' приходить к нижнему краю решетки и заставит ее двигаться на ней топливо двигаться дальше к среднему и, таким образом подниматься. Раскаленное топливо, стараясь подняться вверх и затвор, достигнув верхней части, раскаляется своим под давлением связанным топливом.

При таком расположении топлива оказывается наверху раска-

легкий кокс, также сильно нагрываемый или дегитимрующийся угль, еще также угль, дожимющийся и наконец на рывнетке своежее топливо. Если бы все вышеупомянутое относительно расположения топлива было бы на самом деле, то точка Диттеру была бы отличным топочо и, сохраняя весь достаток топлива с обратного тягою, не имела бы недостатков. На самом деле угль в этой топке располагается иначе, чем было описано, т.е. не так, как было бы всео выгодно для хорошего сгорания воздуха с остальными газами. Слой раскаленного кокса, дегитимрующегося не одним надъ друшим, а одним рядом с друшим; степень раскаленности ослабевает по мере удаления от середины топки и приближения къ ее бокам. Опять надъ этими топками были произведены Кэмбелл (Cambell), который выразился слѣдующим образом: « наши опыты касаются доказательств, что употребление стобов или приборов для дымоосаждения, не приносят никакой экономии в топливе. Темнона, разжижающаяся от сжигания угльных растений, входящих в состав газа, почти вся теряется по причине большей массы тепла воздуха, про-

„текающую в трубу.“

Морнка Теория в Париже (George a Paris) фиг. 35.

Эту морнку Редтенбахеръ (Redtenbacher) описываетъ следующимъ образомъ:

„ Она основана на той же модели,
 „ какъ и морнка Дунеру. Ршметка а
 „ круглая колонообразная, имеетъ по
 „ срединѣ отверстие. Она не движает-
 „ ся. Приборъ для закладыванія мор-
 „ ники состоитъ изъ тельцаки, кото-
 „ рую можно подкатывать подъ рш-
 „ метку. Онъ состоитъ изъ цилиндра
 „ поддерживаемаго упорною с, упор-
 „ нымъ къ тельцаки d. По срединѣ
 „ конического сосуда l укреплена ось
 „ съ винтомъ. Коническій сосудъ l и
 „ помощенное къ нему ab съ винтомъ
 „ около нея, составляютъ одно цѣлое,
 „ вращающееся около центра
 „ въ платформѣ тельцаки. Осъ сосу-
 „ да l и винтъ удерживаются въ вер-
 „ тикальномъ положеніи, потому что
 „ винтъ опирается на стѣнки цилинд-
 „ ра b. Для вращенія сосуда l сдѣла-
 „ на зубчатая передача отъ рукоят-
 „ ки f. Во время правильнаго движенія
 „ въ морнку, ршметка ея а, цилиндръ
 „ b и сосудъ l, наполнены углемъ. Когда
 „ газъ изматомъ добавитъ топлива,
 „ вращающій рукоятъ f и таковыя об-
 „ разцы вращающій сосудъ l съ вин-
 „ томъ, при этомъ угодъ винтомъ

„ поднимается вверх, ибо центрируется
 „ в направлении движения. Холодное
 „ топливо поднимается таким образом
 „ вниз в среднюю решетку и поднимается
 „ лежащий там полусферический
 „ угол, который постепенно расширяется
 „ в стороны, распространяется по решетке.
 „ Устройство, во всяком случае, остроумно придумано.

В этой топке, не вошедшей в употребление, также как и другие, вероятно было пронаходится подобно тому, как в топке Диттера, т.е. топливо располагается слоями не один над другим, а колыбельными слоями один под другим. Кругом всей решетки сильно раскаленный кокс, ближе к средней диаметрирующийся угол, еще ближе доходящий и в среднем слое же топливо. Порядок расположения топлива такой же как и в обыкновенной топке. Кроме вышеупомянутых способов сжигания газов, применяются и другие способы, употребляющиеся по преимуществу в паровых топках.

В курсе паровозов излагается с подробностью эти устройства, а здесь будет показано только в кратких словах и притом ограничиваясь только на указания главных частей, на которых основано то, или другое устройство.

Паровые котлы Л. В. Демин *Л. В. Демин*
 Инженер. С. П. Москва. 1900.

относятся способ перемешивания, при помощи отражателей различного устройства, заставляющих газы и воздух быстро изменить направление своего движения. Точка Кларка (Clark), где смешивание производится посредством пара.

В боковых стержневых точках сделаны отверстия, как раз под своим топливом и в эти отверстия из особой трубки, расположенной снаружи, выпускаются струйки пара, увлекающие с собою воздух.

Воздух втекает толстыми струями и с большою быстротою. Пере-мешивание действительно довольно происходит весьма хорошее, но холодный воздух должен сильно охлаждать газы и таким образом мешать совершению горения.

Точка Тьерри (Thierry) отличается от обыкновенной только тем, что в верхней части точки внутри ее помещается трубка, наполненная паром из котла. В трубке делаются несколько отверстий, 5 или 7, и из отверстий выпускаются презер-вайно тонкие струйки пара. Эти струйки, двигаясь внутри точки, приводят в движение газы и таким образом перемешиваются из с воздухом, протекающим через решетку.

Дымовые каналы.

Топливо, состоящее из пеллет, своего

цирковой тепловой и горячими
 парами, из него отгоняющимися,
 уже нагрывается стволки котла
 или вообще ствол сосудов, где на-
 ходится вода, предназначенная для
 перехода в пар; если только со-
 сужение не производится в про-
 странстве, со всех сторон окру-
 женном кипильными стволками;
 но теплота, остающаяся в газе,
 после изъятия из точки, еще
 так значительна, что не пользо-
 ваться ею было бы крайне невы-
 годно во множестве случаев. По
 этой причине газы приводятся
 различными каналами, прежде
 чем удаляются в атмосферу.
 Часть этих каналов предназна-
 чается именно для того, чтобы
 отнять теплоту от горячего пар-
 шва и от газов, другая часть
 канала, ведущая газы из точки
 в атмосферу, напротив того
 лучше исполняет свое назначение,
 если меньше теплоты отнимает
 от проходящего газа. Таким
 образом, весь дымоход канал
 может быть разделен на две
 части, существенно отличающиеся
 одна от другой по тому назна-
 чению, которое от них исполняют.

Первая часть носит название
 жарового или дымового хода, вто-
 рая состоит из дымового трубки

и того связывающего канала, или так называемого бора, которыми жаровые ходы сообщаются с дымо-
вого трубою.

Жаровые ходы, способы нагрева -
вания их стенок.

Теплота от горящего топлива отнимается попомощи́ем лучистой теплоты. Теплота от газов может быть отнута двумя: 1) непосредственным прикосновением частиц газа с нагреваемыми телами и 2) лучистой теплотой газа.

Количество лучистой теплоты,
попомощаемой металлическими стен-
ками топки и температура про-
дуктов горения.

Принимая те значения коэффициентов μ и ω , которые предлагает Трагер, надо сказать, что от B киллограммов топлива, состоящего из ω частей, будет отнута количество W' лучистой теплоты, определяемое уравнением:

$$W' = \mu \cdot W \cdot B \cdot H \dots (1)$$

и в продуктах горения останется количество единиц теплоты W'' , определяемое уравнением:

$$W'' = \mu \cdot B \cdot H - \mu \cdot \omega \cdot B \cdot H = \mu (1 - \omega) B \cdot H \dots (2)$$

Температура T продуктов горения может быть выражена уравнением, если обозначим α весь продукт горения и весь сопровод-

дающих нас газы и пары и в термическую всей смеси; тогда очевидно

$$Q. G. T = W = \mu \cdot (1 - \omega) B. H \text{ или} \\ T = \frac{\mu \cdot (1 - \omega) B. H}{Q. G} \dots \dots \dots (3)$$

На основании этих трех уравнений найдем для каменного угля, для которого $H = 8040$ и при предположении, что воздуха доставляется в два раза больше, чем в противном случае, т. е. если $Q = (22 + 1) B = 23 B$ и берем, что $G = 0,24$, тогда $\mu = 0,75$ и $\omega = 0,2$, $W' = 1206 B$ единиц, $W = 4824 B$ единиц. Вся развитая теплота $W' + W = 6030$ и $T = 1093^\circ$.

Для каменного угля того же сорта и при том же количестве воздуха, но при $\mu = 0,72$ и $\omega = 0,3$:

$$W' = 1736 B; \quad W = 4052 B$$

Вся теплота, развиваемая

$$W + W' = 5788 B \text{ и } T = 734^\circ$$

Наконец, если бы $\mu = 0,80$ и $\omega = 0$, тогда $W' = 0$, $W = 6432$; это было бы в то же время и вся развиваемая теплота и $T = 1165^\circ$.

При употреблении того же каменного угля, но при притоке попутного количества воздуха, т. е. если бы $Q = (15 + 1) B = 16 B$, найдем бы при $\mu = 0,75$ и $\omega = 0,2$:

$$W' = 1206 B, \quad W = 4824 B \text{ и } W' + W = 6030 B, \\ \text{а } T = 1638^\circ \text{ при } \mu = 0,72 \text{ и } \omega = 0,3:$$

$$W' = 1736 B, \quad W = 4052 B, \quad W + W' = 5788 B, \\ \text{а } T = 1101^\circ \text{ Наконец, при } \mu = 0,80 \text{ и } \omega = 0:$$

$W' = 0$, $W = 6432$, а $T = 1746^\circ$

Въ случае употребления дровъ высушен-
ныхъ на воздухѣ, т. е. когда $W = 3512$ и
при двойномъ приростѣ воздуха, т. е.
когда $\alpha = (10+1) \beta = 11 \beta$, найдемъ въ слу-
чай $\mu = 0,80$ и $\omega = 0$, $W' = 0$, $W = 2810$, а
 $T = 1064^\circ$. При полуторномъ приростѣ
воздуха, когда $\alpha = (7,5+1) \beta = 8,5 \beta$ и
при $\mu = 0,8$ и $\omega = 0$;

$W' = 0$, $W = 2810 \beta$, а $T = 1367^\circ$

Нагрѣваніе горящими газами.

Аурикулоскопическое въ газамъ крайне сла-
бо, по этому каналъ надо устроить
такъ, чтобы нагрѣваніе происходило
отъ непосредственнаго прикосновенія
нагрѣтыхъ частей газа со стѣнка-
ми котла или чугуномъ темпотою
другихъ твердыхъ телъ, получающихъ
теплоту отъ проходящаго газа, не-
посредственно къ нимъ прикасающа-
гося. Плотность нагрѣтыхъ газовъ
меньше плотности холодныхъ газовъ,
следовательно, при прохождѣ горизон-
тальными каналами, охлажденной
частицы газа будутъ опускаться внизъ
а оставшіяся неохлажденными будутъ
подниматься и такимъ образомъ газъ
будетъ перемешиваться, но если бы
недостаточно поперечный только на-
грѣваемая масса надъ токомъ на-
грѣтаго газа, не обращая вниманія
на размеры и форму канала и на-
дѣлается, что весь газъ будетъ доста-
точно охлажденъ.

Перемешивание газов происходит весьма медленно и, если не принято особых мер, то начатая растительность, болотная трава, могут не успеть подняться в верхние слои газа, наполняющего каналы, в продолжении того времени, пока газ движется в первой части газового хода. Чем тоньше будут струи газа, которыми он будет двигаться в каналах, тем больше растений его прикоснется со стенок и тем равномернее будет температура всей струи, напротив, при движении толстыми струями, растения газа, находящиеся внутри струи, останутся неохваченными и могут выдти в атмосферу, не отдав своей теплоты, если только толстая струя не подвергнется перемешиванию.

Из изложенного можно вывести заключение, газы ватонные газы дождя проходят также нагретые предметы, каналы, по которым проходят газы, дождя болот, или весьма узки, чтобы как можно большее число растений газа нежало на поверхности, или дождя болот едва ли что иудеи для перемешивания газов.

Количество теплоты, передаваемое от одного тела другому непосредственно касающемуся с нимъ.

Количество теплоты, отнимаемое

какого-нибудь стержня, от прилежащего к ней нагретого газа и передаваемое ею другому телу, прилегающему с другой стороны, зависит от различных обстоятельств. Остаиваются только на твердых телах, которые встречаются при устройстве котлов, будем иметь уже со стержнями, из которых с одной стороны прилегают нагретый продукт горения, а с другой, или нагретая вода или водяной пар, или с другой стороны будет атмосферный воздух. При устройстве котлов надо с возможною ясностью и полнотою отделить себя от влияния обстоятельств, влияющих на передачу тепла от нагретого газа к воде и пару, или атмосферному воздуху.

Надо обратить внимание не только на количество тепла, передаваемое стержнем, но и на обстоятельства, обуславливающие температуру самого стержня.

Прежде всего тепло от нагретого газа передается поверхностными частичками стержня; затем она распространяется внутри самой стержня и когда стержень будет достаточно нагрет, тогда тепло от нее будет передаваться другому нагретому телу.

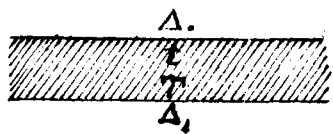
Количество передаваемой теплоты

от одного тела другому, на поверхности их взаимного касания, зависит от разности температур того и другого тела у ее — шай поверхности прикосновения, от величины поверхности, от свойств тел и времени.

Если температура Δ , нагреваемого тела и температура T тела нагреваемого, при поверхности прикосновения этих двух тел, в продолжении единицы времени останется без перемен, то общая величина количества теплоты W , которое пройдет чрез поверхность величину F , можно будет определить W из равенства:

$$W = \gamma \cdot F \cdot (\Delta, -T) \dots \dots (4)$$

где γ зависит от свойств тел и их поверхности прикосновения. Эту величину γ надо определить отдельно, измеряя количество теплоты, передаваемое в единицу времени, обложившись в расе, чрез поверхность $F = 1$, при разности температур $(\Delta, -T) = 1$, тогда очевидно $W = \gamma$. Для определения количества теплоты, которое будет проходить чрез пластинку от нагревающего газа к вод, пару или другому газу, или металлу, какому нибудь твердому телу надо определить, еще коэффициент теплопро-



водности на другой поверхности, подобной y , т. е. для перехода из горячего тела в пластинку и для перехода из пластинки в тело охлаждаемое.

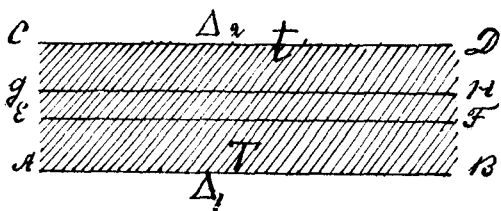
Теплота, передаваемая пластинке на ее поверхности соприкосновения с нагревающим газом, распространяется внутри пластинки и по достижении другой поверхности передается уже охлаждаемому телу.

Передача теплоты внутри безграничной пластинки, имеющей всюду одну и ту же толщину.

Рассмотрим движение теплоты в пластинке, имеющей всюду одну и ту же толщину и прикасающейся на одной поверхности с телом, имеющим постоянно одну и ту же температуру Δ_1 , во всех точках прикосновения с пластинкою и когда на другой поверхности пластинка прикасается с другим телом, имеющим другую, более высокую температуру Δ_2 , чем первое тело, температуру Δ_2 , постоянно во всех точках прикосновения с пластинкою. Также как во всех точках прикосновения поверхности пластинки AB , нагревающее тело имеет одну и ту же температуру Δ_1 , то пред-

полагая одинаковую теплопроводность во всех точках поверхности, можно предположить, что температура T всей пластинки у поверхности AB , во всех точках этой последней, была равна. По другую сторону пластинки на всем протяжении поверхности CD прикасается нить, имеющая одну и ту же температуру Δ_2 , следовательно, если и здесь на всех точках поверхности CD одинаковая теплопроводность, то можно допустить одинаковую температуру t для всех точек, принадлежащих пластинке у поверхности CD .

Температура различных точек пластинки внутри ее может отличаться от температур на поверхностях, но если поверхности AB и CD суть поверхности равноотстоящих друг от друга и если пластинка во всем своем объеме имеет одинаковые свойства относительно передачи тепла, то если точки внутри пластинки, лежащие на поверхности EF , равноотстоящей от поверхности AB надо допустить, что температура всех точек на этой поверхности лежащих, будут взаимно равны, назовем их u . Также самое



можно будет сказать и относительно температуры U' точек, лежащих на поверхности GH , равностоящей от поверхности EF .

Если температура Δ_1, Δ_2 , то направление будет идти в направлении от Δ_1 к Δ_2 . Поверхности δ — где ближе к Δ_1 и Δ_2 , имеющей температуру Δ_1 будут более нагреты, чем те, которые более удалены, следовательно $U > U'$.

Таким образом мы видим, что внутри пластины есть ряд точек, имеющих температуру U более высокую, чем ряд других точек имеющих температуру U' . Точки первой поверхности, как более нагретой, будут нагревать вторую поверхность, менее нагретую.

Количество теплоты, которое будет передано от первой поверхности ко второй в продолжении времени θ , будет тем больше, чем больше сама поверхность F , тем больше разность температур поверхностей $U-U'$ и тем ближе будут лежать поверхности одна от другой. Следовательно, количество теплоты, отдаваемой поверхностью холодной, пропорционально величине поверхности и разности температур и обратно пропорционально расстоянию между ними.

Мы будем иметь дело только с такими пластинками, в которых нормальная к одной из поверхностей AB , CD , EF и GH будет нормалью ко всему поверхности.

Возьмем x длину нормали к нашей поверхности, заключенную между поверхностями AB и EF и x' ту длину ее, которая заключается между AB и GH , x' будет расстояние между поверхностями EF и GH , тогда называя w количество тепла, передаваемое в чрезвычайно короткое время, более нагретой поверхностью EF менее нагретой GH , можно будет написать, что:

$$w = \lambda \cdot \frac{u - u'}{x' - x} \cdot F \cdot \delta t,$$

где λ есть некоторый коэффициент зависящий от свойств пластинки.

Если расстояние x' будет бесконечно мало отпавшем от x и если следовательно, напишем, что:

$$x' = x + \delta x$$

то и температура будет бесконечно мало разниться, и когда x' отпавает от x на δx , тогда u и u' будет отпавать от u на δu , следовательно:

$$u' = u + \delta u \quad \text{и}$$

$$w = \lambda \cdot \frac{u - (u + \delta u)}{x + \delta x - x} \cdot F \cdot \delta t = -\lambda \cdot F \cdot \frac{\delta u}{\delta x} \cdot \delta t.$$

Такое равенство можно будет написать для каждой пары, бесконечно близких поверхностей. Очевидно w может быть функцией температуры u

и расстояния X . Но если предположим, что пластинка подвергнута действию нагретости и охлажденности двух тел, которая постоянно сохраняет свои температуры, сначала в пластинке будет происходить нагретость. Слой E от предшествующего ему слоя будет получать теплоты больше, чем сам он отдает слою F , но при нагретости слоя E разница между его температурой и температурой нагретывающего его слоя будет становиться все меньше и меньше, передаваемая теплота все меньше и меньше, а разница между температурами E и F все больше и больше и отдача теплоты слою F все больше и больше, по истечении некоторого времени приток теплоты к слою E и отдача им теплоты уравновесятся и дальнейшаго нагретания слоя не будет.

Таким образом постепенно установится равновесие во количестве теплоты, получаемой и отдаваемой каждым из слоев и так как каждый слой отдает своему последующему столько-же теплоты, сколько получил от предыдущего, то следовательно, к каждому из слоев будет притекать одно и то же количество теплоты и от каждого из слоев то-же самое количество теплоты будет удаляться. При таком состоянии пластинки, количество те-

плоты W , определяемое уравнением:

$$W = - \lambda \cdot F \frac{\partial u}{\partial x} : \theta.$$

не будет зависеть от u и x .

Распространение теплового в безграничной пластинке, постоянной толщины, при установившемся состоянии.

Если количество тепла, получаемое слоем равно отдаваемому, то можно сказать, что тепло как бы проходит через слой, а если пластинка пришла к такому состоянию, то относительно каждого ее слоя можно будет сказать, что тепло проходит через этот слой, то очевидно можно будет сказать, что тепло проходит через пластинку и если через один слой проходит количество тепла W , то и через другой проходит количество W . И так, при установившемся движении тепла, последнее уравнение дает возможность найти количество тепла, протекающее через пластинку в направлении времени θ .

Когда движение тепла установится, тогда в два равные промежутка времени θ будут протекать равные количества тепла и в n промежутков протечет в n раз больше тепла, следовательно:

$$nW = - \lambda \cdot F \frac{\partial u}{\partial x} \cdot n \cdot \theta.$$

Если n однороден такъ, то $\partial n / \partial t = 1$, примемъ за единицу времени одинъ секунда расъ, то, назвавъ N коэффициентомъ теплопроводности, протекающее въ расъ, найдемъ, что

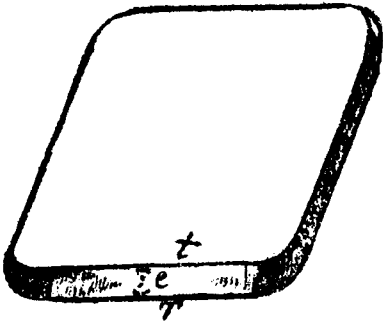
$$N = n \cdot N \text{ и} \\ N = -\lambda \cdot F \cdot \frac{\partial x}{\partial u} \dots \dots \dots (5)$$

Въ этомъ уравненіи λ можетъ зависетьъ отъ x и отъ u , но мы будемъ иметь дѣло только съ такими пластинками, въ которыхъ коэффициентъ λ и зависитъ и отъ состава слоя въ пластинкѣ и отъ температуры λ известно, что, хотя онъ и зависитъ отъ температуры, но зависимость еще неопредѣленная точными опытами, во всякомъ случаѣ такъ слаба, что можно считать λ какъ-бы все неизмѣннымъ. Этого и будемъ вносить въ уравненіе (2) можно видѣть переставивъ и нетрудно его интегрировать и, следовательно, перейти къ зависимости между конечными величинами x и u и отъ этой зависимости между величинами безконечно малыми. Напишемъ его въ видѣ:

$$\frac{\partial x}{F} = -\frac{\lambda}{N} \partial u.$$

Пластинка плоская.

Если пластинка наша будет плоская, то есть будет иметь вид короткой прямой призмы, то толщина ее всегда сечения параллельные основаниям, будут равны самим основаниям и тогда F не зависит от x .



Назовем T температуру наиболее горячей поверхности, t температуру наименее горячей; $x=0$ соответствует первой и если e будет

длина означать толщину пластинки, то $x=e$ будет соответствовать наименьшей температуре. Интегрирование таким образом даст:

$$\int_0^e \frac{\partial x}{F} = -\frac{\lambda}{w} \int_T^t du \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{или } \frac{e}{F} = \frac{\lambda}{w} \{T - t\}$$

откуда находим, в сущности плоской пластинки

$$w_1 = \lambda \cdot \frac{F_1}{e} \{T - t\} \dots \dots \dots (7)$$

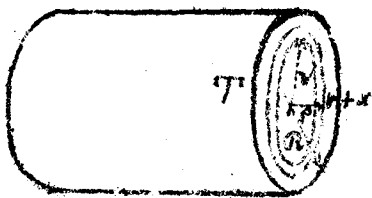
В этой последней формуле величины T , t , F и e могут быть какими угодно и во всякой сущности формула дает то количество тепла, которое пройдет в единицу времени через данную пластинку, к которой относятся указанные размеры.

Паровые котлы А. Д. Демидова и Е. С. Селенкина
 Автор. В. И. Механика. Чист.

Возьмем пластинку такую, чтобы $F =$ квадратной единицы, e — толщина равнялась линейной единице и поставим ее в таких условиях, чтобы $T - t = 1^\circ$, тогда получим $N = \lambda$; значение λ — коэффициент теплопроводности, есть то количество теплоты, которое может пройти в единицу времени, т. е. в час, через плоскую пластинку, площадью основание $= 1$, толщиной $t = 1$, при разности температур на поверхностях равной единице.

Пластинка цилиндрическая, нагреваемая снаружи.

Всего пластинка представляет собою внутри пустой цилиндр, у которого внутренний радиус r , наружный радиус R , высота H ; надо было бы разграничить два случая, температура T на наружной поверхности и t на внутренней и другой — обратное распределение температур. Первой случай нагревание снаружи.



Величина радиуса ξ на которой цилиндрической поверхности внутри пластинки, удаленной от наружной на величину x будет:

$$\xi = R - x.$$

Цилиндрическая поверхность F , имеющая радиус $R - x$ и высоту H ,

будет очевидно определенным равенством:

$$F = 2 \pi (R - x) H.$$

Вставив под знак интеграла в равенство (6) это выражение для F , найдем:

$$\int_0^e \frac{2x}{2 \pi H (R - x)} = - \frac{1}{N_2} \int_T^{T-t} du.$$

Отсюда интегрированием найдем, что

$$N_2 = \frac{2 \pi H \cdot 1 (T - t)}{\lg. \text{nat } R - \lg. \text{nat } (R - e)}$$

или так как $R - e = r$, то

$$N_2 = \frac{2 \pi H \cdot 1 (T - t)}{\lg. \text{nat } R - \lg. \text{nat } r}$$

умноживая числитель и знаменатель на R , получим:

$$N_2 = \frac{2 \pi R \cdot H \cdot 1 (T - t)}{\{ \lg. \text{nat } R - \lg. \text{nat } r \} R}$$

Если направляемая поверхность $2 \pi RH$ будет отрез F_1 , то

$$N_2 = 1 \cdot \frac{F_1 \cdot \{T - t\}}{R \cdot \lg. \left(\frac{R}{r} \right)} \dots \dots (8)$$

Цилиндрическая масса, возбуждаемая контуром.

Если же направляющая будет направлено возбуждена в контуре, то масса и расстояние между внутреннею поверхностью цилиндра и по которой другая поверхность F_1 , найдем, что

$$F = 2 \pi (r + x) H$$

а введя это выражение F под знак интеграла равенства (6), получим:

$$\int_0^e \frac{2x}{2 \pi H (r + x)} = - \frac{1}{N_2} \int_T^{T-t} du.$$

откуда посыл интегрирования счи-
таем

$$W_3 = \frac{2\pi H \lambda (T-t)}{\lg. \text{nat} (r+e) - \lg. \text{nat} r}$$

или так как $r+e = R$, то

$$W_3 = \frac{2\pi H \lambda (T-t)}{\lg. \text{nat} R - \lg. \text{nat} r}$$

Температура на r максимум и наиме-
ншей и называя F , называемую
поверхность $2\pi r H$, получим, что

$$W_3 = \lambda \frac{F}{r \lg. \text{nat} \left(\frac{R}{r}\right)} \{T-t\} \dots \dots (9)$$

Шаровая пластинка, называемая
снаружи.

Вр место поверхностей, охватыва-
ющих котлы, вступают по-
верхности шара. Возьмем шар, о-
граниченный оболочкою толщиной,
равною e , у которой внутренний ра-
диус r и наружный R . Рассмотрим
этот шар два случая: 1, когда обо-
лочка шара снаружи прикасается
к болге земли и 2, когда
земле внутри шара. 1, Вооб-
ражаем шаровую поверхность, уда-
ленную от наружной, на рассто-
яние x ; радиус этого шара будет
 $R-x$; величина площади этой по-
верхности есть

$$F = 4\pi (R-x)^2$$

Вводя под интеграл равенства (6)
это выражение, найдем:

$$\int_0^e \frac{\partial x}{4\pi (R-x)^2} = \frac{\lambda}{4\pi} \int_r^R \frac{\partial u}{u^2}$$

Для удобства интегрирования, напи-

имеем

$$-\frac{1}{4\pi} \int_0^e \frac{\partial (R-x)}{(R-x)^2} = \frac{A}{W_4} \{T-t\}$$

неопределенный интеграл

$$\int \frac{\partial (R-x)}{(R-x)^2} = \frac{1}{R-x} + C,$$

а вставляя пределы, получим:

$$\frac{1}{4\pi} \left\{ \frac{1}{R-e} - \frac{1}{R} \right\} = \frac{A}{W_4} (T-t),$$

откуда, принимая в соображение, что $R-e = r$, найдем

$$W_4 = \frac{4\pi A (T-t)}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R}}$$

или

$$W_4 = \frac{4\pi R r A (T-t)}{R-r}$$

еще более, если примем, что $R-r = e$:

$$W_4 = \frac{4\pi R^2 r A (T-t)}{e R}$$

Если наружная поверхность шара $4\pi R^2 = F_1$, то

$$W_4 = A \frac{F_1}{R \cdot e} \{T-t\} \dots \dots (10)$$

Шарь нагревается изнутри.

Величина F шаровой поверхности удаленной от внутренней поверхности шара на x , будет определяться уравнением:

$$F = 4\pi (r+x)^2$$

Подставляя под знак интеграла равенство (6) получим:

$$\int_0^e \frac{\partial x}{4\pi (r+x)^2} = \frac{A}{W_5} \{T-t\}$$

Интеграл неопределенной первой части равенства, т.е.

$$\frac{1}{4\pi} \int \frac{\partial x}{(r+x)^2} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{1}{r+x} + C.$$

а подставляя предписи, найдем, что:

$$\frac{1}{4\pi} \left\{ \frac{1}{r} - \frac{1}{r+e} \right\} = \frac{\rho}{W_5} \cdot \{T-t\}.$$

откуда, подобно предыдущему, найдем

$$W_5 = \frac{4\pi r^2 \rho}{\frac{r}{R} \cdot e} (T-t)$$

откуда, если бы r было такой величины, что

$$4\pi r^2 = F,$$

то

$$W_5 = \rho \cdot \frac{F}{\frac{r}{R} \cdot e} \{T-t\} \dots \dots (11)$$

Сравнение массовых размерных формул относительно их теплопроводности.

Формулы (7), (8), (9), (10) и (11), представляющие W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 , т. е. количества тепла, проходящие через плоскую, цилиндрическую и сферическую пластинки, когда две поверхности пластинки снаружи и со внутренней стороны, держат наивысшую возможность сравнить эти количества W между собою, предполагая, что величина разности температур $(T-t)$ и коэффициент теплопроводности ρ .

Вид выражений (7) и (9) для W_1 и W_3 видно, что, умножив первое на e , а второе на $r \cdot \lg \left(\frac{R}{r} \right)$ получим равенство:

$$W_{1e} = W_3 r \cdot \lg. \text{nat.} \left(\frac{R}{r} \right)$$

но

$$\lg. \text{ nat } \left(\frac{R}{r} \right) = \lg. \text{ nat } \left(1 + \frac{e}{r} \right)$$

Одноименно найпробитнее и
равноможе итеренно, но иорати
ооис каторо годно иена, менше
этого иена, иверитенно едус
иеро, и. е.

$$\lg. \text{ nat } \left(1 + \frac{e}{r} \right) < \frac{e}{r}$$

Оробокаменно, иорно ианнеи

$$\lg. \text{ nat } \left(1 + \frac{e}{r} \right) = d \cdot \frac{e}{r} \text{ ил } d < 1.$$

Итак ие обрание, ианнеи иер
иеренн $d \cdot \frac{e}{r}$ бернне иорати, и
иерне иавенно:

$$W_1 e = W_2 r d \cdot \frac{e}{r}$$

иерне

$$W_1 = d W_2$$

иеробокаменно,

$$W_2 > W_1$$

Оробиенн иерати гир W_2 и W_3
и иредноиарат, ино ии ииенно и
иерне и иор ие иерне, ивернне, и

$$W_2 R = W_3 r$$

иерне

$$W_3 > W_2$$

Ии иробиенн бернне W_2 и W_1
обрание ии иератиенн (8) и
(7), иорго иоренне, ино

$$W_1 e = W_2 R \lg. \text{ nat } \frac{R}{r}$$

ии иакс катс $R = r + e$, ио

$$\lg. \text{ nat } \frac{R}{r} = \lg. \text{ nat } \left(1 + \frac{e}{r} \right);$$

иавенно и иерне иакрени ии
иоратиенн иерне, ивернне:

$$\lg. \text{ nat } \left(1 + \frac{e}{r} \right) = \frac{e}{r} - \frac{1}{2} \left(\frac{e}{r} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{e}{r} \right)^3 - \frac{1}{4} \left(\frac{e}{r} \right)^4 + \dots$$

Получим стержень всегда больше
меньше радиуса, следовательно,
 $\frac{e}{r} \{ 1$ и макс как радиус закономерно,
то можно сказать, что

$$\frac{e}{r} \lg. \text{nat} \left(1 + \frac{e}{r} \right) \} \frac{e}{r} \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{r} \right)$$

Отсюда оказывается, что при $\frac{e}{r}$ надо
высчитать меньше, чем $\frac{1}{2} \left(\frac{e}{r} \right)^2$ и стало
быть можно написать, что

$$\lg. \text{nat} \left(1 + \frac{e}{r} \right) = \frac{e}{r} \left(1 - d \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{r} \right) \leq \lg. \text{nat} \left(\frac{R}{r} \right),$$

где $d \{ 1$.

При помощи этого уравнения, получим:

$$W_1 e = W_2 R \cdot \frac{e}{r} \left(1 - d \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{r} \right)$$

или макс как $R = r + e$, то

$$W_1 = W_2 \left(1 + \frac{e}{r} \right) \left(1 - d \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{r} \right) = W_2 \left\{ 1 + \left(1 - \frac{d}{2} \right) \frac{e}{r} - \frac{d}{2} \left(\frac{e}{r} \right)^2 \right\}$$

или

$$W_1 = W_2 \left\{ 1 + \frac{e}{r} \left(1 - \frac{d}{2} - \frac{d}{2} \cdot \frac{e}{r} \right) \right\}$$

Макс как $d \{ 1$ и $\frac{e}{r} \{ 1$, то очевидно

$$1 - \frac{d}{2} - \frac{d}{2} \cdot \frac{e}{r} \} 0$$

и следовательно

$$1 + \frac{e}{r} \left(1 - \frac{d}{2} - \frac{d}{2} \cdot \frac{e}{r} \right) \} 1,$$

стало бы

$$W_1 \} W_2$$

а всегда предыдущий неравенства ее
отним, найдем, что

$$W_2 \} W_1 \} W_2$$

Это означает, что количество те-
плоты, передаваемое цилиндрической
пластинкой изнутри наружу,
больше, чем плоского стержня, а
этого по сравнению больше, чем ци-
линдрической трубки из наружи
во внутрь, при прочих равных со-
стоятельствах.

Разности коэффицентов не велики, и в

этом деле все удобнейше из рассуждений приращений. Мы видим, что

$$W_2 R = W_3 r$$

Во всевозможных случаях докажем $R = \text{от } 1,02 r \text{ до } 1,01 r$; следовательно, и

$$W_2 \{ 1,02 \text{ до } 1,01 \} r = W_3 r;$$

откуда видно, что W_3 на 1% до 2% больше чем W_2 . Разница же между W_1 и W_2 или между W_1 и W_3 будет еще меньше.

Здесь надо не опустить из вида, что передача момента со внутренней стороны шруба въ наружную больше, чем со наружной стороны во внутрь, при равной толщине стенок, но если толщина стенок, при нарезании наружи будет меньше, чем при нарезании со внутренней стороны, то разница между количествами момента W_2 и W_3 может уменьшиться и может даже случиться, что W_3 станет больше W_2 .

При устремлении шаровых комков это и вентрируется, поэтому и считается, что штырь вылезет от нарезания со внутренней стороны равномерно с нарезанием с наружной стороны. Переходя къ шаровым поверхностям, увидим из уравнений (10) и (11), что при одинаковой толщине штыря, одинаковой штырем, подтверждающей нарезание,

одинаковые радиусы и одинаковые расстояния температур

$$W_4 \cdot \frac{R_2}{r} \cdot e = W_5 \cdot \frac{r}{R_2} \cdot e.$$

или

$$\frac{W_4}{W_5} = \frac{r^2}{R_2^2}$$

т. е. количество тепла, проходящее через ступку шара, при нагревании его снаружи, относится к количеству тепла, проходящему при нагревании со внутренней стороны, так как квадраты наименьшего радиуса наименьшего.

Ясно, что

$$W_5 \} W_4$$

Сравнивая теплоты W_5 с W_3 при помощи уравнений (9) и (11), предполагая равенство нагреваемых площадей, равенство расстояний температур и помня, что ступки, увидим, что

$$W_5 \cdot e \frac{r}{e} = W_3 \cdot r \lg \text{nat} \left(1 + \frac{e}{r} \right)$$

увидим также, что

$$\lg \text{nat} \left(1 + \frac{e}{r} \right) = \frac{e}{r} \left(1 - \frac{d}{2} \cdot \frac{e}{r} \right) \text{ где } d \{ 1$$

существенно

$$W_5 \cdot e \frac{r}{e} = W_3 \cdot r \cdot \frac{e}{r} \left(1 - \frac{d}{2} \cdot \frac{e}{r} \right)$$

откуда

$$W_5 = W_3 \left(1 + \frac{e}{r} \right) \left(1 - \frac{d}{2} \cdot \frac{e}{r} \right) = W_3 \left\{ 1 + \frac{e}{r} \left(1 - \frac{d}{2} - \frac{d}{2} \cdot \frac{e}{r} \right) \right\};$$

что также ясно

$$1 + \frac{e}{r} \left(1 - \frac{d}{2} - \frac{d}{2} \cdot \frac{e}{r} \right) \} 1$$

существенно

$$W_5 \} W_3$$

стандартно:

$$W_5 \} W_3 \} W_1 \} W_2$$

Сравнивая W_2 и W_4 из уравнений

(9) и (10), надобно предъидущему,
найдем, что

$$W_2 \text{ B. lg. } \left(\frac{d}{r}\right) = W_4 \cdot \frac{P_r}{r} \cdot e$$

или

$$W_2 \text{ lg. nat } \left(1 + \frac{e}{r}\right) = W_4 \cdot \frac{e}{r}.$$

исключим, что

$$\text{lg. nat } \left(1 + \frac{e}{r}\right) = d \cdot \frac{e}{r}, \text{ где } d < 1$$

субституируем

$$W_2 d = W_4$$

знаем

$$W_2 \} W_4$$

Таким образом получаем ряд
неравенств:

$$W_5 \} W_3 \} W_1 \} W_2 \} W_4$$

В том же, при непрерывном ро-
вероятности обстоит обыкновенно

$$P = [1,01 \text{ до } 1,005] r$$

субституируем

$$\frac{W_5}{W_4} = \frac{P^2}{r^2} = 1,0201 \text{ до } 1,010025.$$

Субституируем коммерция про-
водимой стальной мембраной в
одном направлении весьма мало
разнится от коммерции мем-
браны, проводимой в другом на-
правлении. На этом основании
можно разематривать форму
стальной как бы более или менее
ближней на коммерцию проводимой
мембраной и для стальной мембраны
и, откуда бы она не направлялась,
будет равномерное сопротивление наи-
меньшее для W_1 , т. е.

$$W_1 = \lambda \cdot \frac{F}{e} \{T-t\} \dots \dots \dots (12)$$

Тогда перед началом движения от одного тела другому через пластинку постоянной толщины, при установившихся обстоятельствах.

Во время установившагося передвижения теплота, когда поверхность стержня погружена в нагревающийся таз, теряющая постоянно температуру Δ_1 , количество теплоты

$$y \cdot F (\Delta_1 - T)$$

тако, чтобы это количество теплоты было как раз равно тому количеству, которое отдается этой поверхностью, или, иначе говоря, которое проводится стержнем, в противоположном направлении стержня будет или нагреваться или остывать, или, или другое не происходит при установившемся движении теплоты и, следовательно, надо, чтобы

$$W_1 = \lambda \cdot \frac{F}{e} (T-t) = y \cdot F (\Delta_1 - T)$$

и тогда самое надо сказать относительно количества теплоты, передаваемого телу нагреваемому, если только оно постоянно сохраняет свою температуру Δ_2 . Количество теплоты $y_2 \cdot F (t - \Delta_2)$ — должно быть одинаково с W_1 , если стержень не охлаждается и не нагревается.

Таким образом получим систему уравнений:

$$W_1 = \lambda \cdot \frac{F}{e} \{T-t\} - y \cdot F \{\Delta_1 - T\} = y_2 \cdot F \{t - \Delta_2\} \dots (13)$$

Если свойства материала центра будут известны, т. е. если будут известны коэффициенты теплопроводности $\delta_1, \delta_2, \delta_3$, затем если будут даны мощность центра Q , ее площадь F и постоянная температуры m , температура Δ_1 и Δ_2 , то можно будет найти и количество тепла, проводимое стержнем в единицу времени и температуры на его поверхности. Для определения температур T и t найдем наши уравнения в виде

$$\frac{\delta_1}{e} \cdot T - \frac{\delta_1}{e} t = \gamma_1 \Delta_1 - \gamma_1 T_1$$

$$\frac{\delta_2}{e} \cdot T - \frac{\delta_2}{e} t = \gamma_2 t - \gamma_2 \Delta_2$$

или

$$\left\{ \frac{\delta_1}{e} + \gamma_1 \right\} T - \frac{\delta_1}{e} t = \gamma_1 \Delta_1$$

$$\frac{\delta_2}{e} \cdot T - \left\{ \frac{\delta_2}{e} + \gamma_2 \right\} t = -\gamma_2 \Delta_2$$

откуда

$$T = \frac{\frac{\Delta_1}{\delta_2} + \frac{\Delta_2}{\delta_1} + \Delta_1 \frac{e}{\delta_2}}{\frac{1}{\delta_1} + \frac{1}{\delta_2} + \frac{e}{\delta_1}} \dots \dots \dots (14)$$

$$t = \frac{\frac{\Delta_1}{\delta_2} + \frac{\Delta_2}{\delta_1} + \Delta_2 \frac{e}{\delta_1}}{\frac{1}{\delta_1} + \frac{1}{\delta_2} + \frac{e}{\delta_1}} \dots \dots \dots (15)$$

От температур T и t рассмотрим при возрастании температур Δ_1 и Δ_2 . Если определим влияние мощности центра и ее теплопроводности на возрастание или уменьшение температур T и t , возьмем уравнения T и t по $\frac{e}{\delta_1}$,

тогда

$$\frac{\partial T}{\partial \left(\frac{e}{\lambda}\right)} = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\gamma_1 \left(\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{e}{\lambda}\right)^2} \quad \text{и}$$

$$\frac{\partial t}{\partial \left(\frac{e}{\lambda}\right)} = -\frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\gamma_2 \left(\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{e}{\lambda}\right)^2}$$

так как $\Delta_1 > \Delta_2$, то

$$\frac{\partial T}{\partial \left(\frac{e}{\lambda}\right)} > 0 \quad \text{и} \quad \frac{\partial t}{\partial \left(\frac{e}{\lambda}\right)} < 0.$$

Следовательно T возрастает с увеличением $\left(\frac{e}{\lambda}\right)$ и убывает с уменьшением, напротив t убывает с увеличением того же числа $\left(\frac{e}{\lambda}\right)$ и увеличивается с уменьшением $\left(\frac{e}{\lambda}\right)$. Отсюда можно заключить что эти стержни, которые скреплены предохранить от перегрева на их поверхности прикосновения с нагретым вращающимся телом и которая, следовательно, должна иметь как можно меньшую температуру T , надо делать по возможности тоньше, чтобы $\frac{e}{\lambda}$ было как можно меньше и из материала с теплопроводностью λ как можно больше; напротив эти стержни каналов, которые скреплены сильно нагретый на их поверхности прикосновения с нагретым газом, надо делать большой толщиной и малой теплопроводности, чтобы $\frac{e}{\lambda}$ было как можно больше.

Вставляя выражения T и t из уравнений (14) и (15) в уравнение 12,

получим, что

$$W = \frac{F}{\epsilon} \cdot F \left\{ \frac{(\Delta_1 - \Delta_2) \frac{\epsilon}{K}}{\frac{1}{\delta_1} + \frac{1}{\delta_2} + \frac{\epsilon}{K}} \right\}.$$

или

$$W = F \cdot \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\frac{1}{\delta_1} + \frac{1}{\delta_2} + \frac{\epsilon}{K}}$$

т.е. количество теплоты, переходящее через стужку, пропорционально площади, разности температур тела нагревающей и нагреваемой и по некоторому числу

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\delta_1} + \frac{1}{\delta_2} + \frac{\epsilon}{K}}$$

Введя это обозначение в предыдущее уравнение, получим его в виде:

$$W = K \cdot F (\Delta_1 - \Delta_2) \dots \dots (16)$$

Число K очевидно зависит от теплопроводностей на поверхности стужки и внутри ее и от толщины стужки. Численная величина δ_1 , δ_2 и Δ до сих пор не найдены, а с небольшим степеню точности известно значение K для некоторых случаев. Предмет дальнейшего рассмотрим об этом следующим образом: (1)

Величина K для различных окисковостей и различных стужек найдеными опытами еще не установлена. Наибольше внимания требует K при переходе теплоты чрез:

а, из воздуха в воздух через стужку из обожженной земли в плазгратной массы площади и

(1) Resultate für den Maschinenbau. Fünfte Auflage, herausgegeben von Grasshoff. 1869. Seite 251.

$1 \frac{e}{m}$ толщиной

$K = 5$ единиц теплоотдачи.

В.) из воздуха в воздух через цилиндрическую стенку в 1 квадратный метр площадью и толщиной от $1 \frac{e}{m}$ до $1,5 \frac{e}{m}$

$K = 14$ единиц теплоотдачи.

С.) из воздуха в воздух через одну квадратной метр листового железа

$K = 7$ единиц теплоотдачи.

Д.) из воздуха в воду, или из воды в воздух через квадратной метр листового железа.

$K = 23$ единиц теплоотдачи

Е.) из пара в воздух через цилиндрическую стенку в 1 квадратной метр

$K = 12$ единиц теплоотдачи

Для определения относительной ошибки:

Толщина стенки в метрах....	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
K — . — . — . — . — . — . — . — . — .	1,57	1,27	1,07	0,91	0,80	0,72	0,65

Подставляя одно из приведенных значений для K в уравнение (16) и числа, соответствующие постоянным температурам нагревающего и нагреваемого тел, сейчас же получим возможность определить, какое количество теплоотдачи имеет стенка данного размера, или какой величины стенку надо сделать, чтобы иметь требуемое количество теплоотдачи.

Для получения этого результата, по-

покажем, что в некоторой ступени применяется каждый час 1000 килограммов газа, нагретая до 800° и следовательно, чтобы газ, пройдя под ступенью, охладился до 300° , т.е. потерял в своей температуре 500° . Определяется, какой разницы должна быть ступенька из листового железа, если теплота передается воде, имеющей температуру 150° . Коэффициент теплопроводности определяется, если умножим количество газа на потерянную температуру и теплоемкость и, если теплоемкость будем считать в 0,237, то число единиц теплоты W , которое должно быть передано воде в один час, определяется из равенств:

$$W = 1000 \cdot 500 \cdot 0,237 = 118500$$

Температура газа в различных точках прикосновения его со ступенью очевидно будет разная, если только он применяется к ступеньке, имея 800° и уходит от ступеньки при температуре в 300° . Далее будет указано, как должно поступать в таких случаях, но теперь для простоты примем, что газ имеет повсюду и постоянно одну среднюю температуру, т.е.

$$\frac{800 + 300}{2} = 550.$$

Теперь, подставляя искомые величины в формулу, получим:

Литература: С. П. Механика. Учен.

Докладчик: Е. Е. Е.

но в уравнение (16), найдем, что
 при $N = 118500$, $K = 23$, $\Delta_1 = 550$ и $\Delta_2 = 150$
 $118500 = 23 F (550 - 150)$

откуда

$F = 12,88$ квадратного метра.

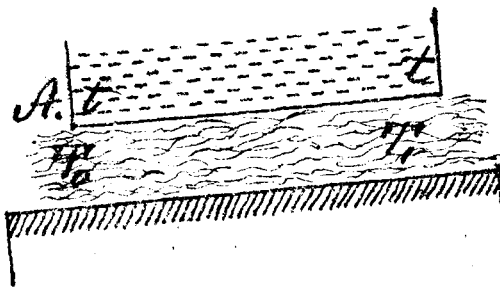
Поверхность нагретая.

На основании упомянутого уже можно было бы приблизительно определить как велика должна быть поверхность прикосновения горючих газов, посредством которой они главнейшим образом охлаждаются, отакая своей теплотой нагретой воды или пары. Эта поверхность называется поверхностью нагретая. Для определения величины поверхности нагретая с большою точностью, надо знать, что нельзя считать температуру газов, а иногда и воды, постоянными и неизменяющимися на всей поверхности прикосновения или ее поверхности нагретая. Температуру газов или температуру воды действительно можно считать одинаковою во всех точках прикосновения газа или воды со стеною, но только тогда, когда прикосновение происходит на протяжении безконечно малой площади. Если температура газов и воды будут изменяться при переходе от одного участка поверхности нагретая к другому, то естественно надо знать закон этого изменения.

Определение приборов: котельного,

сь параллельными и противоположными токами.

В паровых котлах это бывает следующим образом. Горячие газы движутся вдоль стенки, отталкиваемой от воды или пара, а эти последние или вовсе не движутся, или движутся то же вдоль стенки, отталкиваемой от нагревающего газа, в одном с ними направлении или наконец движутся в направлении противоположном. В первом случае, которому соответствует чертёж, поминается такъ

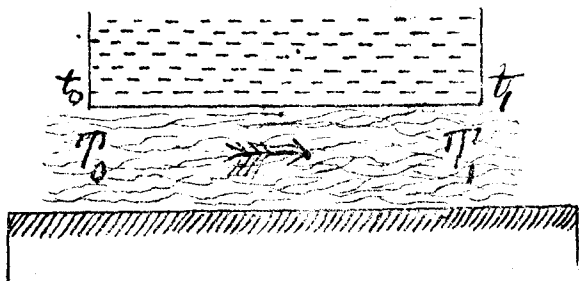


называемый котельной прибор. В нем газы прижимаются к морщи А, и имеют

тотую температуру T_0 , какъ и, двигаясь вдоль стенки отдают тепло по шлану теплому воде и достигают при удалении от стенки, температура T_1 , а температура нагреваемой жидкости повсюду остается одна и также безъ перемешиванья. Видно $T_0 > T_1$

Во втором случае с одной стороны газы текутъ какъ и въ предыдущемъ случае, имея такую температуру T_0 и какъ и температуру T_1 ; с другой стороны стенки вода прижимается, имея температуру t_0 и

~~Заметим температуру T_1 ; с другой~~
~~стороны отрезки вода испаряется,~~
~~и температура t_0 и при даль-~~
~~нейшем движении подымается~~
~~и отрезки сама от нее нагревает-~~

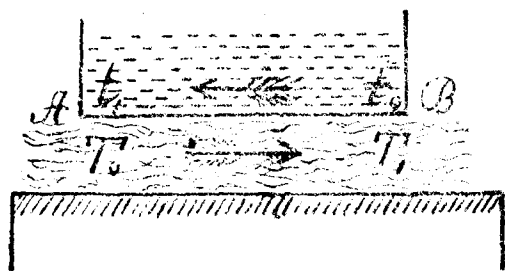


ся и наконец
 двукратно тем-
 пература t_1 .

Такой прибор
 называется прибором
 с параллель-
 ными течениями.

Здесь $T_0 \} T_1, t_0 \} t_1$.

Максимум течения сугубо обращается
 Фигурно. Течение воды течет по предыду-
 щим по оси канала вентриальном при мо-
 рях В и меридиане по

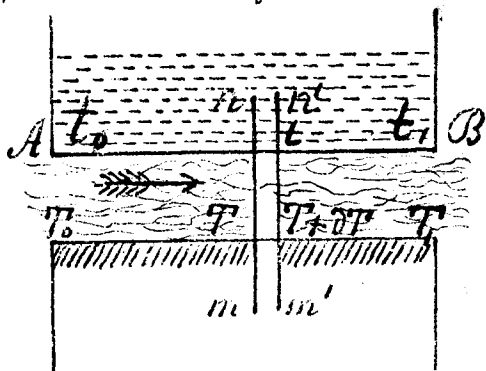


направлению от мо-
 рях А, нагревается
 при этом передви-
 жении. Ясно, что
 $T_0 \} T_1, t_0 \} t_1$.

Каналом меридиан, перекачиваемое
поверхности нагрева котельного прибора.

Тогда, движущиеся в канале котель-
 ного прибора, бывают окружены со всех
 сторон растущей поверхностью нагрева или
 только от которой растёт поверхность кана-
 ла составляет поверхность нагрева, дру-
 гая же растёт той же поверхности состоит
 из труб, образующих поверхность нагрева.
 Во всяком случае отрезки бесконеч-
 но малую часть поверхности нагрева дву-

мы взаимно параллельными плоскостями m и m' , перпендикулярными к направлению движения газов. Величина напряжения между точкою A и плоскостью m будет F , а величина напряжения между плоскостями m и m' будет dF .



Величина напряжения между точкою A и плоскостью m будет F , а величина напряжения между плоскостями m и m' будет dF .

Температура газов у плоскости m называется T ; после передвижения газов около поверхности напряжения dF , газы бесконечно мало изменяют свою температуру, по этому она называется $T + dT$. Так как газы отдадут свою теплоту dQ , то их температура понижается и, следовательно, dT будет количеством отрицательное. Если, протекательная в подобном приборе, представляется собой малую массу сравнительно с m и m' , что в котле содержится, что тотчас же принимает температуру общую с остальным количеством, не помнясь ее значения, так что можно сказать, что температура воды во всем приборе одна и таже. Когда движение температуры уже становится в расшатываемом приборе, тогда можно будет сказать, что температура газа, протекательная между стержнями m и m' не будет переизменена и будет некоторая средняя между T и $T + dT$, т. е.

$$T + d \cdot dT, \text{ где } d < 1.$$

Количество теплоты, которое будет передано газам, которые будут в продолжение газа находиться между A и плоскостью mn , назовем W , тогда количество теплоты, переданное газам, заключенным между плоскостями mn и $m'n'$ в единицу времени будет δW и это количество δW , на основании уравнения (16), будет:

$$\delta W = K \cdot \delta F \{T + \alpha \delta T - t, \} = K \delta F \{T - t, \} + K \alpha \delta F \cdot \delta T.$$

В первой части равенства имеем бесконечно малое количество первого порядка, следовательно, во второй части должно быть тоже первого и потому надо написать:

$$\delta W = K \{T - t, \} \cdot \delta F.$$

Это уравнение дает дифференциальную зависимость между W и F , а чтобы перейти к зависимости между конечными величинами, надо интегрировать.

Величины K и t , суть величины постоянные и данные, следовательно, для возможности интегрирования надо указать зависимость T от переменных величин. Эта зависимость может быть найдена следующим образом: Назовем L малую кинетическую часть газа, рассматриваемого в точке, в продолжение единицы времени. Вокруг этого долей пройдем чрез промежуток между плоскостями mn и $m'n'$ и она будет иметь температуру T , постепенно подходить к плоскости mn , а удаляясь от $m'n'$ она будет иметь температуру $T + \delta T$. Следовательно, температура ее изменится на δT . Назовем теплоспособность газа δ , тогда количество теплоты, отданное газом, будет $L \cdot \delta \cdot \delta T$.

Надо обратить внимание на то, что написанное выражение будет верно только тогда, когда во всех точках попеременно сменяется знак энтропии T или $T + \delta T$.

Если газ со всех сторон окружен поверхностью нагретая, то от данного миз количества тепла

$$\delta Q$$

все перейдет в виду переиз поверхности нагретая δF и будет равно δW ; надо только помнить, что δT есть величина отрицательная, а δ , δ и δW — все величины положительны, следовательно, при составлении уравнения, должно написать:

$$\delta W = - \delta Q \delta T$$

или

$$- \delta Q \delta T = K \{ T - t_1 \} \delta F.$$

Здесь переменная t_1 означает температуру и получается

$$- \frac{\delta Q}{K} \cdot \frac{\delta T}{T - t_1} = \delta F.$$

Для оторкания предположим T и F за-
мощим, что давая постепенно плоскость m к точке A , будем уменьшать F и приближаться к нулю, а температуру T к температуре T_0 ; напротив, при движении плоскости m к точке B , F будет приближаться к полной поверхности F_0 , а температура T к температуре T_1 . Таким образом

$$\text{при } F=0 \text{ получаем } T = T_0$$

$$\text{и при } F = F_0 \text{ " " " } T = T_1$$

Интегрируя в этих предположениях последнее уравнение, получим:

$$\frac{d\delta}{K} \cdot \lg. \text{nat} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_1} = F_K \dots \dots \dots (17)$$

Обратываясь к уравнению:

$$\delta W = -L. \delta. \delta T$$

и замолга, что при T_0 количество переданной теплоты равно нулю и при $T = T_1$ будет передано газам все то количество, которое от них требуется и которое называется W_K , получим после интегрирования:

$$W_K = L. \delta \{ T_0 - T_1 \} \dots \dots \dots (18)$$

Из уравнений (17) и (18) исключив величину $d\delta$, найдем:

$$F_K = \frac{W_K}{K(T_0 - T_1)} \cdot \lg. \text{nat} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_1} \dots \dots (19)$$

или

$$W_K = K \cdot F_K \cdot \frac{T_0 - T_1}{\lg. \text{nat} (T_0 - t_1) - \lg. \text{nat} (T_1 - t_1)} \dots (20)$$

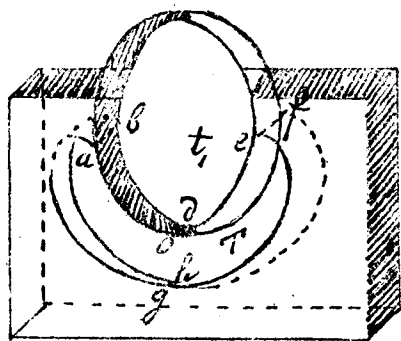
Если в уравнение (19) вставим число совершенного цикла и определим снова величину поверхности нагрева F , то найдем, что

$$F = \frac{1.8500}{23 \cdot 800 - 300} \lg. \text{nat} \frac{800 - 150}{300 - 150} = 15,44.$$

Влияние стенок жарового хода
в котельном приборе, не примыка-
ющем к поверхности нагрева на
величину этой последней и на ко-
личество топлива, употребленного
в процессе.

В котлах представляется столько же случаев, где стенки жарового канала все входят в состав поверхности нагрева, сколько и таких случаев, где одна стенка при-

надлежит поверхности нартова, а дру-
 гая не принадлежит ей. Пленка, при-
 никающая эти поверхности, выходит в
 атмосферу и потому ее надо делать
 как можно меньше. С этого участка
 не входящая в состав поверхности
 нартова, делают из дурного правдо-
 шиков и дают им большую толщи-
 ну, что вполне согласуется с рассмотре-
 нием, сгруппированным на странице 142^ю.
 В части жарового хода, между берко-
 неро близко расположенными плоскостями
 $m'n$ и $m'n'$, будет расслоение из поверх-



ности нартова ради
 ∂F и из оставшей
 поверхности часть
 ∂F_1 . Нартирует,
 при цилиндрической
 котлы и цилиндриче-
 ском же дымовом
 ходы часть цилинд-
 рической поверхно-
 сти всегда будет

и,

∂F , а другая часть ∂F_1 , будет ∂F_1 .
 Количество тепла, передаваемой газа-
 ми, при прохождении через этот бесконечно
 короткий канал, будет состоять из
 двух частей.

Из того количества, которое будет
 отдано воде и будет равно, как уже
 известно,

$$K [T - t_1] \cdot \partial F \dots \dots \dots (21)$$

и из количества тепла, которое уд-

Вентр переносит каменную квадрат в атмосферу. Температура в атмосфере пусть будет U_0 и коэффициент теплопроводности κ , тогда отдаленное в атмосферу количество тепла будет:

$$\kappa, \{T - U_0\} \partial F, \dots \dots \dots (22)$$

Все это количество тепла W , отданное газам, определяется из равенства

$$\partial W = \kappa \{T - t_1\} \partial F + \kappa, \{T - U_0\} \partial F, \dots (23)$$

Обыкновенно концы стержней так, что отношение между поверхностями ∂F и ∂F_1 остается одно и то же, если бы были взяты плоскости $m'n'$ и $m''n''$. Назовем n отношение

$$\frac{\partial F_1}{\partial F} = n.$$

Используя из предыдущего уравнения ∂F_1 и подставив его в предыдущее уравнение

$$\partial W = (\kappa + n\kappa) \left\{ T - \frac{\kappa t_1 + n\kappa U_0}{\kappa + n\kappa} \right\} \partial F.$$

Обращая внимание на изменение температуры газов, мы можем будет написать, что

$$\partial W = -d.б. \partial T.$$

А эти два уравнения дадут:

$$-d.б. \partial T = (\kappa + n\kappa) \left\{ T - \frac{\kappa t_1 + n\kappa U_0}{\kappa + n\kappa} \right\} \partial F, \dots (24)$$

Интегрируя в пределах выше уже описанных, получим:

$$-\int_{T_1}^{T_0} \frac{\partial T}{T - \frac{\kappa t_1 + n\kappa U_0}{\kappa + n\kappa}} = \frac{\kappa + n\kappa}{d.б.} \int_0^F \partial F$$

или

$$F_1 = \frac{d.б.}{\kappa + n\kappa} \cdot \lg \text{nat} \left[\frac{\left(T_0 - \frac{\kappa t_1 + n\kappa U_0}{\kappa + n\kappa} \right)}{\left(T_1 - \frac{\kappa t_1 + n\kappa U_0}{\kappa + n\kappa} \right)} \right] \dots (25)$$

Интеграл уравнения
 $\partial W = - \lambda \cdot \delta \cdot \partial T$

взятой в предположении δ и W_k для W
 и T_0 и T_1 для T , составим:

$$W_k = \lambda \cdot \delta \cdot \{ T_0 - T_1 \} \dots \dots \dots (26).$$

Совокупность уравнений (25) и (26) да-
 ет

$$F'_k = \frac{W_k}{(k + nk) (T_0 - T_1)} \cdot \lg. \text{nat} \left[\frac{\left(T_0 - \frac{kt + nk \cdot U_0}{k + nk} \right)}{\left(T_1 - \frac{kt + nk \cdot U_0}{k + nk} \right)} \right] \dots (27)$$

Для сравнения найденной сейчас ве-
 щины F с той, которая определяется
 уравнением (16), заметим, что
 величина n бывает в действитель-
 ности от 1,25 до 3 и k , от 1,07 до
 0,8. Для примера возьмем нача-
 ло, что $n = 1,25$ и $k, 1,07$ и темпера-
 туру атмосферы будем считать
 $U_0 = 0$, тогда

$$F'_k = \frac{118500}{(23 + 1,25 \cdot 1,07) (800 - 300)} \lg. \text{nat} \left[\frac{\left(800 - \frac{23 \cdot 150}{23 + 1,25 \cdot 1,07} \right)}{\left(300 - \frac{23 \cdot 150}{23 + 1,25 \cdot 1,07} \right)} \right]$$

откуда

$$F'_k = 13,89 \text{ м.}$$

Для другого примера возьмем
 большее отношение, $n = 3$ и теплопро-
 водность $k, = 1,07$, тогда

$$F'_k = 12,5 \text{ м.}$$

Из приведенных примеров видно
 что при одном и том же измене-
 нии тисов от 800° до 300° поверх-
 ности нагрева, входящих в состав
 поверхностей, ограничивающих за-
 шаток жидк. будут различны. Са-
 мая большая поверхность нагрева

требуется в том случае, когда вообще имеет каменную кладку и наименьшая тогда, когда поверхность дымового хода, составленная кирпичного рядка, в 3 раза больше соответствующей поверхности нагрева. Если бы с первого взгляда и показалось выгодным дымать меньшую поверхность F , то в этом легко будет разубедиться. При наибольшей поверхности нагрева вся теплота передается воде, в других же случаях часть теплоты теряется и потеря тем больше, тем меньше F . Для удостоверения в этом, примем, что количество теплоты, передаваемое воде безконечно малым элементом поверхности нагрева, назовем его $\partial W'$ выражается формулою:

$$\partial W' = k \{ T - t, \} \partial F.$$

Вставив его на место ∂F , то выражение, которое для него получим из уравнения (24), тогда найдем:

$$\partial W' = - \frac{k \cdot L \cdot G (T - t_1) \partial T}{(k + nk_1) \left[T - \frac{kt_1 + nk_1 t_0}{k + nk_1} \right]}$$

Для простоты письма означим

$$\frac{kt_1 + nk_1 t_0}{k + nk_1} = \theta$$

интегрируя при этом значении, получим:

$$\int_0^{W'_k} \partial W' = - \frac{k \cdot L \cdot G}{k + nk_1} \int_{T_0}^{T_1} \frac{(T - t_1) \partial T}{T - \theta}$$

или

$$W'_K = - \frac{\kappa \cdot d \cdot \tilde{b}}{\kappa + \alpha \kappa} \int_{T_0}^{T_1} \left\{ \frac{T - b}{T - b} - \frac{t_1 - b}{T - b} \right\} dT$$

отсюда очевидно

$$W'_K = \frac{\kappa \cdot d \cdot \tilde{b}}{\kappa + \alpha \kappa} \left\{ T_0 - T_1 - (t_1 - b) \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - b}{T_1 - b} \right\} \quad (28)$$

Сравнительная W'_K с того величиною W_K , которая определяется уравнением (26), найдем, что

$$\frac{W'_K}{W_K} = \frac{\kappa}{\kappa + \alpha \kappa} \left[1 - \frac{t_1 - b}{T_0 - T_1} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - b}{T_1 - b} \right]$$

численные величины этого отношения для наших двух примеров будут:

При $\Omega = 1,25$, $\kappa = 1,07$, $b = 141,74$ и $\frac{W'_K}{W_K} = 0,92$

или $W'_K = 0,92 W_K$.

При $\Omega = 3$, $\kappa = 1,07$, $b = 131,63$ $\frac{W'_K}{W_K} = 0,84$.

или $W'_K = 0,84 W_K$.

Приведем еще пример, предполагая ступки при на столько толстыми, что $\kappa = 0,8$ при $\Omega = 1,25$, найдем

$b = 143,75$, $\frac{W'_K}{W_K} = 0,94$ или $W'_K = 0,94 W_K$.

Из этих примеров видно, что и при весьма благоприятных условиях W'_K составит 94% от всей тепловой W_K , отдаваемой газами; следовательно, теряется 6%, а если условия будут не столь благоприятны, т.е. если на поверхности кипильной ступки доминового жода сравнительно с поверхностью нагрева будут велики и если ступки кипильной будут тонки, то количество доставляемой тепловой энергии

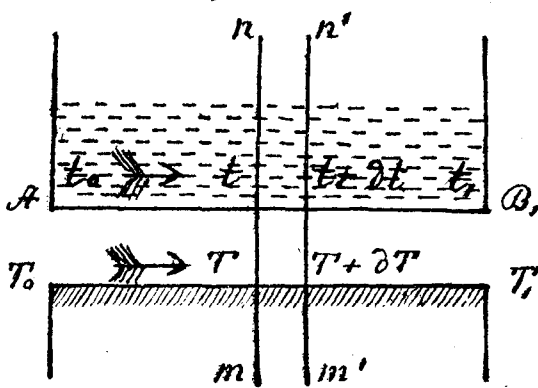
упасть до 84% всей отданной газам, т.е. потеря может дойти до 16%.

Следовательно, при уступайстве газовых ходов прежде всего надо стараться сделать стенки из поверхности нагровка и только в случае невозможности достигнуть этого, можно сделать стенки кирпичными, но при уже существующих достаточно толстыми, как это вносит действительность будет более еще разъяснено и величину поверхностей газового хода, составленную кирпичными стенками, надо сделать как можно меньше.

Прибор с параллельными токами.

Представим себе, что газы, наполняющие газовый ход и вода, наполняющая сосуд, приняты в установившееся состояние, т.е. через каждое поперечное сечение, подаваемое равномерно площадью m_1 , протекает в каждую единицу времени одно и то же количество d нагретого газа и точно также вода протекает в каждую единицу времени в одном и том же постоянном количестве g . Сверх того температура в сечении m_1 , во всех точках газа есть T_1 и во всех точках воды t_1 . Два соседних допущения будут иметь место во

пошени, тогда уже будут кама-
ны. В смежности с плоскостью
 mn возьмем другую плоскость $m'n'$.
Поверхность нагрева между ними
заключенная есть ∂F , а всю поверх-
ность нагрева между A и плоско-
стью mn , назовем F .



Если газ, дей-
ствующий до плоскости
 mn , имеет тем-
пературу T , то
после прохода
именно поверхно-
сти нагрева ∂F ,
он изольет
свою темпера-
туру на диф-

ференциал и она будет $T + \partial T$. Так
охлаждается, следовательно ∂T
есть величина отрицательная.

Средняя величина температура,
заключенной между плоскостями
 mn и $m'n'$ может быть предель-
ная суммой $T + d. \partial T$ где $d < 1$.

Когда в сосуде, при достижении
плоскости, двинется от A к B , по-
лучается температура t , а передви-
ваясь далее подит нагревающей
ее поверхности, получим измене-
ние температуры и на плоскости
 $m'n'$ она температура будет
 $t + \partial t$; так как вода нагревает-
ся, то ∂t будет величина поло-
жительная.

Средняя величина температуры нагрываемой жидкости будем полагать

$$t + \alpha' \partial t \text{ и } \partial n \alpha' < 1.$$

Количество теплоты ∂W , которое пройдет через поверхность нагрыва ∂F , будем на основании уравнения (13) определять следующим образом:

$$\partial W = \kappa \{ T + \alpha \partial T - t - \alpha' \partial t \} \partial F$$

или

$$\partial W = \kappa \{ T - t \} \partial F + \kappa \{ \alpha \partial T - \alpha' \partial t \} \partial F.$$

Член

$$\kappa (\alpha \partial T - \alpha' \partial t) \partial F$$

есть величина бесконечно малая второго порядка сравнительно с остальными членами, следовательно должен быть отброшен и таким образом получается дифференциальное уравнение:

$$\partial W = \kappa \{ T - t \} \partial F \dots \dots \dots (29)$$

Отношение между количеством теплоты W и F получается после интегрирования, а для этого необходимо показать зависимость T и t от переменных W и F . Эта зависимость может быть найдена следующим образом.

В продолжении единицы времени Δ многогранник газовой среды двинется через промежуток между плоскостями m и m' и температура всего этого газа увеличится на величину ∂T , следовательно, количество теплоты,

отдаваемое газам, будет:

$$L. \delta. \delta T.$$

В продолжении того же времени q килограммов воды передвигается через промежуток между плоскостями и вся эта вода изменит свою температуру на δt , следовательно называя S теплоемкость данной жидкости, можно будет сказать что количество теплоты, приобретенное водой будет:

$$q. s. \delta t.$$

Допустим теперь, что теплота, измеряемая газам, $L. \delta. \delta T$ никуда не уходит и тратится как только на нагревание воды. Это действительно случится в том случае, когда вся система, окружающая газ, заключенный между плоскостями m_1 и m_2 будет принадлежать поверхности нагрева. Принимая это допущение, надо будет сказать, что вся теплота, потерянная газам, пограна водой и стало быть количества $L. \delta. \delta T$ и $q. s. \delta t$ necessarily взаимно равны, но если применить в соответствие, что L, δ, q, s и δt есть числа произвольные, а δT одновременно, то надо будет написать уравнение в вид:

$$- L. \delta. \delta T = q. s. \delta t$$

В этом дифференциальном уравнении переменная температура и интегрирование возможно сразу. Представим переменные, обратившие одну другую,

Паровое колесо Л. И.

Литер. Сп. Механик. инст. Демир

Александр

нахожнемся, когда найдем, что T' и t суть непрерывны в некоторой произвольно избранной плоскости $m'n'$ и если эту плоскость нагнем до точки A , то T' спрямится в T_0 и t в t_0 . Поэтому непрерывность можно искать между соответствующими отрезками:

$$-\int_{T_0}^{T'} d. \delta. \partial T' = \int_{t_0}^t q. \delta. \partial T$$

откуда получаем уже, что

$$d. \delta. (T_0 - T') = q. \delta. (t - t_0) \dots (30)$$

Заметим, можно сказать, что коэффициент мембраны ∂W , перегаемое отнесено между плоскостями $m'n'$ и $m'n'$ есть коэффициент, непрерывное раса или непрерывное, приобъемное водаро, сродокаментно:

$$d. \delta. (T_0 - T) = q. \delta. (t - t_0) \dots (31)$$

Пользуясь уравнением (31) можно изобразить вид уравнения (29) и написать

$$- d. \delta. \partial T = \kappa \{ T - t \} \partial F$$

а при помощи уравнения (20) из основного уравнения можно выразить t и получить:

$$- d. \delta. \partial T = \kappa \left\{ T \left(1 + \frac{d\delta}{q\delta} \right) - \frac{T_0}{q\delta} \frac{d\delta}{q\delta} - t_0 \right\} \partial F$$

откуда

$$-\frac{d\delta}{\kappa} \frac{\partial T}{T \left(1 + \frac{d\delta}{q\delta} \right) - \frac{T_0}{q\delta} \frac{d\delta}{q\delta} - t_0} = \partial F$$

Для определения предельного непрерывования этого уравнения найдем, что F есть площадь поверхности картки, заключенной между A и плоскостью $m'n'$ и когда плоскость $m'n'$, выдвигаясь из A , пройдет через A , тогда $F=0$ и $T=T_0$, ма

против, при удалении тискокости м.п. от А к В и при домыкании его В, $F = F_p$, а температура $T = T_1$. Следовательно, уравнение с определенными интегралами должно иметь вид

$$-\frac{\Delta \sigma}{\kappa} \int_{T_0}^{T_1} \frac{\partial T}{T \left(1 + \frac{\Delta \sigma}{q_s}\right) - T_0 \frac{\Delta \sigma}{q_s} - t_0} = \int_0^{F_p} \partial F$$

или после умножения и деления первой части равенства на $1 + \frac{\Delta \sigma}{q_s}$, получим:

$$-\frac{\Delta \sigma}{\kappa} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\Delta \sigma}{q_s}} \int_{T_0}^{T_1} \frac{\left(1 + \frac{\Delta \sigma}{q_s}\right) \partial T}{T \left(1 + \frac{\Delta \sigma}{q_s}\right) - T_0 \frac{\Delta \sigma}{q_s} - t_0} = \int_0^{F_p} \partial F$$

Здесь прямо видно, что под знаком интеграла первой части равенства числитель есть полный дифференциал знаменателя следов:

$$\frac{1}{\kappa} \cdot \frac{1}{\Delta \sigma + \frac{\Delta \sigma}{q_s}} \lg. \text{nat} \frac{T_0 \left(1 + \frac{\Delta \sigma}{q_s}\right) - T_0 \frac{\Delta \sigma}{q_s} - t_0}{T_1 \left(1 + \frac{\Delta \sigma}{q_s}\right) - T_0 \frac{\Delta \sigma}{q_s} - t_0} = F_p \dots (32)$$

Под знаком логарифма монокли ограничим разность умножения сокращением членов и на основании уравнения (30), если можно замечать, что в этом числителе уравнения, когда $T = T_1$, тогда $t = t_1$, знаем:

$$\frac{\Delta \sigma}{q_s} (T_1 - T_0) = t_0 - t_1$$

теперь уже видно, что формула (32) обратится в

$$\frac{1}{\kappa} \cdot \frac{1}{\Delta \sigma + \frac{\Delta \sigma}{q_s}} \lg. \text{nat} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1} = F_p \dots (33)$$

Зависимость F_p и κ_p получим, если мы посылем интегрирование уравнения (31), которое интегрируемо есть:

$$\kappa_p = \Delta \sigma (T_0 - T_1) = q_s (t_1 - t_0)$$

и из которого видно, что

$$\frac{1}{\Delta s} = \frac{T_0 - T_1}{W_p} \text{ и } \frac{1}{\Delta s} = \frac{t_1 - t_0}{W_p}$$

Введя в ур. (33) эти выражения, получим:

$$F_p = \frac{1}{k} \frac{W_p}{T_0 - T_1 + t_1 - t_0} \lg \text{nat} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1} \dots (34)$$

или

$$W_p = \frac{k \{T_0 - T_1 + t_1 - t_0\} F_p}{\lg. \text{nat} (T_0 - t_0) - \lg. \text{nat} (T_1 - t_1)}$$

Сравнение поверхностного теплового прироста с поверхностным приростом с параллельными токами.

Сравним теперь величины поверхностной нагретости, которая должна быть получена в газовом слое между поверхностью прироста и прироста с параллельными токами, если в обоих случаях газы, прилегающие к поверхности нагретости и удаляющиеся от нее, должны иметь соответственно равную температуру. Нагретая поверхность должна иметь соответственно одинаковую температуру в обоих случаях и срод., если температура межпространства одинаковая газам, газовый слой одинаков в обоих случаях, т.е. T_0, T_1, t_1 одинаковы в обоих случаях и $W_d = W_p$.

Сравнение данных равенств ур. (19) и (34) становится весьма простым, когда означим $t_1 - t_0 = \theta$, и тогда ур. (34) примет вид:

$$F_p = \frac{1}{k} \frac{W_p}{T_0 - T_1 + \theta} \lg. \text{nat} \frac{T_0 - t_1 + \theta}{T_1 - t_0}$$

Очевидно, что при $\theta = 0$, это ур. обращается в ур. (19), а когда θ не равно нулю, тогда F_p не равно F_c . Поэкспериментально мы знаем, что F_p больше F_c , когда θ возрастает от 0.

нужн. Для этого надо взять производную F_p относительно θ и посмотреть, какой знак имеет эта производная $\theta=0$. Найдем:

$$\left(\frac{\partial F}{\partial \theta}\right)_{\theta=0} = \frac{1}{k} \frac{v_p}{(T_0 - T_1)} \left[1 - \lg. \text{nat} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1} \right]$$

множителем $\frac{1}{k} \frac{v_p}{T_0 - T_1}$ во всяком случае, если величина множительная, а второй множителем т. е. $1 - \lg. \text{nat} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1}$ - может быть больше нуля и меньше нуля, именно, когда $\lg. \text{nat} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1} > 1$, как это обыкновенно бывает, тогда $\left(\frac{\partial F_p}{\partial \theta}\right)_{\theta=0} < 0$ и след. F_p уменьшается при увеличении θ и стало быть $F_p \{ F_n$, напротив, в иных случаях, когда $\lg. \text{nat} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1} < 1$, тогда $\left(\frac{\partial F_p}{\partial \theta}\right)_{\theta=0} > 0$ и след. в иных случаях $F_p \{ F_n$.

Так как в обыкновенных случаях $F_p \{ F_n$, то прибор с параллельными токами выгоднее строить, чем котельный прибор. Убой составит собой понятие с точки зрения стенок, окружающих параллельными токами, сравнительно со стенками, около которых движется только газ, а вода не движется, положим отнюдь

$$v_p = 118500, T_0 = 800, T_1 = 300, t_0 = 150$$

и температура t_0 воды кипящей имеет будет 10° т. е. $t_0 = 10^\circ$. В таком случае по ур. (34).

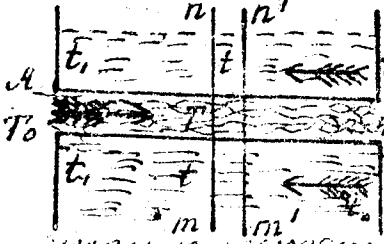
$$F_p = \frac{1}{23} \frac{118500}{300 - 800 + 150 - 10} \lg. \text{nat} \frac{800 - 10}{300 - 150} = 14, 89.$$

При устройстве котельного прибора было найдено 10, 44.

Прибор с противуположными токами.

В котлах, имеющих это название, заставляют воду и газ, находящиеся по различным сторонам одной и той же стенки, двигаться в противоположных сторонах. Если такой прибор, как и предыдущие, разогреть по-

сковаго mn , перпендикулярного ко направлению движения жидкостей, то частицы газа, находящиеся на этой плоскости будут иметь некоторую определенную температуру.



Допустим, что все частицы газа имеют одну и ту же температуру T .

Частицы воды лежащие на этой плоскости, будут по все вероятности до известной степени, допустить, что все частицы воды на плоскости mn имеют одну и ту же общую температуру A . Газы, двигаясь над плоскостью от A к B , будут охлаждаться по мере удаления от A к B и вода, протекая под плоскостью от B к A , будет постепенно нагреваться, следовательно температура газа на плоскости mn будет вращающаяся между t и T_0 . Частицы газа и вода. Массовый F величину поверхности нагрева, окружающую газы между массами A и плоскостью mn . Возьмем теперь другую плоскость $m'n'$, бесконечно мало удаленную от плоскости mn . Часть поверхности нагрева между этими плоскостями будет δF и температура газова и вода на плоскости $m'n'$ будут $T + \delta T$ и температура воды на той же плоскости $t + \delta t$. Уже было сказано, что температура обранных жидкостей уменьшается по мере удаления от B , следовательно δT и δt оба будут мало отрицательными. Количество тепла δW , которое содержится δF будет столько от газа и передано воде, выражением уравнения:

$$\delta W = k (T - t) \delta F \dots \dots \dots (25)$$

От этого дифференциального ур. между W и F можно будет перейти к отысканию между некоторыми величинами того же назначения, если только примем за уравнение, но так как в нем нет переменной, то надо сначала перейти к уравнению, как некоторому только для переменной.

Это можно принять означая еще одно допущение или, лучше сказать, ограничение. Будем рассматривать скаковой ход в то время, когда все обстоятельства уже установились. В таком случае, выберем какое нибудь положение плоскости mn и наблюдаем температуру газов и воды в различных местах, увидим одну и ту же температуру, следовательно температура не зависит от времени, но определяется положением плоскости mn ; другими словами, температура T и t определяются величиною вероятности налета F . Количество газов, проходящее через сечение, означаемое плоскостью mn , при установившемся движении остается в каждую единицу времени равным d , а количество воды, протекающее через то же сечение mn , будет ее продолжением каждой единицы времени равно d' . Количество тепла dW , передаваемое отыскаю будет по мере по принятым изменениям температура газов, вытекающих тем же количеством d и при установившейся температуре на dT , отыскаю щимся методом

$$d \cdot d' \cdot dT$$

но так как количество dW положительное, d и d' тоже положительны, то при составлении уравнения надо написать:

$$\partial W = -L. \delta. \partial T$$

Это самое количество теплоты, если весь тепловой ход образован поверхностью нагретая, будет принято окислительно и если ее теплоспособность назовем отныне q , то количество теплоты, принятое окислительно, будет численно

$$q. \delta. \partial t.$$

а так как ∂t есть число отрицательное, а q и δ положительны, то при введ ∂t в уравнение надо написать:

$$\partial W = -L. \delta. \partial T = -q. \delta. \partial t. \dots \dots \dots (36)$$

В этой формуле уравнений дифференциальное ур.

$$L. \delta. \partial T = q. \delta. \partial t$$

заключает в себе только два переменных величина T и t , которые изменяются одновременно с изменением положения плоскости m ; когда эта плоскость совпадает с поверхностью A , тогда $T = T_0$ и $t = t_0$, а когда плоскость занимает некоторое промежуточное положение, тогда температура этих точек: T и t .

При интегрировании ур. надо брать пределы T_0 и t , с одной стороны и T и t с другой. Интегрирование между этими пределами производится по ур. между некоторыми значениями T и t . Именито:

$$L. \delta. (T - T_0) = q. \delta. (t - t_0) \dots \dots \dots (37)$$

или

$$T - t = \frac{q\delta}{L\delta} (t - t_0) + T_0 - t_0$$

Это ур. вытекает из ур. (35) и (36) добавлением сюда

$$-q. \delta. \partial t = \kappa \left\{ \frac{q\delta}{L\delta} - 1 \right\} t + T_0 - \frac{q\delta}{L\delta} t_0 \} \partial F.$$

Здесь уже можно без переменных величин t и F и эти переменные отбросить

леммы, если напомним это уравне-
ние в виде:

$$-\frac{25}{\kappa} \frac{\partial t}{\left(\frac{25}{25} - 1\right)t + T_0 - \frac{25}{25}t} = \partial F.$$

Интегрирование не представляет ника-
ких затруднений, надо только найти
пределы для другого соотношения,
когда плоскость m и проведем через точ-
ку A , тогда $t = t_0$, а площадь участка
превратится в нуль, следовательно пре-
делами окажутся t_0 и 0 , второй най-
дем, когда плоскость m и проведем че-
рез точку B , тогда $t = t_1$, и F становится
равным нулю расматриваемой поверх-
ности участка F_0 . Интегрируя между
этими пределами надо будем написать:

$$-\int_{t_0}^{t_1} \frac{\partial t}{\left(\frac{25}{25} - 1\right)t + T_0 - \frac{25}{25}t} = \int_{F_0}^{F_1} \partial F.$$

умножая на разность между кон-
стантами на $\frac{25}{25} - 1$ и переносим в ней
пределы, получим:

$$\frac{1}{\kappa} \frac{1}{\frac{25}{25} - 1} \int_{t_0}^{t_1} \frac{\partial t}{\left(\frac{25}{25} - 1\right)t + T_0 - \frac{25}{25}t} = F_1 - F_0.$$

Так как числитель есть константа диф-
ференциала знаменатель, то умножив

$$\frac{1}{\kappa} \frac{1}{\frac{25}{25} - 1} \lg. \text{nat} \frac{\left(\frac{25}{25} - 1\right)t + T_0 - \frac{25}{25}t}{\left(\frac{25}{25} - 1\right)t_0 + T_0 - \frac{25}{25}t_0} = F_1 - F_0.$$

Числитель дроби, стоящей под знаком
lg можно просто сохранить, а отно-
сительный знаменатель можно заме-
нить на основании ур. (27), когда под-
ставим в него $T = T_1$ и $t = t_0$ и будем:

$$T_0 + \frac{25}{25}t_0 - \frac{25}{25}t_0 = T_1$$

то этот знаменатель под знаком
lg. nat. можно весьма упростить и
получим:

$$F_g = \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha_0} - \frac{1}{\alpha_1}} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0} \dots \dots (38)$$

Чтобы наглядно показать зависимость между величинами стенок F_g и количеством теплоты W_g , которое мы отнимаем от газов. Обратимся к ур. (36), откуда сейчас же увидим, что:

$$W_g = \alpha_0 \{T_0 - T_1\} = \alpha_1 \{t_1 - t_0\} \dots \dots (39)$$

откуда

$$\frac{1}{\alpha_0} = \frac{T_0 - T_1}{W_g}, \quad -\frac{1}{\alpha_1} = \frac{t_0 - t_1}{W_g}$$

посредством этих уравнений можно выключить из ур. (35) величины $\frac{1}{\alpha_0}$ и $\frac{1}{\alpha_1}$ и тогда будет

$$F_g = \frac{1}{k} \cdot \frac{W_g}{T_0 - T_1 - t_1 + t_0} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_1}{W_g} \dots \dots (40)$$

На основании этого ур. макс. количество теплоты, которое должно быть отнято от газов и зная температуры T_0, T_1, t_0 , и t_1 , можно будет определить величину стенок в дымовом ходе.

Сравнение прибора с противоположными токами и прибора с параллельными токами.

Положим, что требуется определить стенку, которая отняла бы от газов количество теплоты W , когда температура газов, принадлежащих к стенке есть T_0 ; температура газов удаляющихся от стенки T_1 , температура жидкости, принадлежащей к стенке t_0 и удаляющейся от стенки t_1 . Обе стенки сделаны из одного и того же материала, следовательно имеют одинаковую теплопроводность k и все теплота, теряемая газами W , никуда не передается иначе как в воду.

Вопрос состоит в том, какому прибору надо отдать предпочтение, с параллельными или обратными токами. Этот прибор будет выдвигать, который потребует энергии меньшего размера. Уравнение (34) для параллельных токов дает, что:

$$F_p = \frac{1}{k} \cdot \frac{W}{T_0 - T_1 + (t_1 - t_0)} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1}$$

а ур. (40) для противоположных токов дает:

$$F_g = \frac{1}{k} \cdot \frac{W}{T_0 - T_1 - (t_1 - t_0)} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0}$$

Для сравнения F_g и F_p мы поставим как и при сравнении комбинированного прибора и прибора с параллельными токами, напишем:

$$t_1 = t_0 + \theta$$

при этом означении получим:

$$F_p = \frac{1}{k} \cdot \frac{W}{T_0 - T_1 + \theta} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_0 - \theta}$$

и $F_g = \frac{1}{k} \cdot \frac{W}{T_0 - T_1 - \theta} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_0 - \theta}{T_1 - t_0}$

На основании указанного рассуждения логарифмов, (2) для этих равенства можно заменить двумя следующими:

(*) В известной степе

$$\log(1+x) = +x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} \dots$$

заменяя x величиной $-x$, получим:

$$\log(1-x) = -x - \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} - \frac{x^5}{5} \dots$$

Вычитая второе уравнение из первого, получаем:

$$\log \frac{1+x}{1-x} = 2 \left\{ x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} \dots \right\}$$

Положим теперь $1+x = m$ и $1-x = n$, тогда вычитая второе из первого получим $2x = m - n$ или:

Значит получим $2 = m + n$ разделив одно на другое получим

$$x = \frac{m-n}{m+n}$$

Получившаяся формула означает в том, что:

много строк, получим:

$$\lg \frac{m}{n} = 2 \left\{ \frac{m-n}{m+n} + \frac{1}{3} \left(\frac{m-n}{m+n} \right)^3 + \frac{1}{5} \left(\frac{m-n}{m+n} \right)^5 + \frac{1}{7} \left(\frac{m-n}{m+n} \right)^7 + \dots \right\}$$

$$F_p = \frac{1}{k} \frac{W}{T_0 - T_1 + \theta} \cdot 2 \left\{ \frac{T_0 - T_1 + \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} + \frac{1}{3} \left[\frac{T_0 - T_1 + \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} \right]^3 + \frac{1}{5} \left[\frac{T_0 - T_1 + \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} \right]^5 + \dots \right\}$$

$$F_g = \frac{1}{k} \frac{W}{T_0 - T_1 - \theta} \cdot 2 \left\{ \frac{T_0 - T_1 - \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} + \frac{1}{3} \left[\frac{T_0 - T_1 - \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} \right]^3 + \frac{1}{5} \left[\frac{T_0 - T_1 - \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} \right]^5 + \dots \right\}$$

или по сокращению обрнем строки:

$$F_p = \frac{2W}{[T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta]k} \cdot \left\{ 1 + \frac{1}{3} \left[\frac{T_0 - T_1 + \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} \right]^2 + \frac{1}{5} \left[\frac{T_0 - T_1 + \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} \right]^4 + \dots \right\}$$

$$F_g = \frac{2W}{[T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta]k} \cdot \left\{ 1 + \frac{1}{3} \left[\frac{T_0 - T_1 - \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} \right]^2 + \frac{1}{5} \left[\frac{T_0 - T_1 - \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} \right]^4 + \dots \right\}$$

Знаменатели соответствующих членов в обоих строках взаимно равны, а числители в строке F_p больше соответствующих числителей строки F_g , некоторая конечно переработка. Из этого следует, что $F_p > F_g$, если только приведенной строки сумм рядов сходящихся и представляющих собою развертываемую функцию.

Для доказательства сходимости рядов остановимся на ряде F_p . Запишем $\theta = t_1 - t_0$. В таком случае:

$$\frac{T_0 - T_1 + \theta}{T_0 + T_1 - 2t_0 - \theta} = \frac{T_0 - T_1 + t_1 - t_0}{T_0 + T_1 - t_1 + t_0} = \frac{T_0 - t_0 - (T_1 - t_1)}{T_0 + t_0 + (T_1 - t_1)} = x$$

В котором всегда имеется $t_1 < T_1$, значит $T_1 - t_1 > 0$ и по этому $x < 1$. Известно, что геометрическая прогрессия

$$1 + x^2 + x^4 + \dots$$

есть ряд сходящийся, а если умножить его члены на числа меньше единицы, т.е. если возьмем:

$$1 + \frac{1}{3} x^2 + \frac{1}{5} x^4 + \frac{1}{7} x^6 + \dots$$

то это есть ряд еще быстрее сходящийся. И так действительна

$$F_p > F_g$$

А выше было найдено, что $F > F_p$, следовательно

$$F > F_p > F_g.$$

Это значит, что при обстоятельствах одинаковых относительно количества передаваемой теплоты и температуры нагревающей и нагреваемой, поверхности эти нагрева в данных случаях будут зависеть от рода движения жидкости или от рода прибора: котельный прибор потребует наибольшую поверхность нагрева F , прибор с параллельными токами потребует несколько меньшую поверхность F_p и наконец наименьшая поверхность F_0 понадобится в случае прибора с противоположными токами.

Для численного сравнения возьмем опять: $W=118500$, $T_0=800$, $T_1=300$, $t_0=10$ и $t_1=150$, $K=23$ тогда по уравнению (40) получим:

$$F_0 = \frac{1}{3} \cdot \frac{118500}{800-300-150+10} \lg. \text{nat.} \frac{800-150}{300-10} = 11,45$$

и вообще можно найти, что при этих же обстоятельствах

$$F_p = 14,09 \text{ и } F = 15,44.$$

Влияние стенок жарового хода на принадлежность поверхности нагрева, на охлаждение газов в приборах с параллельными токами и с токами противоположными.

В этих приборах, подобно тому как и в котельных приборах, при одном и том же охлаждении газов поверхность нагрева потребует быть такой же, когда все стенки жарового хода будут соприкасаться поверхностью нагрева и напротив, тогда поверхность нагрева будет меньше, если только жаровые ходы будут

ограниченны еще и такими поверхно-
 стными, которые въ составъ поверхно-
 сти нагрѣва не входятъ. Оно и понят-
 но: охлаждение газовъ производится по-
 верхностными нагрѣва и другими повер-
 хностными и хотя эти послѣдніе отни-
 маютъ теплоты при равенствѣ пло-
 щадей гораздо меньше, но все таки отни-
 маютъ и слѣд. по которой доля поверхно-
 сти нагрѣва ими будетъ изменена.
 Изъ этого не слѣдуетъ заключать о во-
 годности вводить другія поверхности
 въ число техъ, которые окружаютъ
 жаровые ходы, какъ это было пока-
 зано при изысканіи котельнаго прибо-
 ра. Это невыгодно потому, что часть
 теплоты уходитъ въ атмосферу.
 Точное опредѣленіе количества тепло-
 ты, теряющагося при приборѣ съ па-
 раметрическими токами и токами
 обратными, представляетъ весьма слож-
 ный затрудненіе, но ясно, что если эти-
 ки, доставляющія въ жаровые ходы
 поверхности, не входящія въ составъ
 поверхностей нагрѣва, будутъ добав-
 лены только и будутъ соединены съ дру-
 гими проводниками, то потеря не бу-
 детъ особенно велика. Впрочемъ въ
 этихъ приборахъ, также какъ и въ ко-
 тельномъ, потеря будетъ около 6%.
 Если возмемъ въ виду отъ этого степенно
 возможности, то можно будетъ считать,
 что потеря будетъ еще менше. Общественно такъ
 это и признаютъ. — И такъ въ числу допу-

щений, которые были до сих пор сдвинуты относительно одинаковости температур во всем поперечном сечении газа и также равенства температур во всем поперечном сечении воды, присоединяется еще новое, состоящее в том, что теплота, теряемая газами, вся без исключения передается воде.

Коэффициент полезного действия поверхности нагрева.

Жаровые воды устроиваются с тем, чтобы от газов отнять извешенную долю теплоты, развитой в них сожиганием топлива. Чем большая доля теплоты, развитой в газах, будет отнята поверхностью нагрева, тем скорее будет употреблено топливо. Отношение между количеством W' перешедшем в воду из газов через некоторую поверхность нагрева F и количеством теплоты W , развитой в газах, в тот момент, когда они притекают к этой поверхности нагрева, которое будем обозначать η , т. е.

$$\frac{W'}{W} = \eta.$$

называется коэффициентом полезного действия этой поверхности нагрева. Надо обратить особенное внимание на то, что было бы крайне неграмотно судить о большей или меньшей выгодности котла со всеми его принадлежностями, на основании величины η , соответствующей этому котлу. Могут быть и бывают такие случаи, где котел, которому соответствует η меньшее число градусов.

му котлу, будет тем не менее вы-
ходные этого последнего. Все это рассасывает
ся также.

Зависимость величины поверхности
нагрева от величины коэффициента
полезного действия.

Выше были введены ур., определяющие
величину поверхности нагрева как зависи-
мости от количества, передаваемой те-
плоты. Эти ур-ны. были для котельного
прибора: ур. (17)

$$F = \frac{dQ}{k} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_1} \dots \dots \dots (17) \text{ bis.}$$

Для прибора с параллельными токами ур. (33)

$$F_p = \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{\frac{1}{d_0} + \frac{1}{d_1}} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1} \dots \dots \dots (33) \text{ bis.}$$

и наконец для прибора с противополож-
ными токами уравнение (38)

$$F_d = \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{\frac{1}{d_0} - \frac{1}{d_1}} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0} \dots \dots \dots (38) \text{ bis.}$$

Все эти форм. не трудно преобразовать,
так что во всех войдет величина μ .

Действительно, количество теплоты W ,
которая заключается в газе в момент
его прихода к поверхности тогда, когда
его температура есть T_0 и когда будем
рассматривать то количество газа, ко-
торое притекает в продолжении газа,
определяется произведением количест-
ва газа по объему, теплоемкости и тем-
пературы, т. е.

$$W = L \cdot C \cdot T_0$$

В момент ухода от поверхности
газ имеет температуру T_1 , следовательно,
его количество L сохранит в се-
бя теплоту, определяемую произведением:

$$L \cdot C \cdot T_1.$$

Количество тепла, отданное газам и согр. переданное поверхностью партрубы воде, будет очевидно равно этих количеств, следовательно:

$$W' = \alpha \cdot G (T_0 - T_1)$$

и потому

$$\rho = \frac{W'}{W} = \frac{\alpha G (T_0 - T_1)}{\alpha G T_0} = \frac{T_0 - T_1}{T_0}$$

Ясно, что с помощью этого уравнения

$$\rho = \frac{T_0 - T_1}{T_0} \dots \dots (41)$$

можно исключить из уравн. (17) vis , (18) vis и (28) vis величину одной из температур — T_0 или T_1 . Обыкновенно T_0 бывает определено, как напр. тисим, что она есть температура газов в топке, или может быть определено иногда другим условием, а T_1 может исключаться соответственно с тисим, какой коэффициент полезного действия скелатом получим.

Напр. если $T_0 = 1000$ и желательны следующие

$$\rho = 0,50; 0,60; 0,70; 0,75; 0,80,$$

тогда должно быть

$$T_1 = 500^\circ; 400^\circ; 300^\circ; 250^\circ; 200^\circ$$

И так исключив T_1 из вышеуказанных трех ур. и для этого определим его из ур. (41), получим, что

$$T_1 = T_0 (1 - \rho).$$

Вставляя в вышеуказанные три ур. получим для конечного прибора:

$$F_k = \frac{\alpha G}{k} \lg. \text{нат.} \frac{T_0 - t_1}{T_1 (1 - \rho) t_1} \dots \dots (42)$$

На основании этого ур. можно будет найти величину той поверхности котла, которая должна служить для ограничения жаровых ходов, когда будут из-
Паровые котлы. Л. 12.

объемы количества горючих газов L , протекающих в час, их теплоемкость δ , теплопроводность стержня k , температура газов T_0 , протекающих в стержне, температура воды и пара в котле t , и коэффициент полезного действия ρ .

Напротив, зная все упомянутое количество и величину поверхности нагрева F_k , можно найти ρ , если обе части равенства умножим на $\frac{k}{L\delta}$ и разделим, что

$$-\frac{F_k \cdot k}{L \cdot \delta} = \lg. \text{nat.} \frac{T_0(1-\rho) - t_1}{T_0 - t_1}$$

откуда уже находится легко, что

$$\frac{T_0(1-\rho) - t_1}{T_0 - t_1} = e^{-\frac{F_k \cdot k}{L \cdot \delta}}$$

или

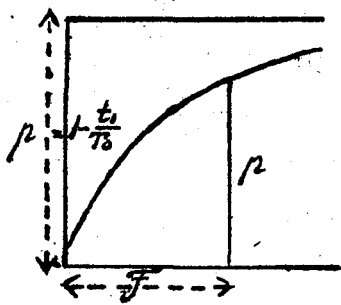
$$\rho = \left(1 - \frac{t_1}{T_0}\right) \left(1 - e^{-\frac{F_k \cdot k}{L \cdot \delta}}\right) \dots \dots \dots (43)$$

Отсюда видно, что изгибая величину поверхности нагрева, будем иметь самым изгибам и коэффициент полезного действия ρ . При $F=0$ величина $\rho=0$, ибо $e^0=1$. Затем, при возрастании F величина $e^{-\frac{F_k \cdot k}{L \cdot \delta}} = \frac{e^{-\frac{F_k \cdot k}{L \cdot \delta}}}{L \cdot \delta}$ уменьшается, стало быть $1 - e^{-\frac{F_k \cdot k}{L \cdot \delta}}$ увеличивается и ρ также увеличивается, но и при безудержном увеличении F , когда $e^{-\frac{F_k \cdot k}{L \cdot \delta}}$ обращается в 0, величина ρ достигает только значения

$$\rho = \left(1 - \frac{t_1}{T_0}\right)$$

например, при $t_1 = 150$ и $T_0 = 1000$, $\rho = 0,85$. Это $\delta\delta$, о чем очевидно предельное увеличение для ρ , которого оно никогда достигнуть не может и след. всегда будет меньше. Предельное, как видно становится тем больше, тем

меньше температура нагреваемой жидкости и тем больше первоначальная температура горючих газов, но даже и для весьма небольшой температуры $T_0 = 1200$, предельное увеличение $\rho = 0,90$. Чтобы с большим наглядностью представить себе изменение ρ , во зависимости от изменения F , возьмем прямоугольную и прямоугольную оси координат и будем по оси абсцисс откладывать величину F , а параллельно оси ординат соответствующую величину ρ . Кривая ограничивающая вершины перпендикуляров, выражающих значениями своей величины ρ , выразит закон изменения ρ в зависимости от F . Эта кривая обращена своею выпуклостью к оси абсцисс, т.е. имеет вид, показанный на фиг. Для доказательства этого положим в ось абсцисс



производную ρ , по F и посмотрим, какой она имеет знак, знак минус у этой производной будет подтверждением приведенного положения. Дифференцируем:

$$\frac{\partial \rho}{\partial F} = \left(1 - \frac{t_1}{T_0}\right) \frac{\kappa}{\Delta \sigma} e^{-\frac{F \kappa}{\Delta \sigma}}$$

еще раз взяв производную, получим:

$$\frac{\partial^2 \rho}{\partial F^2} = - \left(1 - \frac{t_1}{T_0}\right) \frac{\kappa^2}{\Delta \sigma^2} e^{-\frac{F \kappa}{\Delta \sigma}}$$

Эта вторая часть равенства остается отрицательной при всех значениях положительного F . Тогда на прилагаемую фигуру сейчас же видно, что слагаемая ρ довольно быстро возрастает выш-

ствъ съ возрастаниемъ F , но затѣмъ все медленнѣе и медленнѣе. Когда $F = \infty$ и слѣд. когда $\rho = 1 - \frac{t_1}{T_0}$ величина $(\frac{\partial \rho}{\partial F})_{F=\infty} = 0$ т.е. касательная къ нашей кривой становится параллельною къ оси абсциссъ и проведенная на разстоянiи $\rho = 1 - \frac{t_1}{T_0}$ прикасается къ кривой на бесконечномъ разстоянiи. Это значитъ, что упомянутая прямая есть асимптота къ кривой. Ниже приведенная таблица показываетъ зависимость между величиною поперечннети нагрѣтаго F_k и количествомъ горючихъ газовъ, протекающихъ въ часъ времени при теплопроводности стѣнки $\kappa = 23$ и различныхъ температурахъ T_0 и t_1 , считая при томъ теплоемкость газовъ $\epsilon = 0,237$.

Таблица величинъ отношенiй $\frac{F}{L}$,

1/2.	T_0 \ / \ t_1	133, 91.	144.	152, 22	159, 22
	0,50	1100	0,0086	0,0088	0,0091
мм	1000	0,0089	0,0090	0,0092	0,0093
50%	900	0,0091	0,0093	0,0095	0,0096
0,60	1100	0,0118	0,0121	0,0123	0,0124
мм	1000	0,0122	0,0124	0,0127	0,0129
60%	900	0,0126	0,0129	0,0132	0,0139
0,70	1100	0,0164	0,0169	0,0172	0,0175
мм	1000	0,0173	0,0176	0,0180	0,0184
70%	900	0,0177	0,0185	0,0190	0,0196
0,80	1100	0,0250	0,0264	0,0271	0,0282
мм	1000	0,0264	0,0281	0,0294	0,0311
80%	900	0,0289	0,0314	0,0331	0,0367

Для примѣра употребленiя этой таблицы, положимъ, что состоится угли и что въ часъ состоится 100 Kilogr. количества припекающаго воздуха положимъ будетъ 19 Kilogr.

на каждой килограмм угля, сгора-
 вательно полное количество образующих-
 ся газов $L = 2000 \text{ Killogr}$ в час. Предполагаем,
 что $T_0 = 1100$, устраниваемой котель даложем
 приготовивать парь 4^м атмосфера угу-
 юсти или температура $t_1 = 152,22$. На
 пересечении $S^{\text{м}}$ вертикального столба,
 соответствующего температур $t_1 = 152,22$
 с горизонтальными соответствующими
 температура $T = 1100$, находим числа,
 выражающие величину отношения поверх-
 ности нагрева F к количеству L , проти-
 воположные газам, т.е. отношение $\frac{F}{L}$, а именно
 для $L = 2000$ найдем, что если $p = 0,50, 0,60,$
 $0,70; 0,80$, то $F_k = 18,2; 24,6; 34,4; 54,2$ кв.
 метра. При употреблении на нагревание
 воды 50% всего количества топлива, за-
 жигающейся в топке, надо будет по-
 мотить в жаровнею ходов $18,2 \square$ мет-
 ра поверхности котла, если 6% тепла
 будут переданы воде, то жаровне
 ходы должны будут достигать уже
 $24,0 \square$ метра; наконец, при передаче кот-
 лу 80% всей теплоты, бывшей в газам,
 надо будет сделать поверхн. стенок в
 жар. ходов, принадлежащих котлу в
 $54,2 \square$ метра. Таким образом по поверх-
 ности $F = 18,2$ извлекается теплота значи-
 ко, сколько давали 50% от 100 или 50 Killogr.
 в час, а при $54,2 \square$ метра или 80% от 100
 или 80 Killogr. В каждой час в среднем
 употребляют 30 Killogr угля, которое те-
 ряется при 1^{ом} устройстве. Но если сде-
 ргается 30 Killogr. в час, то это полу-
 чается при затрате на $54,2 - 18,2 = 36$ кв.

метров поверхности нагрыва. Если 36 кв. миль пов. нагрыва выкаши бы расход в 500 руб. или 50 руб. ежегодно, то такое увеличение пов. только тогда выгодно, когда сберегаемое топливо в год будет стоить больше 50 руб. Если будем считать 12 часов работы в день и 280 рабочих дней, то всего будет потреблено 30.12.280 = 100 тонн или 3600 куб. см. дров, если уголь стоит дороже, т.е. 8 1/3 коп. за куб., то дровам стоит, а если дровяные, то конечно не выгодно.

Трибор с параллельными токами.

Известно из ур. (33), что $F_p = \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{\alpha_0} + \frac{1}{q_0} \lg \text{nat.} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1}$ и ур. (44) дает: $T_1 = T_0 (1-p)$.

Совокупность двух последних ур. дает

$$F_p = \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{\alpha_0 + \frac{1}{q_0}} \lg \text{nat.} \frac{T_0 - t_0}{T_0 (1-p) t_1} \dots (44)$$

и определяя отсюда p , получим:

$$p = 1 - \frac{t_1}{T_0} - (1 - \frac{t_0}{T_0}) e^{-F_p k (\frac{1}{\alpha_0} + \frac{1}{q_0})} \dots (45)$$

Из этого ур. получаем при $F_p = 0$, $p = \frac{t_1 - t_0}{T_0}$, но при этом не показав, что $t_1 = t_0$ и след. $p = 0$. В самом деле, когда нет такой поверхности, которая отнимала бы тепло от газа, тогда нет и охлаждения и $T_1 = T_0$, а как количество тепло-

та, отдаваемой газам, равно тому, которое принимается железом, то если

$$W = L \cdot \sigma \cdot (T_0 - T_1) = q_0 (t_1 - t_0), \text{ то при } T_1 = T_0 \text{ и } t_1 = t_0, \text{ т.е. при } F_p = 0 \text{ и } p = 0.$$

Увеличение F увеличивает и p (но F , ^{только если боится} ^{вычисл. логично.} ~~то~~

$$\left(\frac{\partial p}{\partial F}\right) = (1 - \frac{t_1}{T_0}) k (\frac{1}{\alpha_0} + \frac{1}{q_0}) e^{-F_p k (\frac{1}{\alpha_0} + \frac{1}{q_0})}$$

а если определим велич. этой производной при $F = 0$, то

$$\left(\frac{\partial p}{\partial F}\right)_{F=0} = k (1 - \frac{t_0}{T_0}) \cdot (\frac{1}{\alpha_0} + \frac{1}{q_0}).$$

Величина очевидно положительная и оно-
ло быть ρ возрастает при возрастании
 F . Предель, к которому стремится ρ соот-
ветствует $F = \infty$ и пр. $\rho = 1 - \frac{t_0}{T_0}$; очевидно,
для прибора с параллельными токами
предель ρ тот же самый, что и для ко-
тельного прибора.

Если бы зависимость между ρ и F вы-
разилась кривою, подобно тому как было
указано для котельного прибора, откладя
вал F по оси абсцисс и принимая ρ за
ординату, то отныне нами бы, что вто-
рая производная ρ по F есть величина
отрицательная.

$$\frac{\partial^2 \rho}{\partial F^2} = -k^2 \left(1 - \frac{t_0}{T_0}\right) \cdot \left(\frac{1}{\alpha c} + \frac{1}{\beta s}\right)^2 e^{-F\rho} \cdot k \left(\frac{1}{\alpha c} + \frac{1}{\beta s}\right)$$

След. и в приборе с парал. токами ста-
рала увеличение F производит большое
увеличение ρ , а потом увеличение ρ стано-
вится все меньше и меньше замедляясь.

Численное определение F по заданному ρ
или на оборот не представляет затруд-
нений при помощи ур. (44) и (45), когда все
оставшиеся величины будут известны.

Величину ρ следует избирать в кот-
лаке с парал. токами точно также,
как было изложено в приборе при
изучении котельного прибора.

Прибор с противоположными тока-
ми.

Сопоставляя относительно сюда уравн. (38)

$$Fg = \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha c} - \frac{1}{\beta s}} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0}$$

и ур. $T_1 = (1-\rho) T_0$

найдем из них совокупности, что

$$Fg = \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha c} - \frac{1}{\beta s}} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_1}{T_0(1-\rho) - t_0} \dots \dots \dots (46)$$

или

$$\rho = 1 - \frac{t_0}{T_0} \left(1 - \frac{t_1}{T_0}\right) e^{-\frac{F_g}{T_0}} \cdot K \left(\frac{t_0}{T_0} - \frac{1}{q_0}\right) \dots (47)$$

Из этого уравнения выведем, подобно-
тому, как было указано при приборе
с параллельными токами, что при $F_g = 0$
и $\rho = 0$. Определим величину $\frac{\partial \rho}{\partial F_g}$ при $F_g = 0$
найдем, что

$$\left(\frac{\partial \rho}{\partial F_g}\right)_{F_g=0} = K \left(1 - \frac{t_1}{T_0}\right) \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{q_0}\right)$$

Знак этой величины зависит от знаков
множителей $\left(1 - \frac{t_1}{T_0}\right)$ и $\frac{1}{T_0} - \frac{1}{q_0}$; известно,
что $t_1 < T_0$, следовательно $1 - \frac{t_1}{T_0} > 0$, а для опреде-
ления знака второго множителя надо при-
помнить, что

$$W = d \cdot b (T_0 - T_1) = q \cdot s (t_1 - t_0)$$

Разность $t_1 - t_0$ не бывает больше 180° ,
а разности $T_0 - T_1$ напротив не бывает
меньше 400° следовательно $T_0 - T_1 > t_1 - t_0$ и след.
 $d \cdot b > q \cdot s$, а отсюда следует, что всегда
 $\frac{1}{T_0} > \frac{1}{q_0}$ и $\frac{1}{T_0} - \frac{1}{q_0} > 0$, и так, как
является то, что

$$\left(\frac{\partial \rho}{\partial F_g}\right)_{F_g=0} > 0$$

и величина ρ увеличивается при увеличе-
нии F_g . Предель, к которому стремится
 ρ при безграничном возрастании
 F_g получается из ур. (47), когда найдем
поставив $F_g = \infty$, тогда найдем

$$\rho = 1 - \frac{t_0}{T_0}$$

Сравнивая этот предель с тем, что
было найдено для ρ при конечном
приборе и при приборе с параллель-
ными токами, увидим, что

$$1 - \frac{t_0}{T_0} > 1 - \frac{t_1}{T_0}$$

и с $t_1 > t_0$. Если бы $T_0 = 1000^\circ$, $t_1 = 150^\circ$ и
 $t_0 = 100^\circ$, то предель ρ в приборе с параллель-
ными токами будет $1 - 0,01 = 0,99$,

а в приборе с параллельными токами или в приборе котельном предель будет

$$1 - 0,15 = 0,85.$$

Из этого следует заключить, что прибор с противоположными токами представляет преимущество перед приборами с параллельными токами и котельным, ибо допускает несравненно более выгодное применение топлива, так как предель для коэффициента полезного действия в этом приборе больше, чем в двух других. Если обратим теперь внимание на ур. (41) и напомним его в виде:

$$T_i = T_0 (1 - \rho)$$

то увидим, что чем больше будет сдвигано ρ , тем меньше будет T_i , т. е. тем больше будут охлаждаться газы; и так, можно сказать, что прибор с противоположными токами, дает возможность более охлаждать продукты горения, чем другие два прибора.

Это преимущество прибора с противоположными токами может быть понято из простейших рассуждений. В приборе котельном газы газы отдают свое тепло от охлаждающей, по всюду одинаково нагретой и тем самым более от двигателя, тем больше охлаждаются и следовательно, тем дальше они двигаются, тем мень-

ше становится разность температур нагревающего и нагреваемой в тина; также самое окасывается и в приборе с параллельными токами, чем дальше двигается газ, тем больше нагреваемая жидкость принимает от нее теплоты и ясно, что передача теплоты стала бы невозможного, когда бы температура газов, появившаяся с температурой нагреваемой воды. Это в смысле физического, а в смысле технического передача теплоты воды от газов сдвигается невозможного, гораздо раньше, чем температура поровнивается, но через большую поверхность нагрева будет передаваться столь мало, что ввиду от бережений топлива не вознаградит затраты на устройство этой поверхности. Напр. весьма редко можно будет сдвигать разности меньше 100° и след. если температура нагреваемой жидкости 15° , то газы надо будет отвести при температурах 250° .

В приборе с противоположными токами, чем дальше двигается газ, тем больше они охлаждаются, тем больше холодной жидкости они отдают свою теплоту и если наиболее холодной жидкости будет 20° то сдвигать разницу температур нагревающей и нагреваемой в 160° при чем передача теплоты будет проходить гораздо лучше, чем при 100° полу-

чим газы, охлажденные до 180° т.е. отнимаем от них всю теплоту, которая соответствует разности температур $250 - 180 = 70$. Если первоначальная температура была 1000, то $70 : 1000 = 0,07$, что составит 7%.

Зависимость величин поверхности нагрева от количества испаряемой воды.

Поверхность нагрева строится для того, чтобы охладить некоторое количество газа и в то же самое время, чтобы нагреть или испарить некоторое количество воды.

В практических вопросах даже всегда и задают то количество жидкости, которое должно быть испарено. Основательно требуется обратиться к продолжению газа некоторое количество Q килограммов воды, имеющей температуру t_0 в паре данной упругости или температурой t_1 . Количество теплоты, необходимое для обращения килограмма воды, бывшей при 0° Ц., в пар какой бы то ни было из употребленных упругостей по правому Кельвина можно считать равным 650 единиц теплоты, а если вода имеет температуру t_0 , то количество теплоты, расходуемое на образование Q килограмм пара будет

$$Q(650 - t_0)$$

Пар почти всегда уносит с собою некоторое количество воды в капельном

состоянии, называя i число кинематиче-
ской пары в воде, которая соот-
временно описывает кинематическую пару, но
при Q и $killgr$. ее будет $Q.i$ и $killgr$. Во-
гда это будет момент между мемор-
рану t , как и пар.

Можно, что с помощью мощности
температуры воды можно вычислить
при этом меморану t и t_0 единично
и $killgr$. количество меморан необходимо
для нагревания до t , воды $Q.i$ кинематиче-
ской, и $killgr$ меморану t_0 , надо

$$Q.i (t_1 - t_0) \text{ единиц меморан}$$

Таким образом для нагревания
 Q и $killgr$ пара в расе, надо сообщить
когда еще меморан

$$Q (650 - t_0) + Q.i (t_1 - t_0) = Q \{ 650 - t_0 + i(t_1 - t_0) \}$$

это и есть то количество, которое до сих пор
не было охарактеризовано:

$$W = L.B (T_0 - T_1) = q.s (t_1 - t_0) = Q \{ 650 - t_0 + i(t_1 - t_0) \}$$

это и есть то количество, которое до сих пор
не было охарактеризовано:

$$W = L.B (T_0 - T_1) = q.s (t_1 - t_0) = Q \{ 650 - t_0 + i(t_1 - t_0) \}$$

определяя отсюда $\frac{1}{q.s}$ получим:

$$\frac{1}{q.s} = \frac{t_1 - t_0}{Q \{ 650 - t_0 + i(t_1 - t_0) \}} \dots \dots \dots (48)$$

а определяя $\frac{1}{L.B}$ и замечая, что $T_0 - T_1 = p$. T_0
найдем что

$$\frac{1}{L.B} = \frac{p \cdot T_0}{Q \{ 650 - t_0 + i(t_1 - t_0) \}} \dots \dots \dots (49)$$

Температуру T_0 весьма часто замещают
тем ее выражением, которое получается
когда замечают, что количество меморан
в B , сообщаемого в расе дает и единично
температуру при совершенном сгорании одного
кинематического, или p и t при той степени

современности, какая встречается в не-
равн и сверх того равномерна, что воз ме-
ншая р. В. Н, разбившаяся распределяет-
ся в равн и поднимается из меньша-
тупу с U_0 до T_0 , сурдов.

$$\mu. В. Н = L. \delta (T_0 - U_0) \dots \dots \dots (50)$$

отсюда

$$T_0 = \frac{\mu. В. Н}{L. \delta} + U_0 \dots \dots \dots (51)$$

На каждой килограмм мощности вознов-
ляется А килограммов воздуха, сурд.
на В. килограммов мощности будет
доставлено АВ. А всего, образовавшихся
расов, будет:

$$AB + B = (A + 1) B = L.$$

максимум образцов

$$L_0 = \frac{\mu H}{(A+1)\delta} + U_0 \dots \dots \dots (52)$$

Вводя это выражение в уравн. (49) най-
дем:

$$\frac{1}{L\delta} = \frac{p \left[\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + U_0 \right]}{Q [650 - t_0 + i(t_1 - t_0)]} \dots \dots \dots (53)$$

При помощи уравн. (48), (52) и (53) пред-
разучив уравн. (42), получим для комби-
наро прибора:

$$F_k = \frac{Q [650 - t_0 + i(t_1 - t_0)] \lg. nat. \frac{\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + U_0 - t_1}{\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + U_0(1-p) - t_1}}{k.p \left[\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + U_0 \right]}$$

$$\text{или } F_k = \frac{Q [650 - t_0 + i(t_1 - t_0)] (A+1)\delta \lg. nat. \frac{\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + U_0 t_1}{\left[\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + U_0 \right] (1-p) - t_1}}{k.p [\mu H + (A+1)\delta U_0]}$$

Для прибора с параметрами поком
упр. (44) выразим с упр. (48), (52) и (53) даем

$$F_p = \frac{Q [650 - t_0 + i(t_1 - t_1)] \lg. nat. \frac{\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + U_0 - t_0}{\left[\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + U_0 \right] (1-p) - t_1}}{\left[p \left(\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + U_0 \right) + t_1 - t_0 \right]}$$

$$\text{или } F_p = \frac{Q [650 - t_0 + i(t_1 - t_0)] (A+1)\delta \lg. nat. \frac{\mu H + (A+1)\delta(U_0 - t_0)}{\left[\mu H + (A+1)\delta U_0 \right] (1-p) - (A+1)\delta t_1}}{k \left[p \left(\mu H + (A+1)\delta U_0 + k(t_1 - t_0) \right) \right]}$$

Переходя к приборам с противоположными токами, надо будет иметь ур. (46), (48), (52) и (53), из них найдем:

$$F_g = \frac{Q \{ b\delta - t_0 + i(t_1 - t_0) \}}{K \left\{ \mu H \left(\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + u_0 \right) - (t_1 - t_0) \right\}} \lg. \text{nat.} \frac{\left\{ \frac{\mu H}{(A+1)\delta} + u_0 \right\} - t_1}{\left(\frac{\mu H}{(A+1)\delta} + u_0 \right) (1-p) - t_0}$$

$$F_g = \frac{Q \{ b\delta - t_0 + i(t_1 - t_0) \} (A+1)\delta}{K p \left\{ \mu H + (A+1)\delta u_0 \right\} - \alpha(t_1 - t_0)} \lg. \text{nat.} \frac{\left\{ \mu H + (A+1)\delta (u_0 - t_1) \right\}}{\left(\mu H + (A+1)\delta u_0 \right) (1-p) (A+1)\delta t_0} \quad (56)$$

Разделяя ур. (54) и (56) друг на друга, мы первое из них можем считать постоянным и второе, если только к второму сделаем дополнение, что $t_0 = t_1$.

След. уравнения (56) можно пользоваться для определения величины поверхности нагрева в приборах с противоположными токами и в некоторых приборах, начиная с этого последним считать ур. $t_0 = t_1$. При этом величину μ можно считать температурой атмосферного воздуха $u_0 = 0$. Тогда формул. (56) принимаем вид:

$$F_g = \frac{Q \{ b\delta - t_0 + i(t_1 - t_0) \} (A+1)\delta}{K \left\{ p \mu H + t_1 + t_0 \right\}} \lg. \text{nat.} \frac{\mu H - (A+1)\delta t_1}{\mu H (1-p) - (A+1)\delta t_0}$$

Отсюда можно найти отношение между величиной поверхности нагрева F_g и числом килограммов испаряемого пара.

$$\frac{F_g}{Q} = \frac{\{ b\delta - t_0 + i(t_1 - t_0) \} (A+1)\delta}{K \left\{ p \mu H - t_1 + t_0 \right\}} \lg. \text{nat.} \frac{\mu H - (A+1)\delta t_1}{\mu H (1-p) - (A+1)\delta t_0} \quad (57)$$

Чтобы составить себе понятие об этом отношении, позволим что отношение происходит каменным углем и что $H = 8000$, количество воздуха, доставляемого к нему $A = 10$, $\delta = 0,237$; масса такого свойства, что $\mu = 0,80$. Температура питающей воды $t_0 = 10^\circ$. Пар должен быть в атмосфере двойственной высоты, т. е. $t_1 = 152,22$, количество пара,

уносимой килограммов пара $t = 0, 2$ и стовыки листового стекла, след. $K = 23$.

Датным положением, что точка нулевого водится дровами, что $M = 3500$, $A = 10$.

Весь остальные величины так же самые.

Отношение $\frac{F}{a}$ будет изменяться при изменении r , поэтому вычитаем, предполагая:

$$r = 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80.$$

$$\frac{F}{a} = 0,0227; 0,0278; 0,0317; 0,0344; 0,0414 \text{ для угля.}$$

$$\frac{F}{a} = 0,0284; 0,0306; 0,0330; 0,0443; 0,0531 \text{ для дров.}$$

Обратные отношения будут:

$$\frac{a}{F} = 44,05; 36,90; 32,54; 28,98; 24,15 \text{ для угля.}$$

$$\frac{a}{F} = 35,22; 32,68; 26,31; 22,57; 18,83 \text{ для дров.}$$

Последние две строки очевидно показывают, какое количество килограммов пара может доставить средний листовой квадрат. метр поверхности нагреть при том или другом коэффициент полезного действия.

В котельном приборе:

$$r = 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80.$$

$$\frac{F}{a} = 0,0316; 0,0349; 0,0396; 0,0463; 0,0609 \text{ для угля при } A=19$$

$$\frac{F}{a} = 0,0578; 0,0671; 0,0824; 0,1223; \text{ невозм. для дров при } A=10$$

$$\frac{F}{a} = 0,0215; 0,0251; 0,0410; 0,0500; 0,0756 \text{ " " " } A=7$$

Обратные отношения суть:

$$\frac{a}{F} = 31,64; 28,65; 25,25; 21,37; 16,42 \text{ для кам. угля при } A=19$$

$$\frac{a}{F} = 17,30; 1,90; 13,13; 8,19 \text{ невозм. для дров при } A=10$$

$$\frac{a}{F} = 21,75; 1,49; 24,39; 20,0; 13,23 \text{ " " " } A=7.$$

Расматривая в приведенных таблицах отношения $\frac{F}{a}$ видим, что при одинаковых величинах a и одинаковом полезном употреблении топлива, поверхности нагреть должны быть больше в ко-

тепловой приборной, т.е. в приборе с противоположными токами, в приборах одинаковой системы при оттоке дровинах допускать будет больше, чем при оттоке каменными углями, если только воздух в том и другом случае выпускается в одинаковое место ради больше в том же необходимом количестве, наконец, при употреблении одного и того же топлива, придется допускать F больше, когда воздух выпускается больше и можно будет уменьшить F , если только будет уменьшен приток воздуха.

Это последнее обстоятельство вся система при сжигании $\frac{F}{a}$, найденного для дров, когда A киллограммов воздуха, доставляемого на один киллограмм дров равно 10, и когда то же самое $A=7$.

Определение размеров поверхности нагрева, когда нагревание происходит лучистым теплом и конвекцией газов.

В случае нагревания лучистым теплом, количество ее передаваемое котлу, как уже известно, есть некоторая доля W от всего количества Q . В. и теплоты, развившейся в топке. Обозначим вступавшую величину W и Q были уже указаны. Лучистым образом котлу будет передано

W. и. В. и.

а остаточная часть топлива W' необходимая для образования в кильграммов пара температура t , и вода, ильющей температура t_0 , при условии, что кильграмм пара уносит с собою i кильграммов воды, будет:

$$Q \{ b50 - t_0 + i(t - t_0) \} - \omega \cdot \mu \cdot B = W' \dots (53)$$

Эта величина W' и должна быть принята в соображение при определении величины поверхности нагрева.

Количество топлива W' должно составлять p процентов всего количества топлива, остающегося в газе, т.е. количества $(1 - \omega) B$. и, следовательно,

$$W' = p \cdot \mu \cdot (1 - \omega) B \dots$$

поэтому можно сказать, что

$$Q \{ b50 - t_0 + i(t - t_0) \} - \omega \cdot \mu \cdot B = p \cdot \mu \cdot (1 - \omega) B \dots$$

откуда

$$\mu B = \frac{Q \{ b50 - t_0 + i(t - t_0) \}}{\omega + p(1 - \omega)} \dots (54)$$

Затем температура газа T_0 при нагревании стенок котла существою температурою будет уже определится не так как дает ур. (51), а так как количество топлива, передаваемой газам уже не $\mu \cdot B$, а $\mu \cdot (1 - \omega) B$, то

$$T_0 = \frac{\mu \cdot (1 - \omega) B}{L \cdot G} + t_0 \dots (60)$$

или если отнять назовем A условную температуру воздуха, принимающего на один кильграмм топлива

ва, то

$$\alpha = (A+1) \beta$$

и тогда

$$T_0 = \frac{\mu(1-\omega)\beta H}{(A+1)\beta\delta} + u_0 = \frac{\mu(1-\omega)H}{(A+1)\delta} + u_0 \dots (61)$$

Определив температуру T_0 и газовая T_1 , температуру газа, удаляющегося от котла, можно будет сказать, что число единиц тепла N' , отдаваемой котлу газам, будет

$$N' = \alpha \cdot \beta \cdot (T_0 - T_1) \dots (62)$$

из этого последнего ур. и ур. (58) найдем, что

$$\frac{1}{\alpha\beta} = \frac{T_0 - T_1}{\alpha \{650 - t_0 + i(t_1 - t_0)\} - \omega \cdot \mu \cdot \beta \cdot H}$$

или газовая $T_0 - T_1 = p \cdot T_0$, получим при помощи ур. (61) и (59), что

$$\frac{1}{\alpha\beta} = \frac{\{\mu(1-\omega)H + (A+1)\beta \cdot t_0\} \{\omega + p(1-\omega)\}}{\alpha \{650 - t_0 + i(t_1 - t_0)\} \{(A+1)(1-\omega)\}} \dots (63)$$

Эти уравнения дают возможность определить величину погрешности магнетва котельного прибора, когда рой доускен доставляет в килограммов пара температура t , из воды температура t_0 , когда в килограмму пара приложено i килограммов воды. Действительно, в котельном приборе температура жидкости по всюду одна и также и охлаждение газов, прикасающихся к поверхности магнетва, подвернутого лужистой теплоотдающей поверхности, будет происходить точно также, как и там, где лужистая теплоотдающая не действует. Это допущение можно считать примерно, потому что

стыжки котлова дна котла весьма тонкими и глад. Большая разница температур на их поверхностях быть не может, глад. нагревается ли стыжка одним газом или, и газом и мушного теплотого, ее температура определяется еще температурой прикасающейся к ней воды, остается, можно сказать, без перемены. Нагревающие газы, охлаждаясь, при прикосновении со стыжкою правда, нагреваются мушного теплотого топлива, но это нагревание так мало действительствует на массу, что его можно считать не существующим. И так при определении поверхности нагрева котельного прибора, когда на которой ее части ей сообщается мушная теплота топлива, можно сказать, что при этих условиях поверхность нагрева определится точно также, как-бы без действия мушного теплотого, а одним прикосновением горячих газов и как-бы сгорело доставит в котел не все действительно требуемое количество теплоты, а только ту часть, которая равна разности между всеми требующимся количеством теплоты и тем, которое доставляется мушного теплотого. Эта разность определена ур. (58) и начальная температура

температура нагреваемого газа T_0 определена ур. (61):

Величина поверхности нагрева котельного прибора определена ур. (42), когда даны T_0 и количество охлаждаемого газа, необходимого для передачи в котель требуемого количества теплоты. Это количество охлаждаемого газа L дано уравнением (63) следовательно, преобразовывая уравнение (42) помощью уравнений (61) и (63) найдем величину поверхности нагрева F_k котельного прибора при известии его численного значения. Оно будет:

$$F_k = \frac{0.02 \{650 - t_0 + i(t, t_0)\} (A+1) (1-w)}{k \{ \mu(1-w)H + (A+1) \delta u_0 \} \{ \omega + \rho(1-w) \}} \lg \text{nat} \frac{(\mu(1-w)H + (A+1)(u_0 - t_0))^\omega}{\{ \mu(1-w)H + (A+1) \delta u_0 \} (1-\rho) - (A+1) \delta t_0} \quad (69)$$

В приборе с параллельными токами.

Количество теплоты, которое должно быть отдано газам котлу, может быть определено на основании уравнения (58). Количество топлива B сжигаемого в нем, может быть определено по уравнению (59).

Температура газов T_0 в первой точке их прикосновения с котлом также может быть определена из уравнений (60) или (61). Наконец, если известен T , температуру газов, удаляющихся от котла и ρ коэффициент

неизвестная зависимость паровла со-
 прикасающейся с горячим газом.
 мы относительно перегару темпе-
 ратуры воды, ур. (62) и (63) и многого при-
 шложение к приборам с парал-
 лельными токами. Таким же ме-
 нее, нельзя на основании уравнения
 (44) определить теперь T_0 . Это-
 го нельзя сделать потому, что урав-
 нение (44) было введено в предпо-
 лажении, что температура окружающей
 среды T_0 и T_1 и T_2 постоянны
 от температуры T_0 до T_1 , так-
 же потому, что температура
 газа уменьшается и увеличивается
 от T_0 до T_1 . Теперь к парам
 прибора температура T_0 и T_1
 не только от охлаждения
 газа, но еще и от перегару. Вот
 почему уравнение (44) не
 можно применять к приборам с
 параллельными токами на-
 до разделить на две части.
 Первая часть будет на, где при-
 бор подвергается воздействию су-
 хой температуры и вторая часть
 там, где сухой температуры
 нет. Для второй части при-
 бора уравнение (44) примени-
 мо при предположении, что
 входящий в него T_0 и T_1 ,
 но теперь в эту формулу на-
 до поставить не только T_0 и
 температуру, как у газа, но и

интеграл, при прикосновении к той части поверхности нагрева прибора, где цилиндрическая мембрана не действует. Это же самое надо сказать и относительно t_0 . Наконец надо заметить, что стоящее в уравнении (44) выражение $T_0(1-r)$ должно быть заменено величиной T_0 . Для первой части прибора закон передачи мембраны должен быть определен соответственно обстоятельством.

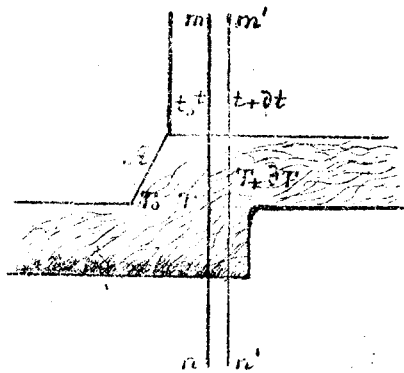
Относительно первой части прибора с параллельными мембранами, можно будет сказать, что при соприкосновении B цилиндрической мембраны, развивающейся в единичную мембрану из каждого цилиндрического при совершенном соприкосновении будет развито в точку: μ . B . и единичная мембрана и цилиндрическим образом будет передана: ω . μ . B . и.

Вся эта мембрана будет передана поверхности нагрева, находящейся в точке. Если назовем F' эту поверхность, то каждая единица площади этой поверхности передает весь мембрану

$K \perp \underline{\omega. \mu. B. и.}$

Принимая это законное положение и все прежде принятое, можно будет уравнением выразить зави-

сильности компрессии мембраны не-
регулярно тонкого слоя. Возьмем
опять две плоскости m и m' ,
расстояние между которыми непересекается
линии между ними поперечных



поверхности точки:
О. Ф. Величину поверх-
ности точки между
А и первого плоскостью
 m назовем F . Тем-
пература на плоско-
сти m в расах и вид

кости будет означать как, как
это показано на рисунке.

В таком случае можно будет
сказать, что вода, постепенно замкнуто
щей в продолжении раса, промежуточных
плоскостей, будет сообщено тем-
пература:

$$q. s. \Delta t$$

Заметьте, кстати, что все множи-
тели этого произведения, если поло-
жительны, ибо температура t воз-
растает.

Тогда, постепенно замкнуто
в продолжении раса промежуточных
между плоскостями m и m' , про-
дут в компрессии L , вид. поме-
рацию компрессии мембраны:

$$L. b. \Delta T$$

Это произведение отрицательное,
ибо ΔT по принятым уменьшению T
есть величина отрицательная, следовательно

добавительно можно получить количество теплоты, получаемое в единицу времени, надо к числу: - д.б. дТ прибавить еще количество энергии теплоты, передаваемой контуром перемещаясь дF. Это количество, очевидно есть к. дF, таким образом очевидно получается уравнение

$$q. v. dt = k' dF - d. b. dT \dots \dots (65).$$

С другой стороны, масса в дF элемент площади и dW элемент теплоты передаваемой в расч этого площади можно будет сказать, что

$$dW = \{ k' + k (T-t) \} dF \dots \dots (66).$$

Количество теплоты dW, получаемое контуром, передается вогну, следовательно оно равно q. v. dt. Таким образом два полученных уравнения дадут одно следующее:

$$k' dF - d. b. dT = k' dF + k (T-t) dF$$

или

$$- d. b. dT = k (T-t) dF \dots \dots (67)$$

Это уравнение дает возможность исключить из уравнения (65) величину дF и получить уравнение, связывающее только две переменных величины T и t. Полученное таким образом уравнение есть:

$$q. v. dt = \frac{k' d b}{k (T-t)} dT - d. b. dT$$

или

$$k. q. v. (T-t) dt + d. b. \{ k' + k (T-t) \} dT = 0 \dots (68).$$

Это дифференциальное уравнение можно интегрировать. Для удобства

интегрирования назовем $T-t=0$, тогда очевидно, $\partial T - \partial t = \partial 0$ и $\partial t = \partial T - \partial 0$; преобразовывая уравнение (68), получим:

$$\text{к.г.с. } \partial \partial 0 = \{ \text{д.б.} (\kappa' + \kappa 0) + \text{к.г.с.} 0 \} \partial T$$

$$\partial T = \frac{\text{к.г.с.} \partial \partial 0}{\text{д.б.} \kappa' + (\text{д.б.} \kappa + \text{г.с.} \kappa) 0} \dots \dots (69)$$

Прежде интегрирования этого уравнения надо найти соответствующие пределы переменных величин. Когда $T = T_0$, тогда $t = t_0$; назовем $T_0 - t_0 = 0$; другие пределы оставим T и 0 . Теперь, означая интегрирование:

$$\int_{T_0}^T \partial T = \int_0^0 \frac{\text{к.г.с.} \partial \partial 0}{\text{д.б.} \kappa' + (\text{д.б.} \kappa + \text{г.с.} \kappa) 0}$$

или

$$\int_{T_0}^T \partial T = \frac{\text{к.г.с.}}{\text{д.б.} \kappa + \text{г.с.} \kappa} \cdot \int_0^0 \frac{\text{д.б.} \kappa' + (\text{д.б.} \kappa + \text{г.с.} \kappa) 0 - \text{д.б.} \kappa' \partial 0}{\text{д.б.} \kappa' + (\text{д.б.} \kappa + \text{г.с.} \kappa) 0} \partial 0.$$

Отсюда очевидно

$$T - T_0 = \frac{\text{г.с.}}{\text{д.б.} + \text{г.с.}} (0 - 0_0) - \frac{\text{г.с.}}{\text{д.б.} + \text{г.с.}} \int_0^0 \frac{\text{д.б.} \kappa'}{\text{д.б.} \kappa' + (\text{д.б.} \kappa + \text{г.с.} \kappa) 0} \partial 0.$$

Это же уравнение можно написать так:

$$T - T_0 = \frac{\text{г.с.}}{\text{д.б.} + \text{г.с.}} (0 - 0_0) - \frac{\text{г.с.} \cdot \text{д.б.} \kappa'}{(\text{д.б.} + \text{г.с.})^2 \kappa} \int_0^0 \frac{\text{д.б.} \kappa'}{\text{д.б.} \kappa' + (\text{д.б.} \kappa + \text{г.с.} \kappa) 0} \partial 0.$$

Теперь под знакомы интеграла в числителе стоит полный дифференциал знаменателя, следовательно, после интегрирования получим:

$$T - T_0 = \frac{\text{г.с.}}{\text{д.б.} + \text{г.с.}} \{ T - T_0 + t_0 \} - \frac{\text{г.с.} \cdot \text{д.б.} \kappa'}{(\text{д.б.} + \text{г.с.})^2 \kappa} \text{lg nat.} \frac{\text{д.б.} \kappa' + (\text{д.б.} + \text{г.с.}) \kappa (T - t)}{\text{д.б.} \kappa' + (\text{д.б.} + \text{г.с.}) \kappa (T_0 - t_0)} \dots (70)$$

Это уравнение дает возможность определить соответствующих одна другой температуры T и t . Умножив обе части равенства на $\text{д.б.} + \text{г.с.}$, его

можно несколько упростить и полу-
чить:

$$g_s(t-t_0) = d\sigma(T_0 - T) - \frac{k'}{k \frac{1}{T_0} + \frac{1}{T_s}} \lg \text{nat.} \frac{d\sigma k' + (d\sigma + g_s) k (T - t_0)}{d\sigma k' + (d\sigma + g_s) k (T_0 - t_0)} \dots (71)$$

Одна из входящих сюда переменных температур T или t может быть определена только тогда, когда задана другая, чего обыкновенно не бывает, а известна бывает величина площади нагрева, соответствующая известным температурам. Чтобы определить одну из температур в зависимости от площади нагрева можно воспользоваться уравнениями (67) и (69), которые введя обозначение $T - t = \theta$, дадут

$$-\frac{d\sigma g_s d\theta}{d\sigma k' + (d\sigma k' + g_s k) \theta} = dF$$

взяв за интегрирование этого уравнения за пределы, что при $F=0$ величина $\theta = T_0 - t_0$ и при $F=F$, также $\theta = \theta$, таким образом найдем:

$$\int_0^F dF = -d\sigma g_s \int_{\theta_0}^{\theta} \frac{d\theta}{d\sigma k' + (d\sigma k' + g_s k) \theta}$$

или представляя предельные во второй части равенства и вводя в ней постоянные множители и дроби, получим:

$$\int_0^F dF = \frac{d\sigma g_s}{(d\sigma + g_s) k} \int_{\theta_0}^{\theta} \frac{(d\sigma k' + g_s k) d\theta}{d\sigma k' + (d\sigma k' + g_s k) \theta}$$

под знаком интеграла второй части равенства стоит в числителе полный дифференциал знаменателя, следовательно интегрирование даст:

$$F = \frac{d\sigma g_s}{(d\sigma + g_s) k} \lg \text{nat.} \frac{d\sigma k' + (d\sigma k' + g_s k) (T_0 - t_0)}{d\sigma k' + (d\sigma k' + g_s k) (T - t)} \dots (71)$$

На основании этого уравнения можно определить разность температур T' газа и t воды посылного какъ они прошли вдоль поверхности нагрева F . Масовенъ T_0' и t_0' температуръ газа и воды посылного какъ они прошли мимо всей поверхности F' нагреваемой лучистой теплоотой и вступаютъ въ ту часть прибора, где лучистая теплоотой уже не действуетъ. Уравнение (72) на этомъ случай будетъ:

$$F' \frac{d \cdot \delta \cdot q_s}{(d \cdot \delta + q_s) \kappa} \lg. \text{nat.} \frac{d \cdot \delta \kappa' (d \cdot \delta + q_s) \kappa (T_0 - t_0)}{d \cdot \delta \kappa' + (d \cdot \delta + q_s) \kappa (T_0' - t_0')} \dots \dots (73)$$

Изъ этого уравнения можно найти разность $T_0' - t_0'$. Двумественно, изъ этого уравнения:

$$\frac{d \cdot \delta \kappa' + (d \cdot \delta + q_s) \kappa (T_0 - t_0)}{d \cdot \delta \kappa' + (d \cdot \delta + q_s) \kappa (T_0' - t_0')} = e^{-\frac{(d \cdot \delta + q_s) \kappa \cdot F'}{d \cdot \delta q_s}}$$

$$\text{или} \quad d \cdot \delta \kappa' + (d \cdot \delta + q_s) \kappa (T_0' - t_0') = \left\{ d \cdot \delta \kappa' + (d \cdot \delta + q_s) \kappa (T_0 - t_0) \right\} e^{-\frac{d \cdot \delta + q_s}{d \cdot \delta q_s} \kappa F'}$$

откуда следует:

$$T_0' - t_0' = \frac{d \cdot \delta \kappa' + (d \cdot \delta + q_s) \kappa (T_0 - t_0)}{(d \cdot \delta + q_s) \kappa} e^{-\frac{d \cdot \delta + q_s}{d \cdot \delta q_s} \kappa F'} - \frac{d \cdot \delta \kappa'}{(d \cdot \delta + q_s) \kappa} \dots \dots (74)$$

Температура T_0 можетъ быть определена изъ уравнения (70), когда встанемъ туда T_0' на место T и t_0' на место t . Если это замѣнить въ ур. (70) примемъ еще:

$$T_0' - T_0 + \frac{q_s}{d \cdot \delta + q_s} (T_0' - t_0') - \frac{q_s}{d \cdot \delta + q_s} (T_0 - t_0) - \frac{\kappa' d \cdot \delta q_s}{\kappa (d \cdot \delta + q_s)^2} \lg. \text{nat.} \frac{d \cdot \delta \kappa' + (d \cdot \delta + q_s) \kappa (T_0 - t_0)}{d \cdot \delta \kappa' + (d \cdot \delta + q_s) \kappa (T_0' - t_0)}$$

Въ этомъ уравнении со второй части равенства, второй членъ можетъ быть замѣненъ второю частью равенства (74), а послѣдний членъ второю частью равенства (73), тогда по-

вычисляется:

$$T_0' = T_0 + \frac{q_s}{(\alpha\delta + q_s)^2} \alpha\delta k' + \frac{(\alpha\delta + q_s)k}{k} (T_0 - t_0) e^{-\frac{\alpha\delta + q_s}{\alpha\delta q_s} k F'} - \frac{q_s \alpha\delta k'}{(\alpha\delta + q_s)^2 k} - \frac{q_s}{\alpha\delta + q_s} (T_0 - t_0) + \frac{k' F'}{\alpha\delta - q_s} \dots \dots \dots (75)$$

Другая искомая температура t_0' определяется из уравнения (71), если во нем найдем T_0' и t_0' на место T и t , максимум обрасом найдемся, что

$$t_0' = t_0 - \frac{\alpha\delta}{(\alpha\delta + q_s)^2} \alpha\delta k' + \frac{(\alpha\delta + q_s)k}{k} (T_0 - t_0) e^{-\frac{\alpha\delta + q_s}{\alpha\delta q_s} k F'} + \frac{(\alpha\delta)^2 k'}{(\alpha\delta - q_s)^2 k} + \frac{\alpha\delta}{\alpha\delta + q_s} (T_0 - t_0) - \frac{\alpha\delta k F'}{q_s (\alpha\delta + q_s)} + \frac{k' F'}{q_s} \dots \dots \dots (76)$$

Найденные величины температур T_0' и t_0' надо подставить в уравнение (44) на место T и t и как еще касаюно T , на место $T_0(1-p)$, тогда найдемся величина поверхности нагрева a определяемого прибора и не подвергающаяся действию турбулентной теплоотдачи. В уравнение (44) входят разность T_0 и t_0 , т.е. надо будет взять $T_0' - t_0'$, поэтому, вычитая соответствующую часть уравнений (76) из (75) получим:

$$T_0' - t_0' = \frac{\alpha\delta k' + (\alpha\delta + q_s)k (T_0 - t_0)}{k (\alpha\delta + q_s)} e^{-\frac{\alpha\delta + q_s}{\alpha\delta q_s} k F'} \frac{\alpha\delta k'}{(\alpha\delta + q_s)k}$$

Итак, на основании уравнения (44), исконая часть прибора с параллельными токами F' определяется уравнением:

$$F_p = \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha\delta} + \frac{1}{q_s}} \lg. \text{nat.} \frac{\{\alpha\delta k' + (\alpha\delta + q_s)k (T_0 - t_0)\}}{k (\alpha\delta + q_s) \{T_0' - t_0'\}} e^{-\frac{\alpha\delta + q_s}{\alpha\delta q_s} k F'} - \alpha\delta \cdot k' \dots \dots \dots (77)$$

А полная поверхность подобного прибора с параллельными токами бу-

демь:

$$F_p = F + \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha\sigma} + \frac{1}{\rho\delta}} \lg \text{nat} \frac{\{\alpha\sigma k' + (\alpha\sigma + \rho\delta)k(T_0 - t_0)\}}{k(\alpha\sigma + \rho\delta)\{T_1 - t_1\}} \cdot \frac{-\alpha\sigma + \rho\delta}{\alpha\sigma\rho\delta} k F' - \alpha\sigma k' \dots \dots \dots (78)$$

Если бы экспериментально было определены величины F_p на основании требуемого количества пара α и удельного или количества воды i, a , температура пара t , и температурой воды t_0 ; теплопроводности топлива k , количество топлива B , степени совершенства его горения μ , коэффициент лучеиспускания ω и температура воздуха u , наконец, коэффициент охлаждения газов ρ , то надо было бы в уравнении (78) заместить $\alpha\sigma$ вторым членом уравнения (63), $\rho\delta$ заместить равным ему количеством $\alpha\{b_50 - t_0 + i(t_1 - t_0)\}$, T_0 заместить вторым членом уравнения (60), на место k' написать $\frac{\omega k \mu B}{F}$ и наконец, на место T написать $(\mu - 1) T_0$. Подстановками эти получается дробь только в числителе, ибо в буквах написанная формула получается крайне неудобной вид.

В приборах с противоположными токами надо поступать подобно тому, как было показано для приборов с параллельными токами, но по причине сложности вычисления и потому, что применение такого вычисления в практике не встречается - самое вычис-

сление не будет приведено. Все приборы с противутоками, вступающими на самом деле, всегда находятся в соединении с котельными приборами. Действительно суммой теплопотери подвергается прибор котельный, о котором уже было сказано.

Величина поверхности нагрева прибора, состоящего из соединения котельного прибора и прибора с противутоками.

Приборы этого рода часто изготавливаются из различных материалов, так что в приборе с противутоками коэффициент теплопроводности k , отличается от коэффициента теплопроводности котельного прибора.

Размеры этих приборов даются такие, чтобы вода в приборе с противутоками только нагревалась до температуры t , существующего пара, но, чтобы в паре не превращалась. В котельный прибор вода поступает при температуре t_0 , и там получает столько тепла, чтобы перейти в состояние пара. Для решения такого вопроса надо обратиться к ур. (19) т. е.

$$F_k = \frac{1}{k} \cdot \frac{W_k}{T_0 - T_1} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0}$$

относительному прибору и к уравнению (40), т.е.

$$F_g = \frac{1}{k_i} \cdot \frac{W_g}{T_0 - T_1 - t_1 + t_0} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0}$$

которое относится к прибору с противоположными.

Третье же всего надо заметить, что теплопроводность в приборе с противоположными считается k , на место k и радиус следует сказать сказать, что так как один прибор служит продолжением другого, то температура T_1 в уравнении (19) будет такое же T_0 в уравнении (40) и поэтому отъ нас обозначим T_0' . Эти два приведенных уравнения примут вид:

$$F_k = \frac{1}{k} \cdot \frac{W_k}{T_0 - T_0'} \lg. \text{nat.} \frac{T_0 - t_1}{T_0' - t_1} \dots \dots \dots (79)$$

и

$$F_g = \frac{1}{k_i} \cdot \frac{W_g}{T_0' - T_1 - t_1 + t_0} \lg. \text{nat.} \frac{T_0' - t_1}{T_1 - t_0} \dots (80)$$

Полное комплексное сопротивление, которое должно быть сообщено совокупности приборов, есть:

$$Q \{ b^50 - t_0 + i (t_1 - t_0) \}$$

Из этого комплексного сопротивления требуется на напряжение воды равна $Q (1+i) (t_1 - t_0)$ и должна быть передана прибором с противоположными, следовательно

$$W_g = Q (1+i) (t_1 - t_0) \dots \dots \dots (81)$$

а оставшаяся часть комплексного сопротивления, т.е.

$$Q \{ b^50 - t_0 + i (t_1 - t_0) - Q (1+i) (t_1 - t_0) \} = Q \{ b^50 - t_1 \}$$

должна быть передана котельным приборам; но количество W_k представляет только ту часть тепловой, передаваемой котельным приборам, которая ему отдается владельцами газам; следовательно W_k получится, когда от $Q \{650 - t_1\}$ отнимется всю сумму теплому ω .п.в.н., таковым образом:

$$W_k = Q \{650 - t_1\} - \omega.п.в.н.$$

или, на основании уравнения (59) можно написать:

$$W_k = Q (650 - t_1) \frac{\omega. Q \{650 - t_0 + i(t_1 - t_0)\}}{\omega + r(1 - \omega)} \dots (82)$$

Уравнения (81) и (82) определят W_k и W_g , следовательно, зная W_k и W_g и вставив их в ур. (79) и (80) получаются два уравнения, разрешающих три неизвестных, а именно: T_k , T_g и T'_0 . Для определения всех трех этих неизвестных надо еще одно уравнение, которое получится из того, что количество тепла, отдаваемой газам всему прибору будет

$$Q_0 \{T'_0 - T_1\} = Q \{650 - t_0 + i(t_1 - t_0)\} - \omega.п.в.н.$$

или

$$Q_0 \{T'_0 - T_1\} = \frac{Q \{[650 - t_0 + i(t_1 - t_0)](1 - \omega)r\}}{\omega + r(1 - \omega)}$$

и количество тепла, отдаваемой газам только прибору с противотоками, будет:

$$Q_0 (T'_0 - T_1) = Q (1 + i) (t_1 - t_0) \dots \dots \dots I$$

Из этих двух последних уравнений

получаем:

$$T_0' - T_1' = (1+i)(t_1 - t_0) \frac{\{T_0 - T_1\} \{\omega + p(1-\omega)\}}{\{650 - t_0 + i(t_1 - t_0)\} (1-\omega)} \dots \dots \dots \Pi.$$

а принимая, что $\frac{T_0 - T_1}{T_1} = p$ или $T_0 - T_1 = p T_0$, получим:

$$T_0' - T_1' = \frac{(1+i)(t_1 - t_0) \{\omega + p(1-\omega)\} T_0}{\{650 - t_0 + i(t_1 - t_0)\} (1-\omega)} \dots \dots \dots (83)$$

Стоимость такого определения T_0' , упр. (79) и (80) равносильна ее цене уже только по отношению к числу единиц, введ. в оборот, а не по отношению к сумме вводимой.

Корреспондентом нашего учета
решения вопроса о покупке
арбитражем и другими методами
и другими способами.

Из всего количества монетного содержания разумеется при конкуренции В киллер монетка в нем, безусловно, разумеется

р. В. и.

но не все это количество передается в оборот; одна часть ее р. В. и. не передается, а именно столько в оборот, сколько монетного, а из оставшейся части р. В. и. - ω р. В. и. = $(1-\omega)$ р. В. и. часть остается в руках, удаляющихся к труду и только доля, составляющая р. процентов не передается кому, следовательно, кому передается

ω р. В. и. + $p(1-\omega)$ р. В. и.

или

$\{ \omega + p(1-\omega) \}$ р. В. и.

Из этого видно, что корреспондентом

Половое число 1.14.

Данная А. В. В. В.

полемного употребления топлива —
да есть

$$p_1 = \mu \{w + p(1-w)\} \dots \dots \dots (84).$$

Коеффициент μ изменяется вместе с изменением w и если принять, что действительно

при $w = 0$	0,2	0,3
величина $\mu =$	0,80	0,72

и если допустить, что μ можно выразить в виде функции w , тогда

$$\mu = a + bw + cw^2$$

Определив a , b и c на основании вышеприведенных частных значений w и μ найдем, что

$$\mu = 0,80 - 1,7w - 0,166w^2$$

вводя это выражение μ в уравнение (84) найдем, что

$$p_1 = \{0,80 - 1,7w - 0,166w^2\} \{p + w(1-p)\} \dots (85)$$

Для определения как изменяется p_1 от изменения w можно взять производную p_1 по w . Таким образом получаем:

$$\frac{\partial p_1}{\partial w} = \{0,80 - 1,7w - 0,166w^2\} (1-p) - \{1,7 + 0,332w\} \{p + w(1-p)\}$$

если найдем 0 на w то будет:

$$\left(\frac{\partial p_1}{\partial w}\right) = 0,8 - 2,5p$$

Знак второй части равенства зависит от величины p . Пока p остается малым, до тех пор как $0,8 - 2,5p > 0$ и следовательно p_1 увеличивается при увеличении w , т. е. при малых коэффициентах полемного употребления топлива можно увеличивать нагрузку цепи только не-

плотной, а при больших величинах p , магнитный $0,8-2p < 0$, следовательно, уменьшается при увеличении ω , т. е. при больших коэффициентах поперечного действия темповая нагрузка увеличивается незначительно.

Чтобы коэффициент полезного использования темповой p , не уменьшился при увеличении ω , надо уменьшить p , т. е. надо иметь в приборе способность отнимать теплоту от газов. Невозможно получить величину p , которую оно имеет при $\omega=0$, затем $p_{0,2}$ и $p_{0,3}$ величины p , соответствующие $\omega=0,2$ и $\omega=0,3$. В таком случае, на основании ур. (84) можно будет написать, что при

$\omega = 0 \quad 0,2 \quad 0,3$
 $p_0 = 0,80p_0 \quad 0,75(0,2 + 0,8p_{0,2}) \quad 0,72(0,3 + 0,7p_{0,3})$
 и если желательны, чтобы p , постоянно было много одну и ту же величину, то надо, чтобы

$$0,80p_0 = 0,75 \{0,2 + 0,8p_{0,2}\}$$

$$\text{и} \quad 0,80p_0 = 0,72 \{0,3 + 0,7p_{0,3}\}$$

откуда находим, что

$$p_{0,2} = 1,33p_0 - 0,25$$

$$\text{и} \quad p_{0,3} = 1,59p_0 - 0,43$$

При помощи произведенных уравнений можно составить следующую таблицу:

$p_0 =$	0,40	0,50	0,60	0,70
$p_{0,2} =$	0,50	0,525	0,55	0,575
$p_{0,3} =$	0,50	0,525	0,55	0,575

$\rho_{0,2} = 0,418$ $0,581$ $0,745$ $0,913$
 $\rho_{0,3} = 0,365$ $0,573$ $0,754$ невозм.

Из рассмотрения этой таблицы видно, что при скелании извлекать 70% полезного газа из топлива, ко-
 ординативного полезного употребления
 газов должно возрастать при уве-
 личении W и даже $W = 0,3$ должно бы-
 быть больше единицы, что невозмож-
 но.

При извлечении 60% полезного сти-
 пения топлива оказывается, что при
 различных величинах W величина
 координативного полезного упот-
 ребления газа остается почти од-
 ни и той же, следовательно, перво-
 воначала можно бы было сказать,
 что повышение температуры тепло-
 тно не приносит ни вреда ни
 пользы, но если внимательно вни-
 мать, то оказывается, что
 при нагревании котла температурой
 теплового, газы в котле на-
 грываются до температуры волоконной
 температуры, а когда газы менее на-
 гротые присасываются к котлу,
 то такая сильная поверхность
 передается теплому теплому и тогда
 отдаст более количество тепло-
 та, надо увеличить поверхность
 нагрева, значит, если координатив-
 ный полезного употребления
 газа должно быть 0,75, то значи-
 тельно температура газа, удельно

старому его температура должна быть $\frac{1}{4}$ температуры газа в точке. Если температура газа в точке уменьшается, то и температура газа уменьшится во столько же раз. Труба дощевая, как увидим ниже, становится тем же деревом, чем и температура уменьшающихся газов; следовательно при $\mu = 0,60$ полное устройство котла, при и труба обойдется деревом при применении цинкового металла, дешевле, если цинкового металла не пользоваться.

Когда предполагается пользоваться только 50% или 40% полного количества металла соединяемого котла, т.е. когда считается достаточным иметь $\mu = 0,50$ или $\mu = 0,40$, тогда надо сделать по два расчета по меньшей стоимости устройства; один расчет, предполагая, что цинкового металла не пользоваться и другой, предполагая, что цинковая металл используется.

Оба расчета надо сравнить и это уравнение можно только показать, которое из расчетов цинкового металла выгоднее.

Влияние размеров попереч-

мощи стержней жаровых каналов
и других обстоятельств на ко-
эффициент теплоотдачи, передаваемое
отъемками котла воды.

Вот некоторые приведенные табли-
цы показывающие коэффициент те-
плоты, проходящей через данную
поверхность нагрева, должно рас-
считываться как среднее, то-
бы найти из которых принимается
точка анализа некоторых величин
а вовсе не полное определение их.
Действительно, эти таблицы вы-
ведены из формул, полученных
при некоторых предположениях.
Одно из предположений состоя-
ло в том, что вся часть газа
находящаяся на поверхности по-
верхности попеременно стержня имеет
одну и ту же общую тем-
пературу. При самом выводе
формулы было замечено, что
это предположение оправдывает-
ся тем лучше, чем уже бу-
дут стержни газа, протекающего
в каналах. Следов. величина
попеременно стержня имеет влия-
ние на охлаждение газов и влия-
ние величины попеременно стержня
газов было найдено Weiss'ом из
следующих формул годных
тогда, которых были приведены
под номерами (54), (55) и (56) с ре-
зультатами отсюда, произведен-

нонь в Мюнхазенс. Она на-
шесть, что существует зависи-
мость между количеством те-
плоты передаваемой водой, количест-
вом газа, протекающего и пло-
щадью попережного сечения жаро-
вого хода. Это примерно в три
оборота

(A+1) B

представляет число килограм-
мов газа, развивающегося в час,
в продолжении часа. Отмечая
 Q площадь попережного сечения жаро-
вого хода, выраженного в мет-
рах. В таком случае

(A+1) B

будет число, зависящее как от
количества газов протекающих
в час через попережное сечение,
так и от самой величины попере-
жного сечения. Это последнее
отношение по которому образом
определяется, на сколько темпера-
тура газов, прикасаю-
щихся к стенкам жарового
канала отличается от средней
температуры газов, находящихся
в одной и той же плоскости попережного
сечения жарового канала. Чем
больше будет приведенное от-
ношение, тем оно темнее
меньше величина Q и тем мень-
ше разность температурных тем-

пературъ. При этомъ и формулы будутъ ближе къ действительности. Наоборотъ, чемъ больше разность температуръ, темъ больше формулы должны отклоняться отъ нашедшаго опыта.

Для правильного применения формулы, надо придать ей шире количество к некоему мое значенію, или до сихъ перъ было принято. Подъ буквою K надо разсматривать не коэффициентъ теплопроводности стѣнки, а количество тепла, передаваемое стѣнкою отъ газа, и, вѣтннмъ образомъ перемѣнамаго. Зависимость K отъ стѣнки перемѣнаемости газа, или все равно, отъ отношения

$$\frac{(A+1)B}{2}$$

находится въ множествѣ полученныхъ результатовъ наблюдений.

Опытъ дають слѣдующіе результаты:

№	Обозначеніе котла и его свойства.	K	$\frac{(A+1)B}{2}$
1.	Котелъ металлическая, газъ со вѣтнн стѣнокъ окруженна поверхностью ма-гнѣка (трубчатый котелъ) приборъ котельный	27 26 26	15320 12780 10320
2.	Котелъ с металлическими ребрами внутренне окруженна, смазочное	24	3600

№	Обозначение котла и его свойства	к.	(А+В) В г
	Камель из чугуна металлургическая и кирпичная станины (котелъ съ кирпичными) приборъ котель- ный.	22 20	5220. 5400.
	<u>Свойства котла.</u>		
3	Котелъ съ тонкою, металлургичес- кими ребрами и кирпичными стани- нами часть соединеніе изъ тонкой и дуго по камель, образован- ными металлургическими и кирпич- ными станинами, котелъ по типу паров. въ рядъ тонкими тру- бокъ, приборъ частью съ парал- лельными токами, частью котельной (трубки камельной).	20 19,5 19	5612 6446 5530.
4	Котелъ, у котораго часть ребри- стого въ тонкой расположенъ три металлургическія трубы (ки- ричные), жаровые камель образованы металлургическими и кирпичными станинами (котель- ный приборъ)	19,5	5256
5.	Котелъ № 2 " "	19 18,5	5340. 3550.
6	Котелъ № 4 " "	18,5 17	5606. 5580.

№	Обозначение котла и его свойства.	№.	(A+1)B
			q
7.	Котелъ съ тремя металличе- скими цилиндрическими раба топкой, ртутной, газъ идетъ по каналамъ, образованнымъ ме- таллическими и чугунными стычками (приборъ съ противу- токами)	17	163.
		16,5	163
		16	1870
		15	243.
8	Котелъ подобный №3 " " " " " "	15.	2278.
		14	2280
		13.	2527.
9.	Котелъ №7 " "	1.	1296.
		1.	1348.
10	Котелъ съ металлическою топ- кою, откуда газъ поступаетъ въ раба топкой вертикальныхъ панельныхъ трубъ (приборъ съ параллельными токами).	114	2300.
		140	2320.
		105	1940.

Если исслани этой таблицы бо-
льшоваваться для того, чтобы величи-
ны $(A+1)B$ откладывать по абцисе-
самъ прямоугольной системы коорди-
натъ, а соответствующия к откелю-
дкамъ параллельно оси абцисатъ,
то полученной рядъ точекъ будетъ
лежать весьма близко къ кубичес-
кой параболѣ. Въ особенности, если
оставить въ старани котлы №7 и 9

и 10, в которых трубки латуны-
ной. Уравнение кубической парабо-
лы, близкой кь определенному ма-
ксимуму будеть:

$$k^3 = 1,907 \frac{(A+1) B}{q}$$

или

$$k = 1,24 \sqrt[3]{\frac{(A+1) B}{q}} \dots \dots \dots (86)$$

Отсюда оказывается, что если бы экс-
пансивно было доставлено 22 кило-
грамм воздуха на один кило-
грамм угля, то оказалось бы, что

$$\frac{q}{B} = \frac{1,907 (A+1)}{k^3} \dots \dots \dots (86)$$

при $A = 22$ и $k = 23$

$$q = 0,0036 B \dots \dots \dots (87)$$

При отношении газов двойное ко-
личество воздуха составляет 11,5 на
один килограмм угля, следовательно,

$$\frac{q'}{B'} = \frac{1,907 \cdot 11,5}{23^3}$$

откуда

$$\frac{q'}{B'} = 0,00196$$

Если же заметить, что количество
воздуха должно быть больше чем
угля в отношении 8000:3500, то на-
иметь

$$B' = B \cdot \frac{8000}{3500}$$

В последнем уравнении, заменив
величину B' величиною B , найдем,
что

$$q' = 0,00196 \cdot \frac{80}{35} \cdot B = 0,0045 B \dots \dots \dots (88)$$

Сравнивая уравнения (87) и (88) уви-
дим, что при отношении газов,
поперечном сечении скорового хобота
каждый метр больше, чем при от-
ношении каменного угля.

Уравнение (86) не должно одна-
ко рассматриваться как выражение
фундаментального закона, ибо, очевидно,
что при безграничном уменьшении r ,
нельзя безгранично увеличивать те-
плопроводность κ . Следовательно, это
уравнение надо рассматривать со-
общным приложить практически
попытку, пока κ , определяемое этими
уравнениями остается в пределах,
приведенных в отрывке; или, во вся-
ком случае, не много отклоняясь от
попытки. Три продолжения но-
вых работ Weiss соответствуют опре-
деленным κ и много больше того,
что дает выведенная форму-
ла и можно считать

$$\kappa = \sqrt[3]{(A+1)B}$$

Такая ошибка, определяя κ , со-
длаем ошибку в попытку увеличения
поверхности нагрева и следовательно
но, в попытку сбережения топлива.
В прямом случае можно сде-
лать ошибку в попытку сбережения за-
тратить на устройство, но во вред
уменьшению топлива. Кото-
рая из этих ошибок скорее мо-
жет быть допущена, это зависит
от того насколько топливо в каж-
дом случае. Если топливо
дорого, то лучше сделать
ошибку так, чтобы сберегалось
топливо, если же топливо очень

дешево, но лучше сделать ошибку так, чтобы устройство котла обходилось по возможности дешево. При устройстве сосудов содержащих воду, из чугуна; Weiss советует делать

$$K = 2\sqrt{\frac{(A+1)B}{4}}$$

ибо эта формула была также подтверждена опытами, подобно предыдущей. Другие писатели советуют делать так, чтобы в течение поперевого хода приходилось по 0.4 кв. метра на каждом из 100 килограммов каминного угля и в сутки оттопить двояким число найдется, когда представит себя, что точка дровами замощена каминного угольного топлива. При таком устройстве выходит для скелетного котла $K = 21$. Кроме поперевого газозора скоровало вода на компрессорном методе, передаваемой от газа вода, имеются другие и другие обстоятельства. Различия из причин, уменьшающих количество топлива, передаваемой вод газам, суть: капли, сажа и паровые пузырьки, прилегающие к стенкам, образующей поверхности нагрева.

Что касается максимей, то по опытам Трегана (Трахан) особенно из строгий извести, поминую

в $\frac{1}{8}$ дюйма, или $1,5 \frac{m}{m}$, уменьшилась —
 с тем же преимуществом сжигания на 147%.
 А в сочинении Морена (Morin, Mécanique
 pratique des machines à vapeur) при-
 водится следующий пример.

	Умно Killgr вотк и паре- ной в час.	Умно Killgr. при сожиг- ании в час.	Умно Killgr на кажд. Killgr момента.
Котел простой	200	23,5	8,50
Котел с образованной смазкой	136.	34,7.	3,87.

т.е. после долго продолжавшегося об-
 разования смазки, количество тепло-
 тота, проходящей через струю котла,
 уменьшилось в отношении $\frac{3,87}{8,50} = 0,48$.
 Таким образом оказывается, что об-
 разование смазки может произвести
 теплопроводность до 48% сравнитель-
 но с простым котлом.

Свой сажи, покрывающий струю
котла и достигавший толщины
 в $\frac{1}{8}$ дюйма или $3 \frac{m}{m}$, по опытам
 Граханта, почти совсем лишает
 струю возможности производить
 пар. Другой пример приведен в
 книге сажи приводимой Бенни (Benning)
 в его сочинении „A manual of the steam
 engine“ 1859 pag. 468. — На одном ко-
 радиусе больших размеров и с
 толстой трубкой на индикатор-
 ную паровую помпу в футовом
 в день предположения . . . по 3,5 ф.

въ 1 день плавления	3,6	фунта.
" 5 " "	4,68	"
" 11 " "	4,55	"
" 26 " "	5,32	"
" 30 " "	5,84	"
" 32 " "	4,65	"
" 35 " "	6,10	"

Увеличение расхода топлива, хотя не совершенно плавное и иногда даже уменьшающееся, темъ не менее ясно показываетъ на уменьшение теплопроводности.

Сравнение расхода топлива для съ расходомъ первого, приводитъ къ заключению, что $\frac{3,6}{6,10} = 0,59$ т.е. теплопроводность въ продолженіи 35 дней уменьшилась до 59% сравнительно съ первоначальнымъ. Необходимость оградить котлы отъ этихъ вредныхъ наслоений становится изъ вышеизложенныхъ примыровъ само собою очевидною.

Вредное дѣйствіе пуховъ пара, всасывающагося на стѣнкахъ легко объясняется, если только примемъ, что по указанію Редтенбаера, коэффициентъ теплопроводности изъ воздуха въ воду 23, а изъ воздуха въ паръ, даже пересчитанную стѣнку 12, а пересчитанную въразомъ будетъ около 6, такъ какъ пересчитанно въ паръ же хуже проходитъ, чѣмъ пересчитанно по крайней мѣрѣ при не-

резарт из воздуха в воздух, и так, если бы вся поверхность образует поверхность своего пара, то теплопроводность могла бы понизиться до 25%, но это не достигается. До настоящего времени почти невозможно было определить величину действительного уменьшения теплопроводности, но строгие измерения показывают, что вредного действия пузырькового пара выражается устройством так называемых циркуляционных котлов. - В котлах такого устройства вода находится постоянно в состоянии быстрого движения. Перегретая вода в доль стальной котла, она лишь испаряется и уносится в себя образующиеся на поверхности паровые пузырьки пара.

Котлы такого устройства, конечно, должны представлять при прочих равных обстоятельствах по сравнению с другими котлами с большим коэффициентом теплопроводности сравнительно с котлами в которых почти нет циркуляции, но до сих пор почти никаких опытов, указывающих величину действительного уменьшения.

Внезапно же практика, показавшая, что такое устройство не показало.

Устройство паровых котлов. Цели пре-
следуются строителями котлов: а, прочность
и безопасность, в, дешевизна устройства, с, де-
шеvizна употребления, д, удобство пользования,
е, удобство управления, ж, удобство ухода и ис-
правления, з, быстрота или правильность до-
ставления пара.

Изъ вышеприведеннаго перечня видно како-
 му большому числу условий должны удовлетво-
 рить строители котла, но между этими усло-
 виями почти ни одного можно отбросить — все
 они больше, или меньше относительны. И действитель-
 ными обстоятельства, при которых техника
 пользуется котлами — такъ разнообразны, что
 условие крайне важное въ одномъ случае не иг-
 рает почти ни какой роли въ другомъ. Котел,
 отдаленной въ пути несвѣдящихъ людей, очевидно
 не долженъ быть построенъ гораздо прочнее, чѣмъ
 въ томъ случаѣ, когда за котломъ будутъ по-
 стоянно наблюдать люди: инстинктъ и заботе-
 ресованное въ неправоности его. Дешевизна въ уст-
 роенствѣ иногда влечетъ за собою увеличение расхо-
 довъ при употребленіи и требуетъ такого раз-
 ложенія, которое вовсе не соответствуетъ исти-
 нно возможнымъ условиямъ при которыхъ употребе-
 ніе котла становится возможнымъ. Какъ бы
 дешево устройство котла въ видѣ проми-
 шлища парового съ наружной трубкой кот-
 ла нельзя поставить на паровозахъ, потому
 что требуемое или можно и или вовсе отсут-
 ствуетъ возможность устройства парово-
 за. Быстрота развитія пара, крайне важ-
 ная для паровыхъ машинъ, вовсе не производится
 отъ графитнаго котла, подъ которымъ можно
 развести огонь за часъ или больше до начала упот-

ребления пара.

Этих немногих указаний уже достаточно, чтобы убедиться в необходимости многих котлов различного устройства.

Если к этому еще прибавить, что эффективность устройства зависит от огромного числа факторов и временных и местных т.е. от рода и качества материалов, применяемых, различия в различных местах, от средств завода, приготовляющего котлы, от степени искусства или других работников, принимающих участие в устройстве котла. Это необходимость разнообразия в устройстве еще более ясно. Например, если на заводе есть хорошие кузнецы они могут сделать из железа много таких вещей, которых на других заводах, применяющих такие же искусные кузнецы, вовсе нельзя будет сделать.

Разнообразие в устройстве вызывается еще и тем, что, такое условие как например экономическое употребление топлива, зависит от столь многих и, к сожалению пока так трудно удовлетворять условий, что темники, и до сих пор, имеют разные взгляды на влияние различных элементов входящих в состав котла, на экономичность в топливе.

В заключение не следует упускать из вида и то, что экономия топлива, всякая функция многих переменных, может иметь одно и то же значение, при весьма разнообразных значениях переменных независимых. —

Следовательно экономическая стоимость пара, приготовляемого разными котлами, может быть одна и та же не смотря на очень большую разницу в эффективности котлов. Дав.

отвительно в настоящее время можно встретить огромное число разнообразных котлов, имеющих полное право на одновременное существование.

Они различаются формой и расположением сосудов или составными, устройствами и назначением топков. Различными придаточными частями или котловыми или содействовать экономии в топках (Economiser), или уменьшать среднюю температуру, применяющиеся в качестве котла при его нагревании напр. котел Фэрроу, или регулировать приток воды и пара (Бельваля пробора), или осушение пара (колпак, перегреватели) или наконец представлять скаменную накипь из этих металлов из от оседания вредных.

Форма сосудов.

Относительно формы сосудов, составных котел, надо сказать, что они сконструированы под влиянием необходимости иметь сосуды способные выдерживать довольно большие давления пара ~~и~~ вода направляется изнутри сосудов из наружу, под влиянием свойств этих материалов, из которых представляется возможность строить котлы, дешевле при покупке и дальнейшей эксплуатации и безопаснее во все время их действия, и наконец под влиянием этих металлов, которые требуют иногда особых форм преимущественно перед другими. Это последнее условие выражается в особом отношении при устройстве котлов для парового и пароводов. В этих случаях когда нет ни каких условий что может быть свойства, тогда котлы состоят из сосудов способных выдерживать образцы сопротивляются давлению изнутри, т.е. таких котлов которые при одинаковой величине повер-

хности имеют бы наименьший вес. С этой точки зрения манжурного формою представляется шаровая поверхность, затем круговой цилиндр, круговой конус, кольцевая поверхность, произведенная кругом и вообще поверхности вращения. Этими формами в большинстве случаев и пользуются и называют их плоскими отливками только в тех случаях, когда приготовление их становится особенно затруднительным или когда кругом формою котла представляют неудобства при монтаже котла, наконец есть примеры где строители вводили плоские отливки с тою только целью, чтобы иметь возможность как можно лучше отлить отливки котла.

Положение точки встраивается двоякое или точка монтируется вна сосудов, составляющих котел, — составляет как бы нечто отдельное от котла, или точка образуется отливками самих сосудов, содержащих воду — составляет с ними нечто целое.

Расположение сосудов

Расположением сосудов, составляющих котел, строители котлов достигают многих и разнообразных целей, имеющих иногда весьма важное значение. Действительно от расположения сосудов может зависеть:

- 1) пространство занимаемое котлом;
- 2) степень доступности всех его частей при постройке, ремонтах, очистках и исправлениях, а следовательно стоимость первоначального устройства и дальнейшего содержания;
- 3) количество воды, содержащейся в котле, которое обуславливает степень правильности

действия котла, большую или меньшую быстроту разведения паров и большую или меньшую опасность при взрывах.

4.) Расположение труб может быть преимущественно скопилось осадки — обстоятельство, имеющее очень большое влияние на долговечность и даже на безопасность действия котла: трубы больше теплоотдадут будут поугранить части котла, подверженные особенно накипи — трубы хуже.

5.) Относительное движение нагретой воды и нагретых газов: котлы могут подходить к приборам котельным, с параллельными токами или с противотоками. Относительная стоимость этих приборов уже известна.

6.) Больше или меньше сильная циркуляция воды и пара в котлах, следовательно большая или меньшая быстрота удаления пара от труб поверхностей на которых он образуется. Это обстоятельство имеет несомненное влияние на количество тепла переходящее от газов в котел и сколько остается пар в прикосновении с нагретыми стенками труб затруднительнее переходить теплоотдаче.

7.) Нагретие турбинного теплового.

8.) Расположение поверхностей относительно направления движения струй нагретого газа по мнению некоторых инженеров это обстоятельство очень важно, так как этим способом можно быть достигнута лучшая перемешивание и лучшее охлаждение газов, по мнению других вредное, ибо вытекают с турбинами перемешиванием.

и может быть лучшим объяснением производится многократным изгибанием в направлении и величине скорости движения газа - это влечет неволю в употреблении топлива.

д) Боле или менее свободное изменение формы сосудов, неизбежно. Являющееся при изменении температур разных частей сосудов. Промышленно важность свободного изменения формы сосудов можно видеть из следующего примера: железный стержень нагретый на 100 град. удлиняется на

$$0,0012$$

Следовательно отношение удлинения к первоначальной длине будет

$$0,0012$$

она выражена в миллиграммах, которая должна быть приложена на каждый квадрат. см. поперечного сечения этого стержня, способная привести его к первоначальной длине, получится если поделить число миллиграмм на 2000.000 т. е. 2400 килограммов. Эта сила наводнит уже за предельную упругости, по этому она, строго говоря не отвечает на вопрос, но в то же время становится очевидным, что вполне безбедное расширение произведенное теплотой, если не будет достигнуто выжимками стали, то эти силы могут вызывать в котлах крайнюю опасность наплевания.

Значение различных обстоятельств, влияющих при изгибании в направлении сосудов, весьма неодинаково в тех случаях в каких строится котлы: то что при одних условиях играет важную роль

даже первостепенную роль, то при других условиях становится или на второй или даже на последний план.

1, Пространство нужное для помпциента котла составляет вопрос первостепенной важности при устройстве паровозного, или парового котла, не имеет же почти никакого значения при устройстве котла фабричного, если его ставят вблизи и если можно на заводе не имеет ценности.

2, Стоимость первоначального устройства не имеет почти никакого значения, если котлы делаются для предприятий, обеспечиваемых большими средствами и, напротив дорого стоящий котел, не смотря на многие хорошие его стороны и даже на большую выгоду, которую он может доставить, в последствии вовсе нельзя будет взять, устраивая завод с меньшими средствами и, в особенности тогда когда эти средства достаются попомощью дорого стоящих займов.

Если в первом случае можно и часто дешево строить котлы не малых средств, только бы потом топливо употреблялось экономно и действие завода было безостановочное, то во втором, можно согласиться на многие последующие неудобства в употреблении меньших парат для способное экономное действие развиться и доставить средства к лучшему устройству.

Таким образом в первом случае ставит или несколько меньших котлов, чтобы немедленно замолот испортившиеся и требующие починки котлы, или ривинатор на довольно сложную конструкцию чтобы иметь возможность

быстро вынимать испортившиеся части и заменять их новыми.

Разумеется, что в таком случае мы на это подобное нельзя рожаться.

3.) Большой объем воды в фабричных котлах, действующих постоянно представляет много хороших сторон и неудобств для котла действующего по временам, по 3 по 4 часа в сутки, а для котла пожарной машины который должен быть и легок для перевозки и должен быстро разводить пар, большой объем воды просто нельзя допустить.

4.) Удаление может быть накопилось на котле отсюда вода на котле действуют очень горячие газы, чрезвычайно важно если предвидится, что котел будет питаться водой, содержащей много веществ, дающих осадки и, в то же время, теряет всякое значение если котел питается чистой водой, не дающей накипи.

5.) Относительное направление токов газа и воды никогда не обнаруживает такого сильного влияния, чтобы в разных условиях, которыми должен удовлетворить котел, стоять на первом месте, объём и направление движения жидкостей надо заботиться по мере удовлетворения условий более важных, куда относится удобство питания.

6.) Циркуляция воды в котле стоящем без всякого движения может гораздо более важное значение, чем для котла, находящегося в движении подобно паровозному.

7.) Употребляя топливо способное выделиться много лишней теплоты можно ее частью окружать точки установившимися стержнями, которые нагреваются с одной стороны и передают

металлы окисляются бы, с другой стороны водю. Напротивъ когда топливо не дает много лучистой теплоты и, въ какое время, выделяет много углекислородныхъ газовъ или паровъ точка должна быть сдѣлана или все, или по крайней мѣрѣ частию изъ дурныхъ проводниковъ. Съ цѣлю лучшаго сожиганія газовъ, способныхъ горѣть, сосуды котла иногда располагаютъ такъ, чтобы за точку была еще достаточно обширная камера, въ которой газы и пары могли бы перемѣшиваться между собою, дѣлалась на довольно большія разстоянія, безъ принужденія вѣтя ихъ окисляющими стѣнками и следовательно сохраняя ту температуру, безъ которой невозможно ихъ воспламенение.

Удовлетвореніе всѣхъ требованій, обуславливающихъ выгодное употребленіе топлива должно быть на первомъ планѣ, когда расходъ на топливо имѣетъ существенное значеніе и когда ни стоимость котла, ни назначенное для него помѣщеніе нисколько не препятствуютъ, но если котель долженъ быть дешевъ, или если употребленіе его предполагается только изрѣдка, подобно котлу паровой машины, то и удовлетвореніе приведеннаго здѣсь условія отодвигается на второй планъ.

8.) Отличіе металловъ отъ газовъ холодными поверхностями есть громадно различнае отношеніе, разсуждать объ немъ можно весьма разширно, потому теменьши, много въ виду устроить такіе поверхности, которыхъ отнимами бы газы, поступаютъ каждый сообразно своимъ помѣщеніямъ. Пьеръ Реденбахеръ

вместит со многими другими инженерами полагает, что направление в каком двигается струя газа относительно поверхности и время, в продолжении которого газ находится в прикосновении с поверхностью нагретая паровых котлов, немаловажно influentialное значение. Напротив другие инженеры полагают, что не только продолжительность времени прикосновения газа с поверхностью, но и направление, в котором двигается газ относительно нагретой поверхности, обнаруживаются такое влияние которыми техники не могут пренебрегать. (1)

Подразделение котлов.

Подразделить котлы можно на основании различных начал. Наиболее рациональное деление было бы на основании их внутренних свойств, или тех условий, которыми должны удовлетворять котлы, но это деление неудобно потому что не показывается прямо где эти или другие котлы употребляются, между тем как для техника это одно

- (1) В подтверждение правильности мнения Редактора относительно значения времени прикосновения, можно привести следующее. В паровых котлах газы двигаются или с той же средней скоростью как и в заводских котлах, или может быть быстрее, а длина дымоходов в паровых котлах по крайней мере в 4 раза короче чем в заводских котлах и тем не менее в паровых котлах топливо употребляется столько же экономно, как и в заводских, при том и число километров пара, доставляемого каждым квадратным метром парового котла, не меньше чем заводского.

изъ различныхъ обстоятельствъ. По этому-
то подразделяются котлы по признакамъ
ихъ устройства:

- 1, котлы для постоянныхъ машинъ,
- 2, котлы для машинъ иногда перемещае-
мыхъ.
- 3, котлы домашние.
- 4, котлы паровозные.
- 5, котлы пароходные
- 6, котлы пожарныхъ машинъ.

Каждый изъ нихъ можетъ быть подразде-
ленъ еще на отдѣлы и изъ которыхъ отдѣлы
распадаются еще на множество видовъ.

О числѣ отдѣльныхъ изобретений говоритъ
Виллукъ (Дурр) что въ Англии въ продолже-
нии 210 лѣтъ съ 1663 по 1873 было выдано 3000
патентовъ.

Въ курсъ не только не можетъ быть и
речи объ описаніи всѣхъ изобретений, но
нельзя описывать даже и дѣйствующую часть.
Напротивъ слѣдуетъ ограничиться только
на тѣхъ типахъ, которые въ технич. и
имѣютъ первенствующее значеніе, или ха-
рактеризуютъ направленіе современныхъ
стремленій.

Котлы для постоянныхъ машинъ.

Первое изъ появившихся котловъ имѣло фор-
му сосудовъ обожженно употребленныхъ въ
домашнемъ быту для кипяченія воды и мак-
симальное отношеніе состояло только въ томъ,
что они были закрыты герметически и что
пламя и горячіе газы прикасались не только
къ дну сосуда но и къ нижней части боковой
поверхности. Устройство котловъ въ видѣ
шаровъ, вертикальныхъ цилиндровъ или ко-

дусовъ съ вогнутыми крошкани и тоски-
ми или выпуклыми двумя парами парное въ
1863 Worcester'sons (Ворчестеронс) фиг. 2.
38 продолжалась Savery (Савери) 1698-1711
фиг. 39 Newcomen'sons (Ньюкоменонс) 1870
фиг. 40 и въ 1869 Smeaton (Смиттонс) внут-
ри большого цилиндрическаго горшка помп-
етный насосъ фиг. 41. Въ этотъ периодъ
употребленія паровъ очень малой упругости
материаломъ для устройства котловъ слу-
жили не только чугуны и шельдъ но, по словамъ
Тредголда,^(*) «извѣстный въ свое время
» практическій инженеръ James Brindley
» (Джеймсъ Бриндлей) старался усовершенство-
» ванъ устройство котловъ приготавливая
» изъ ихъ дерева и камня помпная чугуны-
» ную топку и трубу во внутрь воды, на что
» и были патенты въ 1859 году.»

Первый котелъ, имѣющій болѣе горизон-
тальное протяженіе чѣмъ вертикаль-
ное, былъ построенъ Уаттономъ въ 1788 г.
Поперечной разрывъ котла представляетъ
на фиг. 42. Постепенно видоизменяя,
Уаттонъ въ 1793 году построилъ горизон-
тальный еще котелъ уже совершенно
трубного какъ показывается фиг. 43. Какъ
видно на фиг. 42 и 43 топку помпная
подъ котломъ, а материаломъ для котловъ
были чугуны.

Въ 1800 Бриндлей осуществилъ своей про-
ектъ построить котелъ фиг. 44 изъ гранит-
на а топку и внутреннюю трубу изъ ш-
стеновой стали, а на шельдъ, въ томъ же ряду
(*) Tredgold on the Steam engine etc Vol I. John
Weale, London 1839. page 21.

Учитывая построим котель фрм. 45 деревян-
ной с штыдного внутреннего трубою. Око-
ло 1800 года было введено въ употребленіе и
местовое окелого для постройки котловъ.
Буря, указывая на строителей говоритъ
что въ 1800 были котлы показанные на фрм.
46, 47 и 48 въ трехъ разрядахъ: въ вертикаль-
ныхъ продольномъ и поперечномъ и въ горизон-
тальномъ.

Если обратить вниманіе на устройст-
во деталей штыдного котла, то можно
сказать что такіе котлы строились не рѣд-
ко и теперь.

Цилиндрический котель. Горизонталь-
ный цилиндръ, закрытый на концахъ полу-
шарами или луние поверхностями въ ви-
дѣ шаровыхъ сегментовъ, описанныхъ радиу-
сами равными диаметру цилиндра, пред-
ставляетъ простѣйшую форму штыдного упо-
требляемыхъ котловъ. Устройство этихъ
котловъ или местовъ окелого проще иль
устройство всехъ другихъ формъ следовательно
не требуетъ ни особаго хорошаго
окелого, ни особаго искусства со стороны ра-
бочихъ. Теперь для котловъ такъ называемыхъ
впачко то же самая простая такими обра-
зомъ цилиндрический котель одинаковаго
вѣса съ какими нибудь другими, будетъ сто-
ить значительно дешевле. Осмотръ котла
и его чистка какъ внутри такъ и снару-
жи очень удобна; починка такихъ котловъ
представляетъ наименьшія затрудненія,
большое количество воды, закипающей въ
этихъ котлахъ, при сравнительно не-

Большой поперечности соответствует уменьшению колебаний температуры в приготовляемом паре и означает эти котлы особенно пригодными в тех случаях, когда теплота доставляется недостаточно однородно, как например в тех случаях когда для парогенерации употребляются газы из доменной печи. В Англии есть много котлов где среди огромного числа (около 17000) самыми разнообразными котлами, цилиндрические котлы составляют одну четвертую часть.

В то же время как большой объем воды составляет достоинство высоко ценное в некоторых случаях, это же самое свойство при других обстоятельствах заставляет отказываться от этих котлов. Во всех тех случаях, где большой объем котла и большой его вес представляет особенные неудобства, такие цилиндрические котлы нельзя употреблять.

К числу недостатков этой системы относятся: 1, то что пакеты осаждаются на нижней части котла покрывают, между прочим и ту часть котла которая подвергается действию наибольшего пара. 2, из всей поверхности котла только одна половина составляет поверхность нагрева тогда как в котлах других устройств нагревается гораздо большая доля всей поверхности; следовательно для постройки котла, имеющего извешенную поверхность нагрева, придется при устройстве цилиндрического котла употребить материала больше чем при устройстве какого нибудь

другого, 3, поверхность нагрева цилиндрического котла трудно будет сделать много больше 50 квадр. метров следовательно считая по 28 килограммов с квадрат. метра поверхности получим 1400 килогр. пара в час. Между тем такой котел будет диаметром 1,350 а длиной 24,400, а высота с каменным кладком будет шириною около 2,850 и длиной около 28 метров или площадь в 80 квадр. метров.

На фиг. 46, 47 и 48 показано устройство котла и печи. Это устройство отличается от современного только тем что между топкою и дымовыми каналами I сделаны пороги, который выше остальных. Все остальное вполне остается и можно считать очень удобным когда требуется котел с поверхностью нагрева в 5-6 метр. Газы развившиеся под котлом в топке идут первыми дымовыми ходом I, поднявшись отсюда котла немного в верх они по коридору идут назад и идут каналом II, дойдя этим каналом до переднего конца котла, газы огибают котел с переди и, перейдя на другую сторону котла, направляются к дымовой трубе - каналом III.

Дымовые ходы I и II и потом I и III отделяются один от другого, как то видно на фиг. 47 и 48, узкими полосами каменной кладки ширины 70^{мм} или 80^{мм} ширины. Вдоль этих полос котел прикасается к каменной кладке и его поддерживается.

Дымовые каналы должны быть так расположены, чтобы в них мог проникать человек, для осмотра их на всем их про-

тяжести; с этого и было ее передней стѣны
 ит. клатки, противъ каналовъ II и III дѣлают-
 ся отверстія в и с, показанные на планѣ
 фиг. 48; эти отверстія должны быть такъ
 затворены чтобы неоставалось никаких щел-
 лей. Сверхъ того каналъ II и III надо дѣлать
 такой формы чтобы перелъ, накопленный
 въ нихъ, могъ вытекать не подлѣ котла, а ближе
 къ наружной стѣнѣ, для этого нижние края
 каналовъ, отдаленные отъ котла, надо сделать
 несколько ниже края цилиндрической
 котлу. Верхние края каналовъ II и III дол-
 жны быть выше нормального уровня воды
 приблизительно на 100^m или 150^m . Ширину
 канала I лучше всего дѣлать равную радиусу
 котла; при болѣе широкомъ каналѣ I со-
 ставляющей, на которой расположенъ весь
 котла и которая будетъ примыкающей къ кот-
 лу въ точкахъ присоединенія его съ полосами,
 разделяющими I отъ II хода и I отъ III хо-
 да, будетъ больше и котелъ гораздо будетъ
 подвергаться большому внешнему давлению.
 Относительно величины толщины поперечно-
 го сечения дымохода было уже изложе-
 но выше (см. стр.) и ближе отступлений
 было тоже указано (). Описанная
 маска цилиндрическаго котла удобно
 примыкаетъ пока котелъ не длиннее
 10^m . При болѣе длинныхъ котлахъ полная
 длина дымохода становится уже
 столь малой, что обожженныя средства
 тамъ оказываются слабыми. Въ северной
 Англии, гдѣ эти котлы употребляются во
 множествѣ при доменныхъ печахъ и ит.д.
 длины $18\frac{1}{2}$ метр. или 45 фут. а диаметр.

1220 = 4 фута, вмязка котла делается как показано на фиг. 49 продольный размер и 50 поперечный.

Котел помещается несколько наклонно на более тонкую и единственную дымовую ходовую. Котел над тонкою прикрепляют, противоположный ступицам. Для поддержания котла в этом положении над ним помещается несколько дуговых дуг a, a, a удаленных одна от другой приблизительно на 5-6 метров. Дуги, нижними концами опираются на каменную кладку как показано на фиг. 50. На поверхность котла соответственно каждой дуге a , прикрепляются дуги b, b, b из таврового железа L . К тавровому железу прикрепляются болты c, c, c , которые проходят через отверстия, соответствующие каждой из дуг a и на верхние концы болтов c, c навинчиваются гайки, которыми упираются на дуги a и удерживают котел на весу.

Подобные же таковы образом котлы представляют не мало затруднений. Во ^{свое} при нагретии и охлаждении они изгибаются своей дугой и обстоятельство это надо иметь в виду при устройстве труб, приводящих к котлу воду и отводящих из него пар и грязную воду. Это неудобство однако не столь велико как другое неудобство, происходящее от неоднородного нагретия верхней и нижней его половины. Оказывается, что не смотря на правильное натяжение болтов c, c при установке котла, они перестают поддерживать его, надвешивающийся образом, после некоторого времени действия котла. Нижняя часть напаров. котла Л. 16.

упробавсь болгое верхней эндомизмоммент ко-
 тель; онъ выгибается обращаясь выпуклостью
 внизъ. Изогнутой такимъ образомъ котель, съ
 принадлежными концами, остается подвѣ-
 шеннымъ по срединѣ; гайки крайнихъ бол-
 товъ, около концевъ котла, отдѣляются отъ
 дугъ а, а и перестаютъ его поддерживать.
 Котель подвѣшенный на своей срединѣ, дей-
 ствіемъ силы тяжести, изгибается отъ срединъ
 опускается концами. Такимъ образомъ си-
 ла тяжести, опуская концы котла внизъ, ра-
 стягиваетъ верхній фибръ котла и сжимаетъ
 нижній. При болъшой длинѣ котла сжа-
 тие можетъ возбуждать такіе силы упруго-
 сти, при дѣйствіи которыхъ, въ очень нагрѣ-
 той нижней части котла, останется посто-
 янное сжатіе. После охлажденія котла по-
 стоянное сжатіе останется въ нижнихъ фиб-
 рахъ и оно окажетъ короче верхнихъ; нули
 этого котель получитъ кривизну въ проти-
 воположную сторону - поднимется его срединъ
 а концы, напротивъ, будутъ опираться на
 болты с, с. Сильнѣющее нагрѣваніе сокра-
 шитъ котель и потому опять приподниметъ
 его концы, пройдетъ снова сжатіе фибръ
 нижней части и снова можетъ появиться по-
 стоянное сжатіе, после многихъ подобныхъ
 повтореній холодной котель можетъ быть
 сильно выгнута срединѣю въверхъ, а горячіи
 можетъ лежать всеми гайками своихъ бол-
 товъ с, с, с на круглыхъ дугахъ а, а. . . Явле-
 ніе это дѣйствительно постоянно наблюдает-
 ся и котлы этой системы не рѣдко попадаю-
 тся при чемъ полукаются попеременно трещина
 на нижней поверхности котла.

На фиг. 53 представлено 15 котлов надъ которыми было сделано наблюдение (*). Между прочимъ спороживший котелъ подъ №8, держался только концами; гайки средней дуги были приподняты на $\frac{1}{2}$ дюйма; гайки одной изъ соседнихъ со среднею дугъ были приподняты на $\frac{2}{3}$ дюйма а другой на $\frac{1}{4}$ дюйма.

Чтобы составить себѣ полное отъясненіе о тѣхъ свойствахъ упругости которыхъ могутъ раскидываться въ разныя стороны при наполненіи такого котла водою замѣтимъ, что длина котла между крайними точками опоры около 15.000, его діаметръ 1.220, толщина стѣнокъ 10, весь котелъ вмѣстѣ съ водою между крайними точками опоры около 21000 килограммовъ. Наибольшая сила упругости X найдется изъ уравненія

$$X \frac{\pi (122^4 - 120^4)}{32 \cdot 122} = \frac{21000 \cdot 1500}{3 \cdot 4}$$

откуда

$$X = 230 \text{ килограмм. на кв. сантиметр.}$$

Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ придутся заклепки напряженіе будетъ еще больше; но и найденное напряженіе уже столь велико, что многократное увеличеніе его можетъ произвести разрывъ.

Чтобы избѣжать вредныхъ напряженій въ котлѣ, проявляющихся при изгибахъ котла, когда нѣкоторыя гайки перестанутъ его поддерживать, предлагалось надъ гайки помѣщать опирающіяся пружинки какъ показано на фиг. 51 или на фиг. 52 или такъ какъ пружинки скоро портятся то подвѣшиваютъ котелъ съ помощью противобѣговъ какъ показано на фиг. 54.

Для устранения вреднаго дѣйствія накипей, осаждающихся на стѣнѣнахъ и на внутренности котла, предлагалось помѣщать внутри котла сесите-

(*) Engi. Review May 9. 1873. pag 327 and 328.

ные места соприкосновения в виде полуцилиндрических пробок как показано на фиг. 55. Вода в котле совершает движение, показанное стрелками и перемещает пакеты со стенок котла в сабуриней, где и помещаются их около порока а, а

Размеры котла. Три высоты нового котла таковы, что его стенок обыкновенно вращается в $10^{\frac{m}{m}}$. Таким образом при данной угловой скорости определенная диаметр котла, как то будет показано ниже. Вообще D редко бывает больше $1400^{\frac{m}{m}}$. Длина котла найдем из того условия, чтобы вся поверхность нагрева имела определенную площадь. Длину не делают больше 25^m . Из герметической видно что только половина поверхности котла приходится на поверхность нагрева. Назовем эту поверхность F , диаметр D , длину l найдем, что

$$F = \frac{\pi}{2} D l + \frac{\pi D^2}{4}$$

полная поверхность F будет определена уравнением

$$F = \pi D l + \frac{\pi D^2}{2}$$

Объем всего котла Q будет определен достаточно можно уравнением

$$Q = \frac{\pi D^2 l}{4}$$

Вода занимает обыкновенно около $\frac{2}{3}$ объема всего котла, следовательно если D и l будут в метрах, то P весь воды заключенной в котле будет

$$P = 667 \frac{\pi D^2 l}{4} \text{ килограммов.}$$

число килограммов воды приходящееся на каждый кв. метр поверхности нагрева называется p и найдем его равным

$$p = \frac{P}{F} = \frac{667 \frac{\pi D^2 l}{4}}{\frac{\pi D l}{2} + \frac{\pi D^2}{4}} = 667 \frac{D l}{2 l + D}$$

или так как D сравнительно с $2l$ весьма

не велико, то приблизительно

$$p = 333. D$$

Котлы, состоящие из совокупности не-
скольких цилиндрических.

Очень большая площадь нужна для по-
мощения цилиндрического котла, и поэтому
не очень большую поверхность нагрева, большой
весь самого котла и заключающей ее в себя
воды. составляют довольно крупные недостат-
ки цилиндрического котла, не всегда выкупае-
мые его достоинствами. Эти недостатки мо-
жно несколько уменьшить устройством кот-
ла, составленного из нескольких цилиндров.
Къ большому цилиндрическому котлу присое-
диняют один, или несколько других ци-
линдрических котлов, обыкновенно несколько
меньших диаметра чем большой. При-
соединяемые цилиндры могут быть распо-
ложены относительно большого весьма различ-
но; что касается самого помещения при-
соединяемых цилиндров, то они могут быть
сверху большого, сбоку или сверху его; оси
присоединяемых цилиндров обыкновенно на-
правляют или параллельно или почти па-
раллельно оси большого цилиндра. Присо-
единяемые цилиндры расположены под
котлом, иногда помещаются под самым
рышеткою и тем подвержены действию та-
мени и наиболее нагреваемых газов, а ко-
тел нагревается газами уже отчасти
охлажденными; иногда, напротив, рас-
шетка устроивается под большим кот-
лом и он подвергается действию тамен-
и и наиболее нагреваемых газов, а присо-
единяемые цилиндры нагреваются газами

удке отгавившим часть своей теплооты.
 Въ первомъ случаѣ эти цилиндры насаждаются
 съ киттильниками и котель насаждается кот-
 ломъ съ киттильниками; въ второмъ случаѣ
 эти последние насаждаются нагрѣвательны-
 ми трубами и въ обѣ трубы насаждается кот-
 ломъ съ нагрѣвательными трубами. Наконецъ
 бываетъ котлы съ киттильниками и нагрѣ-
 вательными трубами.

Переходъ къ изурению котловъ съ киттиль-
 никомъ и нагрѣвательными трубами на-
 до имѣть въ виду правило общее на которое
 было прежде указано, что металлическія стѣн-
 ки нагрѣваются съ одной стороны лучевою
 теплою или горячимъ газомъ непремѣн-
 но должны на другой сторонѣ выкасаваться
 къ водѣ, но не къ пару. Строго говоря, нельзя
 совершенно изгнать франкоязычій ея на-
 ромъ, ибо паръ образуется на нагрѣваемыхъ
 стѣнкахъ, но, по крайней мѣрѣ, надо чтобы
 паръ какъ можно скорее удалялся отъ стѣн-
 ки, тогда бы такимъ образомъ можно было
 собрать стѣнки сосудовъ отъ излишняго на-
 грѣванія и преждевременнаго перерастія.

Котлы съ киттильниками.

Одно изъ первыхъ расположений котла съ ки-
 ттильникомъ показано на фиг. 56, 57 и 58.
 Оно появилось въ Франціи около 1820 года.
 Въ первомъ видѣ это подъ котломъ болѣе
 по діаметру, помощенно два котла меньша-
 го діаметра — подверженны непосредственно
 му догнетвию пламени развивающагося
 на рѣшеткѣ, помощенной подъ ними. Эти
 котлы меньшаго діаметра и насаждаются
 киттильникомъ. Подъ ними же распо-

начается первый I дымовой ход. Боковая стенка и дно этого хода кирпичной, а верх частью кирпичной, частью затем кирпичными. Затем свободное пространство над дымовым ходом I и под котлом снизу и с боков ограничено каменным кладом а с верха самим котлом. Сверху того оно раздвигается на две части вертикального кирпичного стенового поставленного котлом, во всю его длину. Горение газов пройдя I^ю ходом поднимается немного вверх и поступают во II ход расположенный по одну сторону только что описанной вертикальной стенки; идя этим ходом газы направляют одним боком котла и пройдя до самого переднего его конца отбывают этот конец, переходят по другую сторону стенки и III^ю ходом направляют к заднему концу котла.

Кирпичники соединяются с котлом и, как видно на чертеже, из каждого кирпичника парь может удаляться из котла тремя короткими трубками. Иногда число трубок для каждого кирпичника, только две и бывали случаи устройством по одной. Три устройства одной трубкой парь с котлом долго застаивается в кирпичниках и верхняя часть их перегорает, такъ что теперь по одной трубке если и делаются такъ только при очень коротких кирпичниках.

Отсюда-то трубки, изъясняя которыхъ мы имеем возможность и составимъ наибольшій недостаток котлов этой системы. Вода из кирпичниковъ хлещет и

находится в непосредственном сообщении с водою, находится в котле, и хотя киттильники находятся под котлом и махнутая вода в киттильниках стремится подняться в верх в котел, но движение не настолько быстро чтобы всегда удерживать воду в киттильниках такой же температуры как в котле, а потому вода в киттильниках, в парат точке горячее чем в котле и газы, окружающие киттильники, горячее газов, окружающих котел поэтому и шпонки киттильников больше удлиняются, чем шпонки котла. При парат точке расстояние между нижними концами трубок, соединяющих котел с киттильниками, увеличивается больше чем между верхними концами. При охлаждении котла киттильники охлаждаются быстрее чем котел потому что масса воды, заключенной в них меньше чем в котле и сверху того холодные газы, проникающие из пера в трубу приходят в трубку скорее а к котлу являются по слою нагретая около киттильников. Таким образом при охлаждении, шпонки концов трубок а, а, а сближаются больше чем середина. Если трубки а, а, а имеют столь короткую длину сравнительно с их поперечным сечением, что не могут вытеснить за столько образ, а между ними пребывающей от них излив довольно великой? (x)

При таких условиях паринатом вытеснен

(x) О втроятой величине излива можно составить себе понятие из следующего при-

стычки котла и котлотильников около
могут соединить с трубами и эти мес-
та быстро портятся.

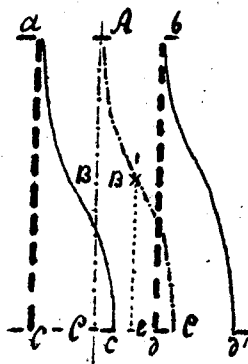
На фиг. 59, 60 и 61, показано расположе-
ние трех котлотильников под котлом
и тот способ который стараются умень-
шить вредное действие неодинакового рас-
ширения котла и котлотильников. Из гер-
метика видно, что только передние котлотиль-
ники, в которых больше образуется на-
паров соединяют двумя трубами с кот-
лом, а задние котлотильники имеют по
одной трубе и расстояние между труб-
ками уменьшено. Другой пункт года
даже еще не исправляется. С целью испра-
вить это готовали план соединить кот-
лотильников и котла так как показано
на фиг. 62 и 63. К котлу прикручивают
трубу а, к котлотильнику другую труб-
ку б. Вторая проходит сквозь колесо, при-
крепленное к шибке краю трубы а
со внутренней ее стороны. Между труб-
ками расстояние между двумя соединенными
трубками а, а расстояние будет, как га-
сто выражает 2 метра. Разность темпера-
тур стенов котлотильника и котла мо-
жет быть около 150°Ц . Удлинение
железа на каждые $100^{\circ} \text{Цельсия}$ состав-
ляет 1,001 первоначальной длины. Этого
было расстояние равное 2 метра и увели-
чилось на $1 \frac{m}{m}$. Расстояние между разными
концами других двух труб и увели-
чилось тоже на $1 \frac{m}{m}$. Если средняя трубка
останется на месте, то одна крайняя труб-
ка а должна изогнуться на $1,1 \frac{m}{m}$ в одну

котла a и b толщайется набивка. Чтобы давлением пара и воды котельных не удалялся от котла помощником болта d , сквозь головку которого пропускают гексу c' , а на другой конец болта d пропущенной гексы стержень c навинчивают гайку. Это устройство представляет много неудобств по содержанию. Теперь мы очень редко употребляем. При недостаточности воды, — неспособной давать накипи, представляют и другое неудобство, состоящее в том, что в котельных, над самым тонким, осаждаются много накипи от чего котельники скоро перегорают. Котлы этой системы весьма мало распространены и встречаются преимущественно только в местности около верховьев Рейна.

Относительные размеры в этих котлах таковы, что длина котла L в 4 до 8 раз больше диаметра его D

$$L = (4-8) D.$$

Диаметр котельников d составляет одну сторону, а другая в другую.



Если бы цилиндрические поверхности котла и котельника, окружающая отверстие для соединительной трубы, сохранили неизменно свою цилиндрическую форму не смотря на изгиб соединительной трубы, то эта последняя приняла бы вид по-

добной показанному на прилагаемом чертеже: предварительно прямая трубка $a b c d$ стала бы кривою $a b c' d'$ ее прямая ось $A B C$ стала бы кривою $A B' C'$. Нижняя половина трубы изогнулась бы точно также как и верхняя т.е. правая $B' C'$

но 0,4 или 0,5 диаметра конуса D .

$$d = (0,4 - 0,5) D.$$

Длина l конусовидной шпильки равна, или несколько больше диаметра d .

Поверхность напайки можно считать ее конусом равного поворота боковой поверхности цилиндра внешнего диаметра D и длины l ; ее конусовидная боковая поверхность цилиндра внутреннего диаметра d и длину l или просто l .

Полная поверхность напайки F найдем для конуса с 2^{ми} конусовидными

$$F = \frac{\pi D}{2} l + 2 \cdot 0,75 \pi d l$$

а если $d = 0,5 D$ то

$$F = 1,25 \pi D l.$$

Объем воды Q предположительно будет

$$Q = \frac{2}{3} \frac{\pi D^2}{4} l + 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} l \text{ или}$$

$$Q = 1,167 \frac{\pi}{4} D^2 l$$

Если l и D ее измерены по оси воды P и шпильки будет

$$P = 292 \pi D^2 l$$

а отношение числа конусовидной воды к числу стана ее таково же как $A B$! Стычка прохода с C' равна $B B'$ и полное передвижение торца C' и ее полоски C до показанного полоски C' очевидно равно $B B' + c C$ или равно $2 B B'$.

Углубь расщелины $A B'$ можно рассматривать как в углубь банки закрепленной концом A ее стержня и нагруженной отцом P перпендикулярно к оси $A B$. Если $A B = l$, наружный диаметр стержня D и внутренний d , стычка $B B'$ — f и коэффициент упругости материала E , то

$$f = \frac{64}{3\pi} \frac{P l^3}{(D^4 - d^4) E}$$

квадратных метров поверхности нагрева или масса килограммов воды, приходящейся на каждый квадратный метр поверхности нагрева будет

$$p = \frac{P}{F} = \frac{292 \pi D^2 L}{1,25 \pi D L} = 233 D.$$

Сравнивая это число с тем, что было найдено для котла цилиндрического оказывается, что оно составит почти $\frac{2}{3}$.

Котел с нагревательными трубами.

Относительно воды котлы показаны, между прочим, на фиг. 64, 65, 66 и 67. Первые две фиг. представляют большой котел, соединенный с другим - меньшего диаметра, расположенным под большим котлом. На фиг. 66 и 67 большой котел соединен с двумя цилиндрами меньшего диаметра. Оба эти цилиндра расположены под большим цилиндром.

Рычелка показывается под большим котлом как показано на фиг. 68, 69 и 70.

Наиболее хорошие результаты получаются на котлах и потому только на присоединенных трубах. Почти всегда котлы имеют та-

От другой стороны известно, что наибольшее напряжение вызываемое в крайних фибрах балки около осей α и β и которое назовем x определяется уравнением

$$Pl = x \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$$

Возмогая Pl из выражений стрелки f и радиуса его второго порядка последнего уровня, найдем

$$f = \frac{64}{96} \frac{l^2}{DE} x \text{ или } x = \frac{96}{64} \frac{Df}{l^2} E$$

Вставляя сюда $D = 25 \frac{m}{m}$, $f = \frac{c\sigma}{2} = \frac{0,11}{2} = 0,055 \frac{m}{m}$, $l = 25 \frac{m}{m}$ и $E = 2000000$ то

$$x = 13000 \text{ килограммов.}$$

Такое усилие невозможно быть развито в фиб-

ких размотров, что вода в указанных трубах не обращается в пар, а только нагревается. Если же и поиграется в указанных трубах пар то очень мало, по этому — то эти котлы и называются котлами с нагревательными трубами.

Устройство таких котлов почти такое же просто как и простых цилиндрических котлов. Площадь нагрева для подобного котла значительно меньше чем цилиндрического, и площадь поверхности нагрева котла с нагревательными трубами. Диаметр котлов с трубами и диаметр большого котла внутри также очень удобны и легки, диаметр нагревательных труб несколько затруднительнее, но так как диаметр их бывает около $\frac{1}{2}$ диаметра котла или больше то и эти трубы возможно оснастить и одним коротким соединительным трубкой надо сделать такие размотров чтобы человек

рабочий трубки потому что материал употребляемое на постройку трубчатых не способно выдерживать таких усилий. Между тем известно что трубки способны служить больше, или меньше продолжительный срок.

Из этого следует что изменение формы трубки берет за собой изменение поверхности котла и котельника. Каковы эти изменения и каковы силы вызываемые ими, этого нет возможности определить при современном состоянии знаний.

Известное здесь приводит только к тому заключению, что надо обращать особенное

могь проходит через шнек т.е. диаметр —
 разь не менее $450 \frac{mm}{m}$, в таком случае и
 эти трубы изготавливаются без особых затруд-
 нений. Все это указывает, что надзор и
 содержание котла не должны стоить доро-
 го. Воды в этих котлах несколько мень-
 ше чем в обыкновенных цилиндрических
 котлах имеющих ту же поверхность на-
 грыва, но все таки ее более чем достато-
 чно, чтобы хорошо поддерживать постоян-
 ственное состояние упругости пара, не
 смотря на неоднобразное развитие тепло-
 ты в топке и неоднобразное питание
 котла холодной водою. Вязь воды находя-
 щейся в этих котлах еще так велика
 что употребление их возможно лишь для
 постоянных машин.

Выводы воды около этих котлов и их
 питание, в большинстве случаев, так уст-
 раиваются, что они представляют прибор
 котельный в соединении с приборами
 с противотоками. Котлы с одного нагрыва-
 тельною трубою иногда представляют
 также соединение котельного прибора и при-
 бора с противотоками, а иногда в них сое-
 диняются все три прибора: котельный, с
параллельными токами и с противото-
 ким на соединение трубок с котлом
 и котельным прибором чтобы соединить эти
 могли оставаться плотными, не смотря на
 изнашивание около них видоизменения
 поверностей и другое что при работе ра-
 ботающих котлов надо тщательно ос-
 матривать место соединения трубок с
 котлом и котельным прибором.

камни. Наконецъ есть случаи когда котелъ по-
добнее показывается на фиг. 64, 65, 66 и 67.
вмещается такъ что образуютъ приборъ
котельный. Въ этомъ последнемъ случае лучше
впрочемъ считать изменение въ устрой-
ствѣ показывать на упомянутой фигу-
рѣ. Именно въ расположении показывать
на фиг. 65 надо поставить передній конецъ
и опустить задній конецъ нижней трубы,
и соединительную трубку перенести съ задня-
го на передній конецъ. Въ фигурѣ 67 надо
II трубу поставить параллельно IV и укорот-
ить трубку I поставить подобную тру-
бокъ две, соединить передніе концы трубъ II
и IV прямо съ котломъ. Когда котлы длин-
ные, то, можетъ быть лучше считать не по
одной трубкѣ, а соединить каждую изъ ниж-
нихъ трубъ съ котломъ нѣсколькими труб-
ками. Ноо когда котелъ съ нижними тру-
бами вмещается такъ, что представляетъ
приборъ котельный то въ нижнихъ трубкахъ
образуется много паръ для котораго дол-
женъ быть свободный выходъ въ ко-
телъ.

Котелъ съ одною паропроводящею тру-
бою.

Въ большинствѣ случаевъ котелъ съ одно-
ю паропроводящею трубою вмещается такъ
какъ показано на фигурахъ 68 и 69. Тасъ, раз-
объемная паропроводящая труба котломъ,
обхватывая его съ низу и съ боковъ, дойдя до
задняго конца она сужается внизъ образуя
на въ одну половину широкаго канала,
закрывающаго паропроводящую трубу, такъ
какъ этотъ каналъ раздѣленъ на две части

трубного и двумя каменными ступками из которых одна поддерживает нагривательную трубу а другая поставлена на самой трубе почти во всю длину трубы, начиная от заднего конца и не много не доходя до переднего. Газы дошедшие до переднего конца огибают трубу и, так как это описанным вертикальным ступкам и переходят на другую сторону нагривательной трубы; а пройдя до заднего конца они опускаются в канал отводящий их в дымоходную трубу.

Другое расположение вмазки отличается от описанного тем, что медьнают отлив под нагривательную трубу и над ней. Газы из конца дымохода I опускаются и заливают весь канал, окружающий нагривательную трубу. Таким образом каналом они движутся до переднего конца нагривательной трубы и отсюда отводятся в дымоходную трубу. Когда мыслями какими образом неудобств в расположении трубы ближе к переднему или к заднему концу котла, тогда второй способ вмазки предпочтительнее первого, но второе расположение дает возможность обратить котел в соединение котельного прибора с прибором в противоположном, тогда как первое даст соединение трех приборов: котельного, с противоположным и с параллельным токами.

Описанное расположение дымоходных ходов показывает, что в этих котлах поверхность нагрива сравнительно с полным по-

верхностью прибора составляет большую долю, чем в простом цилиндрическом котле. В самом деле в простом цилиндрическом котле, половина всей его поверхности составляет поверхность нагретая а в котле с нагретательной трубкой из поверхности котла входит половина из поверхности нагретая, а из поверхности трубки почти все. Этой причине было бы достаточно чтобы при одинаковой величине поверхности нагретая котла с нагретательной трубкой была бы легче простого цилиндрического котла, но на уменьшение веса действует еще и другая причина.

Нагретательная трубка обыкновенно делается меньшего диаметра чем котел, а потому, при одинаковой прочности уступается котла и трубки она может быть сделана из металла более тонкого. Таким образом оказывается возможность сделать часть поверхности нагретая котла с нагретательной трубкой, более легкой чем в простом цилиндрическом котле. Веса котла с нагретательной трубкой может составить около $\frac{3}{4}$ веса простого цилиндрического котла. А так как как уступается обоем почти одинаково прочно, то и прочности их находят в тех же отношениях.

Горячие производится трубкой а, в передний конец нагретательной трубки. При втором расположении наиболее удобна вода припадает там где от нагретательной трубки удаляются наиболее охлажденная вода; по мере продвижения воды к концу...

Паров. котлы д. 17.

Литоф. С. П. Морской. Учен. Деваль Н. В. Вильсон

му концу нагревательной трубы, она нагревается и приходится ее прикосновение ее газам все больше и больше нагревать. В обыкновенном случае, когда ее каскадо квал. метра поверхности котла требуется около 20 килограммов пара и когда котел питается не нагретой водой и при этом на столько, что вода питающая канализ. возстановляет убыль в котле, тогда, при обыкновенном отношении разности температур котла и трубы, в нагревательной трубе почти не происходит парообразования, или происходит очень мало так что вся труба составляет прибор с противотоками; а верхний котел - прибор котельный.

Трубу однако устройство питательное прибора так чтобы они доставляли канализ. столько воды, сколько надо для пополнения убыли. Они доставляют всегда несколько больше и потому по временам надо останавливать их действие. В эти последние промышленные времена, когда питание не преводится, пар образуется и в нагревательной трубе, поэтому то часть ее около трубки в надо держать несколько выше концов, чтобы пар как можно скорее вытеснялся в котел.

При первом устройстве нагретый газ движущийся во II^м канале будет иметь движение противоположное движению нагретой воды, а газ в канале III движение параллельное движению нагретой воды. Такой прибор если и лучше будет действовать, чем прибор котельный,

то все таки лучше котлы в суммарной ко-
гда бы, как при втором расположении, ко-
тедь представляет соеднение котельного
прибора и прибора его противотоками.

Вышеизложенные теоретические соображения
дают возможность сравнить степень вы-
годности употребления топлива когда ко-
тедь представляет соеднение приборов ко-
тедьного и его противотоками и когда котель-
ный и с трубой образуют один котель-
ный прибор предполагая что оба прибора
имеют одинаковые поверхности нагрева
и вообще действуют при одинаковых усло-
виях. (*) Разница в употреблении топлива не
особенно велика если только котлы имеют
обыкновенно употребляемые размеры.

Вышеприведенные примеры указывают на
численную выражения разницы. Эта разность
относится к числу того котла который трудно да

(*) На примерах: положим что требуется при-
готовить пар пяти атмосфер абсолютной
удельности т. е. при температуре $t_1 = 150$, тем-
пература питающей воды $t_0 = 10$; Отношение
веса воды уносимой паром к весу сжигаемого
топлива $i = 0,1$. Топливо такого рода и горит на
такой решетке, что коэффициент полезна-
го действия топки $\mu = 0,8$, суммарно отдается
котлу доля развешенной теплоты $\omega = 0,2$. На каж-
дый килограмм угля доставляется 20 куб.м
воздуха, Спид. $\lambda = 21$ и стало быть T_0 темпе-
ратура газов в топке будет определена
уравнением

0.8.0.8. 8000 = 0,24. 21. T_0 откуда $T_0 = 1000$.
температура стенок котла и трубы
 $K = 23$. Коэффициент стенок достаточно толстый

казань путем кратковременного опыта, ибо безусловная причина: приток воздуха и искусство калегара, могут вызвать различия больше вышенайденных. Недалеко однако думать что нет причины отрубить прибор с противотоками, потому только что есть обстоятельства безусловные, способные уничтожить ожидаемую выгоду. Второстепенность илгого калегара уничтожающего перускание избытка воздуха остается однако при обшей устройствала.

Третье же илгое не сугдуеть отрубить илго вида, что въ илгокоторых случаях прибор с противотоками могут оказатся неспособными. Нагрывательная трубка подвергается весьма вредному действию со внутренней и илгогда и со наружной стороны. Разрушительное действие воды закипающей внутри нагрывательной трубки происходит от того что пренебрив потерю теплоты, коэффициент полезного действия поверхности нагрева $\rho = 0.7$.

Требуется определить величину поверхности нагрева на каждой килограмме пара, т.е. отношение $\frac{F}{Q}$. При вышеупомянутых условиях можно определить по уравнениям (41) и (83) ту температуру T_1' , которую будут иметь газы на плоскости, разделяющей котельный прибор от прибора с противотоками. Действительно на основании (41) находим, что $T_1' = (1-\rho) T_0 = 300^\circ$ а по (83) $T_1' = 300 + \frac{1.1 \times 140 \times [0.2 + 0.7 \times 0.8]}{(650 + 4) \times 0.8} 1000 = 523.^\circ$

Затем уравнение (80) дает отношение $\frac{W}{Q}$ т.е. отношение числа единиц теплоты, переданной прибором с противотоками, к числу ки-

то, что в воде находится растворенный кислород. Пока температура воды не повышается настолько, чтобы кислород уже не мог бы оставаться в растворе т.е. пока она ниже $40^{\circ} - 50^{\circ} \text{C}$, растворенный кислород в присутствии воды соединяется с железом. Это соединение происходит еще быстрее если вода замерзает в растворе углекислоты и тем больше углекислоты содержится в воде, тем вреднее становится ее действие. Кислород, входящий из воды, сгущается или не сгущается с парами воды и находящийся в трубе способен с железом, только тогда вреден, когда сточка, с которой он прикасается сильно накаливается. В противном случае кислород не действует вредно. Вода всякого источника замерзает в растворе газа (примыслительно в 1000 объемов воды дограммов пара. Именно

$$\frac{W_g}{a} = 1,1 \times 140 = 154$$

а уравнение (82) дает отношение W_k числа единиц тепла, переданного котельным прибором к числу килограммов пара. Это отношение будет

$$\frac{W_k}{a} = 500 - \frac{0,2 \times 654}{0,76} = 328$$

Число вошедшего в котельный прибор пара найдем по уравнению (79)

$$\frac{F_k}{a} = \frac{1}{23} \cdot \frac{328}{477} \log. \text{nat} \frac{850}{375}$$

или

$$\frac{F_k}{a} = 0,0250$$

а из уравнения (80)

$$\frac{F_g}{a} = \frac{1}{23} \cdot \frac{154}{83} \log. \text{nat} \frac{373}{290}$$

или

$$\frac{F_g}{a} = 0,0199.$$

20 объемов азота, 20-углекислоты и 10-кислорода) и только вода испаряется и боестроительный заморагает газы меньше. Однако эти воды очень хороши для котлов с естественным движением хладагента, когда котел имеет нагрывательную трубку. Физическая причина, что углекислотная соль тем более растворима в воде, тем более вода насыщена углекислотой; а при выделении углекислоты из воды и углекислотная соль тоже выпадает и покрывая стенки нагрывательной трубки твердой корой несколько предохраняет от растрескивания. Поэтому, что такой осадок остается предохраняющим средством пока он очень тонкий, в несколько десятых долей миллиметра.

Нарушением повреждения нагрывательной трубки происходит преимущественно тогда, когда котел отапливается каменным

Отсюда видно что полная поверхность нагрыва F равная $F_k + F_g$ будет относиться к Q так как

$$\frac{F}{Q} = 0,0449$$

а отношение поверхностей нагрыва котельного прибора и поверхности нагрыва прибора с противотоками к полной поверхности будут

$$\frac{F_k}{F} = 0,55 \text{ и } \frac{F_g}{F} = 0,45$$

Если бы прибор был котельным и желательнее было бы найти отношение поверхности его F' к тому же количеству Q , как выше сказано и при всех вышеупомянутых условиях относительно температур T_0, t_0, t, μ и ω , а величину ρ считать бы $\rho = 0,64$ то вопрос решенный бы на основании уравнения (64) и имен-

углем содержащий серу. Во время горения угль водород его превращается в воду и водяные пары, образовавшиеся при горении угля водорода и от испарения микрокопической воды сопровождают продукты горения в довольно большом количестве. В смеси эти продукты горения замораживаются серная и сернистая кислоты, если только в самом горючем материале была сера. Пока получаемые в топке продукты не придут в прикосновение со стенками на столько холодными, чтобы пары воды могли осесть на них в виде капельной жидкости, до тех пор продукты горения струю хотя и проходят под влиянием электрических сил, но не приносят им ни какого вреда, но когда продукты горения, приходя в прикосновение с очень холодными стенками нагревательной трубы то, не смотря на высокую температуру газов они оседают на стенку

но предполагая температуру атмосферы =

$$\frac{F'}{Q} = \frac{654.0,8}{23.712} \log. \text{nat} \frac{850}{210}$$

откуда

$$\frac{F'}{Q} = 0,0447.$$

Отсюда видно что $F' = F$ но при совокупности приборов котельного и с противотоками полный коэффициент полезного употребления топлива есть

$\mu [w + (1-w) p] = 0,8 [0,2 + 0,8 \times 0,7] = 0,80.76 = 0,608$
а когда котельная с трубой обращается в прибор котельный, то коэффициент полезного употребления топлива будет

$\mu [w + (1-w) p] = 0,8 [0,2 + 0,8 \times 0,64] = 0,5696$

отношение первого ко второму

$$\frac{0,608}{0,5696} \approx 1,07$$

т.е. при котельном приборе на 7% больше по-

пара въ видѣ воды, которая и растворяется въ себѣ серную кислоту. Этимъ же растворомъ серной кислоты уже разлагаютъ железно.

Наблюдения, сдѣланные нагрѣвательными трубами на заводахъ Kestner'a и Thann (Кестнера и Танна) показали, что нагрѣвательныя трубы въ которыхъ вода имѣла температуру отъ 15 до 30° C. и которое были окружены газомъ, и имѣвшими и при удаленіи отъ нагрѣвательной до 90° и до 160° C. были довольно сильно повреждены въ продолженіи 25 месяцев службы днемъ и ночью. Металлы сильно ржавѣли внутри и снаружи въ особенности около точекъ соединенія листовъ. Въ некоторыхъ случаяхъ толщина листовъ уменьшилась на 2^{мм} и трубы пришли въ негодность. На заводахъ Kestner'a другія нагрѣвательныя трубы, содержащія воду приблизительно 40° C. оставались въ непрерывномъ дѣйствіи днемъ и ночью въ продолженіи 25 месяцев службы. Эти большія коэффициенты полезнаго употребленія топлива различныя между собой и были въ оцѣнѣ (xx).

Заметимъ еще въ совокупности приборовъ котельнаго и въ противотокаемъ были построены съ этимъ числомъ $\rho = 0,76$ то найдемъ въ, подобно въ численности

$$T' = 486, \frac{W}{Q} = 154, \frac{W_k}{Q} = 362$$

$$\frac{F_k}{Q} = 0,029, \frac{F_g}{Q} = 0,033, \frac{F}{Q} = 0,062, \frac{F_k}{F} = 0,47 \text{ и } \frac{F_g}{F} = 0,53.$$

(xx) Упомянутымъ французскимъ инженеромъ Scheurer-Kestner указываютъ на экономію въ 8% см. Bulletin de la societé industrielle de Mulhouse Tome 41. 1871 page 204.

ним шести летъ. Эти приборы могутъ дать понятие о вързатной продолжительности дѣйствія паръвательныхъ трубъ и сверхъ того указываютъ что паръвательныя трубы могутъ быть употреблены съ большимъ успехомъ если только котлы питаются подогретымъ водою.

Подогревание воды паромъ, выходящимъ изъ цилиндровъ паровыхъ машинъ, дѣйствующаго безъ смазки, сильно распространенное теперь въ Америкѣ, представляетъ очевидно пользу не только тѣмъ, что произведетъ сбереженіе топлива но, еще послужитъ, въ извѣстныхъ случаяхъ и къ сбереженію самихъ котловъ.

Вопросъ о степени выгодности паръвательныхъ трубъ можетъ быть разрѣшенъ на основаніи вычисленій.

Вообще можно сказать, что при очень дешевой топливѣ закуривающей егору и при водѣ закуривающей много газовъ, но мало углекислой изверстн, и при очень дорогой цѣнѣ металлическихъ частей котла, желательна паръвательная труба не представляющая потерь и можетъ оказаться болѣе выгоднымъ соединить виласку и питаніе котла такъ чтобы получить котельный приборъ. Если же напротивъ топливо будетъ чисто и дорого, а металлические части не будутъ имѣть особенной высокой цѣнности, то выгоднее употребить приборъ котельный, соединенный съ приборомъ съ противотоканн.

О выгодности употребленія топлива, когда котелъ виласанъ такъ какъ показано на фиг. 68 и 69 мы не будемъ говорить особо, потому

тно этот прибор занимает место среднее между двумя уже рассмотренными.

Осадки в котлах этой системы скотываются в паропроводной трубе стальной, которой немедленно происходит сгорание газов, поэтому осадки не так сильно пристают и приставшие не так много вредают как в котлах с котельными. Циркуляция в этих котлах почти нет. В обиходных устройствах не так много осадков образуется для постоянного переотпускания газов, способствующего уменьшению их окисления. Таким образом можно сказать, что при достаточной величине вероятности парта эти котлы весьма экономно употребляются вообще.

Неодинакового значения котла и трубы при партаемых и окисляемых трубах этой системы даже более чем котла с котельными, но вода в котле, помещенная в трубу партаемого труба, партается более горячими газами. Таким образом ввиду этого, даже при коротких трубах, соединяющих котел с партаемой трубой, не так велик, как в котлах с котельными, величина меньшей ширины между расширенными цилиндрами.

Размеры котла.

При устройстве таких котлов с однопартаемой трубой они имеют диаметр более 1200 и длину более 9^м.

$$L = (7000 - 8000) \frac{m}{m}$$

Диаметр D и толщина стенок δ определяются согласно давлению пара. Партаемая

ную трубу можно считать из железа до-
вольной толщины. Длина L нагрыва-
тельной трубы несколько меньше длины L
котла, ее диаметр d от $0,5 D$ до $0,8 D$.

Площадь нагрева в котле будет приблизительно

$$\frac{\pi D}{2} L = 0,5 \pi D L$$

а из поверхности трубы надо взять длину
цилиндра приблизительно в $0,9 d$ и поверх-
ность около $0,8 \pi d$, оборачивая поверхность тру-
бы или прилагая ее к цилиндру верхней и
нижней как на фиг. 68 и 69 или, когда диаметр
относительно мал, то верх трубы обыкновенно
покрыт пеньком - весьма дурным проведни-
ком тепла. Таким образом найдем, что
при $d = 0,67 D$ поверхность нагрева трубы бу-
дет

$$0,8 \pi \cdot 0,67 D \cdot 0,9 d = 0,48 D L$$

а F полная поверхность нагрева будет

$$F = 0,98 \pi D L.$$

Объем воды Q в котле и нагрывательной
трубе можно считать равным

$$Q = 0,67 \frac{\pi D^2}{4} L + \frac{\pi D^2}{4} L \text{ или } (0,67 + 1) \frac{\pi D^2}{4} L$$

откуда

$$Q = 1,12 \frac{\pi D^2}{4} L.$$

Если D и L в метрах то P вес воды в ки-
лограммах будет

$$P = 1120 \frac{\pi D^2}{4} L$$

Отношение ρ числа P к F будет

$$\rho = 294 D.$$

Если d будет меньше $0,678$, то и ρ будет
меньше чем найденно 294, при $d = 0,5 D$ будет

$$\rho = 233 D.$$

Трубопроводной разрезом показывается, что по-
верхность нагрева трубы составляет из-

окальво именьне половеише поверженности и охот-
ва всего прибора, что совершенно согласно съ во-
шеприведеннымъ примѣромъ (см. стр).

Котель съ двумя нагрѣвательными
трубами.

Положѣнное относительно котловъ съ
одного нагрѣвательной трубой имѣетъ поводъ го-
ворить много о котлахъ съ двумя нагрѣва-
тельными трубами. Котлы съ одного и съ дву-
мя нагрѣвательными трубами, при равенствѣ
въ поверхностяхъ нагрѣва имѣютъ почти одина-
ковый видъ. Разница въ пользу втораго доходитъ
иногда до 10%. Цѣны котловъ въ томъ же отно-
шеніи, но нѣсколько болѣе сложность вмазки
втораго отчасти уменьшаетъ вышеприведенную
разницу.

Уже обыкновенная вмазка показана на фиг.
70, 71 и 72. Расположеніе дымоходовъ ясно
изъ чертежей.

Котель поддерживается надъ I-мъ дымоходомъ хо-
домъ посредствомъ, особыхъ кронштейновъ а, а,
прикрепленныхъ къ нему по сторонамъ и опи-
рающихся на каменную кладку. Этотъ спо-
собъ поддерживанія хорошъ при короткихъ кот-
лахъ, когда измѣненіе длины котла произво-
дится при нагрѣваніи его и при охлажденіи не
требуютъ замѣтныхъ перемѣщеній крон-
штейновъ внутри каменной кладки. Въ тѣхъ
случаяхъ когда можно избѣгнуть этого спосо-
ба поддержки котла, гораздо лучше не приме-
нять его.

Котлы эти обыкновенно представляютъ соеди-
неніе прибора котельнаго и его противотока-
ми. Сумма поверхностей нагрѣва труба,
иногда болѣе половины полной поверхности

нагрева по этому эти котлы лучше соответствующим топу сугубо когда коэффициент полезного использования должен быть довольно велик и именно $\rho = 0,75$ или $0,8$.

Размеры котла. Если трубы расположены под котлом то их диаметр d диаметром около $0,5 D$ и длина нагреваемой части трубы $l = 0,9 d$ или около этого. Наибольшая величина D редко переходит за $1200 \frac{m}{m}$, а длина l за $9000 \frac{m}{m}$.

Площадь поверхности нагрева котла можно считать равной $0,5 \pi D l$.

Площадь поверхности нагрева трубы

$$2 \cdot 0,8 \cdot \pi d \cdot 0,9 l = 0,72 \pi D l.$$

Полная поверхность нагрева

$$F = 1,22 \pi D l$$

Объем воды

$$Q = 0,67 \frac{\pi D^2 l}{4} + 2 \frac{\pi d^2 l}{4} = 1,17 \frac{\pi D^2 d}{4}$$

Вес

$$P = 1168 \frac{\pi D^2 d}{4}$$

и отношение P к F будет

$$\rho = 2110 \frac{D}{d}.$$

Величина поверхности нагрева не дает доходов до 60 кв. метров. Котел может давать пар до 1500 килограммов в час.

Можно однако заметить, что в большинстве случаев будет гораздо выгоднее иметь несколько котлов меньшего размера, чем один большой. От времени до времени котлы надо осматривать и чистить. К этому можно примечать не только пункт прекращения топки, но и пункт достаточного охлаждения всех частей котла. Осмотрка большого котла

всегда дороже стоят и при остановке
малого. Действительно, если бы для ма-
шины надо было иметь два больших кот-
ла или 4 меньшего размера, то остано-
вивая один большой котел и при возмоз-
ности другим котлом приготовить все
требуемое количество пара, хотя бы ро-
зничает, на это время не обращать на не-
выгоду употребления их топлива, пароза-
тыва останавливая один из четырех
потребуются приготовить на расстоянии
килограммов с кв. метра, по 27 кило-
граммов что нельзя назвать невозмож-
ным, в особенности если ртутью до-
статочно велика. Наконец если бы для
осмотров рзничает поставит мши-
ний котел, то при двух необходимом
поставит еще один, это значит уве-
лечит расход на котле на 50%, а по-
ставит третий при четырех значит
исрасходовать лишних 25%.

По видимому эти расчисления пра-
вды и к тому заключению что котлы
меньше котлов и котлы больше их че-
сто, итд и наоборот; но такое заклю-
чение не верно потому что каменная
кладка при больших котлах боль-
ше чем при меньших, также принадле-
жности кустовые при каждом котле
стоят в сложенности котлы дороже чем
больше котлов и наконец надзор при
большом числе котлов становится
более дорогим. По этому то чаще все-
го употребляют котлы средней вели-
чины т. е. 6, 7, 8 метров диаметра.

Котелъ съ одною нагревательною
трубою и со многими соединяющим
трубками Сросландъ (Кросленда).

Между многими строительными котлами распространено, въ настоящее время, мнѣнiе, что газы лучше охлаждаются поверхностьюми стоящими нормально къ общему направлению ихъ движенiя, чѣмъ поверхностями расположенными параллельно общему направлению движенiя газовъ. Мнѣнiе это хотя еще и не доказанное положительными и несомнительными опытами, тѣмъ не менѣе вызвало много устройствъ удовлетворяющихъ этой идее. Сюда относится и котелъ Кросландъ изображенный на фиг. 72, 73, 74 и 75. Котелъ этого устройства можетъ быть примененъ въ случаѣ необходимости иметь довольно большую поверхность нагрева и когда для помпощенiя котла можетъ довольно ограничено въ особености поширится.

Дѣйствительно представленной на чертежахъ котелъ имеетъ:

длинну котла $l = 9,75$	Диаметръ $D = 1,22$
_____ трубы $l = 7,32$	_____ $d = 0,86$
_____ среднихъ трубъ $R = 1,14$	} диамет. въ верху $d' = 0,215$ _____ въ низу $d'' = 0,180$
_____ боковыхъ $R' = 1,42$	
поверхность нагрева большого котла _____	16,6
_____ _____ трубы _____	19,7
_____ _____ среднихъ трубъ _____	4,8
_____ _____ 24 боковыхъ _____	21,0

Сумма площадей верхнихъ и нижнихъ оснований коническихъ трубъ должна быть равна = _____

2,0

Итого $F = 60,1$

Полная поверхность котла есть $F = 83$.

Отношение

$$\frac{F_1}{F} = 0,72$$

почти такое самое что и в котлах с двумя нагревательными трубами.

Разматривая таблицу видно, что поверхность нагрева трубок составляет 0,4 всей поверхности нагрева и что без нее пришлось бы дать котлу значительно больший размер.

Устройство этого котла уже значительно труднее чем котлов с кипятильниками, или с нагревательными трубами, следовательно первоначальное устройство обойдется дороже. Осмотр и очистка котла от сажи и от накипи не затруднительны. Также как котел и нагревательная труба имеют достаточно большие размеры, а соединительная трубка, находясь в вертикальном положении и открытая в котел чистится также легко. Уход за котлом и его содержание будут обходиться дорого если соединительная трубка будет часто портиться.

Сравнивая приведенные здесь размеры соединительных трубок с размерами соединительных трубок с котлами с кипятильниками и при том имея в виду изложенное на страницах нельзя сказать что бы было при этом опасаться этой порчи. Вовсе не следует это еще недоказано опытом ибо котлы существуют весьма недавно (3-4 года) (патент в Англии взят 1870).

Накипи должны скопиться в нагревательной трубе, но для предупреждения вредного

действия только накипей, которая может бы скопиться в части котла, расположенной под решеткой, помещена внутри котла листы а, а, фиг. 73 и 75 которые в то-же время служат как суживающие приемники накипей, в то-же время способствуют циркуляции по крайней мере в той части котла, где происходит наиболее сильное парообразование. Базы движателю под котлом выведены котлом. I выведены сверху котлом, с боков кирпичными стенками и в низу свободный покрывающий канал II, внутри которого помещается около $\frac{3}{4}$ объема нагревательной трубы. Из канала II, около переднего конца нагревательной трубы газы выпускаются вниз, в канал III, расположенный под трубой. — Труба поддерживается чугунными подпорками в, в, в... а котел подперт трубками, соединяющими его с нагревательной трубой. Топочная вода доставляется трубкою С, размещается по нагревательной трубке и потом поднимается трубками в котел.

Циркуляция в котле весьма слабая и как прибор, котел этой системы, занимает некое среднее место между прибором котельным и соединением котельного с противотоками.

Изменение формы разных частей, происходящее от изменения их температуры, в этих котлах может иметь не только вредное влияние на прочность и долговечность котла, так и в котлах с типа Паров. котла Л. В. Деланс *Deland*
 Автор. С. П. Механик. Учен.

тильниками. Вода в котле, расположенная выше воды, находящейся в нагревательной трубе и подверженная действию лучистой теплоты и более горячих газов в нагревается скорее, чем вода в нагревательной трубе, по этому невозможно большее удлинение котла, чем нагревательной трубы. На сколько велика будет разность удлинений этого определить а priori невозможно; но если бы даже бы она определялась эта разность то и тогда еще не легко было бы определить то упрочение, которое бы было вызвано в местах соединения трубок с котлом и нагревательной трубой, ибо если из этих трубок определить и возможно, то определить на сколько могут понижаться поверхности котла и нагревательной трубы окружающей отверстия для трубок, это определить положительным путем нельзя. Во всяком случае можно сказать, что если в этом котле трубки, следовательно большей длины и меньшего диаметра, чем в обыкновенных котлах с тильниками; и могут выдержать в 5 или в 6 раз больше при одинаковом развитии упрочения в трубках, то в этих котлах разность температур воды в котле и нагревательной трубе будет больше в 2 раза в два, чем в котлах с тильниками.

Котлы с тильниками и нагревательными трубами.

Множество есть комбинаций котла с тильниками и нагревательными

ми трубами съ весьма разнообразными
расположеніемъ этихъ послѣднихъ относи-
тельно котла. Все могутъ вызывать подоб-
ныя условия; но все надо избирать въ случаѣ
возможности, такъ какъ соединеніи разныхъ
сосудовъ, составившихъ котелъ, всегда пред-
ставляютъ наиболѣе слабую его часть, тре-
бующіе и особенно тщательной работы
и особенно внимательной установки, безъ
которой легко могутъ разные части кот-
ла или возбудить въ нихъ внутреннія на-
пряженія вредныя для дѣла. Ремонтъ и ре-
монтъ такихъ частей всегда сопряжены съ
незначительными затрудненіями увеличивающи-
ми цѣнность содержанія и ремонта. Что-
бы ознакомиться съ подобными расположе-
ніями можно просмотрѣть мануалы: *Publication Industrielle T. N. 40. Chaudiere de Bigot Renaux.*

*Reiche Anlage und Betrieb der Dampfkessel.
Leonts Ausgabe Tafel 4.*

И наконецъ особенно полезно просмотрѣть
сочиненіе *Practical treatise on boilers by N.P.
Birch. London 1873.*

Котлы со внутренними трубами.

Котлы со внутренними трубами, о которыхъ
говорится въ предыдущемъ параграфѣ, введены
Уаттомъ 1793 году, а помощіемъ точки
въ эти трубы паровъ съ Терриидея и Уат-
та, какъ уже было упомянуто (см.).
Желѣзная труба, съ тонкою внутри ея по-
мощенная внутри желѣзнаго цинцидра-
ческаго котла, была сдѣлана въ первый разъ въ 1806
Американскимъ инженеромъ Дэвисомъ.
Съ тѣхъ поръ устройство котловъ, со внут-

ремными трубами, которых предназначалось или для прохода горячих газов и следовательно для увеличения поверхности нагрева, или и для помпозации, внутри этих труб, точки не переставало и до настоящего времени. В самом начале этого столетия, раньше или где либо, такие котлы распространились в Англии, в Корнуолл-мшт. Котлы, построенные еще в 1870г. с наружного тонкого и внутреннего нагревательного трубопроводами показаны на фиг. 77, 78 и 79. Тазы, расклевывание в точки, под котлом или сзади его нижней поверхности I, затем, поворачивая вверху вступали в трубу II, которою или до переднего конца котла. Здесь, входя в трубу поворачивали на одну из сторон котла нарушитель как показано на приведенных фигурах, или сбоку котла до заднего его конца обогнули заднюю сторону котла и для канала III - IV фиг. 77 и наконец пройдя по другой стороне котла каналом IV удалялись в трубу.

Мелкие удаляют наиболее горячие газы, расклевывающиеся в точке от прикосновения с курительными стержнями, передающими атмосферой довольно много тепла, не смотря на высокую проводимость металла по сравнению с другой помпозацией точки внутри труб, помпозация внутри нагреваемой воды. На фиг. 80, 81 и 82 представлены котлы того типа, какой котел в употреблении и находится уже в действие еще в 1850г. Тазы, расклевывание в точки и промежу-

шие по трубе I до конца котла раз-
вѣтвлялись сзади него на две части, в
два боковые канала II, II, которыми
шли до переднего конца котла. Третья
отступалась вширь и соединившись в ка-
налы III, проходила до конца котла, под
нижнюю его часть.

Въ Англии существуетъ еще не ма-
ло котловъ построенныхъ въ первомъ But-
terley'емъ (Буттерлеемъ) и представлен-
ныхъ на фиг. 83, 84, 85 и 86. Магн. топкой
помогается выгорающая часть котла,
ограниченная сверху выпуклою, а снизу вы-
гнутою цилиндрическими поверхностями
далѣе, чѣмъ топкой. Это котелъ со внутрен-
нею трубою подобно тому какъ показанъ
на фиг. 77, 78 и 79. Уголъ, котораго предъ-
двѣлами при устройствѣ этого котла
та, чтобы лучше воспользоваться выжи-
стого теплота топки. При низкомъ
давленіи (1 или 1½ атмосферы) эти
котлы еще могутъ быть допущены, но
при высокихъ они крайне не пригодны.

Внутренняя труба, заключающая
въ себя топку подвергается давленію на-
ра снаружи, которой стремится сти-
снуть ее какъ только она отступаетъ
отъ совершенно круглой формы. Чемъ
больше діаметръ такой трубы, тѣмъ
труднѣе сдѣлать ее достаточно про-
чною. Это обстоятельство замечено
съ самаго начала побудило изобрѣсти на-
место одной трубы двѣ трубы, со все-
мѣхъ сдѣлать когда надо было двѣмъ
болѣе рѣшительнѣе. Котлы съ двумя

внутренними трубами прежде всего появились в Ланкаширѣ и потому назывались Ланкаширскими. На фиг. 87, 88 и 89, представляется такой котел. Из герметика видно довольно ясно, что газы проходят трубами I, I, поворачиваются из левой трубы на левую боковую сторону котла в канал II, а из правой — на правую, в другой канал II, потом около переднего конца котла газы спускаются из труб II и II под котел, в общую трубу III, расположенную под котлом.

Современные нам строители по примеру Galloway (Галловей) ставят во внутренних трубах еще компрессор, расширяющийся трубки как показано на фиг. 90 и 91. Этими трубами достигают многих целей: поверхность компрессивных трубок увеличивается полностью поверхность нагрева, не увеличивая объема занимаемого котлом, компрессивные трубки увеличиваются прочностью боковой внутренней трубки и наконец трубки содействуют циркуляции воды в котле. Действительно на поверхности компрессивных трубок образуется пар, который поднимаясь вверх увлекает с собою часть воды находящейся в этих трубках, в зальтом пара и вода удалившихся вверх по компрессивным трубкам, в эти последние, снизу приливает вода и, таким образом, получается токи приблизительно показанное стрелками на фиг. 91. Увеличение поверхности нагрева и установ-

ление циркуляции в котлах содействуют
экономии в топливе.

Наконец, можно сказать, что в настоящее вре-
мя употребляются самые разнообразные сово-
купности котлов с внутренними трубами
с цилиндрическими котлами, или с нагрыва-
тельными трубами расположенными, снизу,
сверху или с боков. Как один пример при-
водим котел Fairbairn'a (Фербейна) фиг.
92 и 93 представляющий котел в том виде
как было сделано для Вильской всемирной
выставки 1873 года; патент Fairbairn'a,
взятый в 1870 г. отличается тем, что вмес-
ту помещалось два корнваллийских котла
соединившихся с одним цилиндрическим
котлом расположенным на вершине. Сверх
того в первом патенте питательная вода до-
ставлялась в верхний котел, а в устройст-
ве представляемом на фиг. 92 и 93, питате-
льная вода доставляется в нижний котел
в пространстве под топкою. Чертежи пред-
ставляют общее расположение и устройст-
во котла с токою жидкости что имеет
надобности в описании.

Теперь перейдем к более подробному
рассмотрению на сколько каждый из вы-
ше указанных типов, удовлетворяет
тем требованиям, которые вытекают
из виду при устройстве котлов.

Котел Корнваллийский. Фиг. 94 и 95.

До сих пор одного взгляда на чертежи по-
сле удовлетворения что котел этой систе-
мы потребует менее металла чем котлы
другие, уже рассмотренные системы, ес-
ли только они будут иметь одинаковой

поверхности партава.

Толщина жаровой трубы I внутри котла усложняет поскользко его устройство и следовательно увеличивает переонагаральную ифтность и сверх того, так как труба окруженная водою подвергается паружному давлению стремящемуся отклонить ее, как только она отступают от строго круглой формы, то стволки стилих трубы нельзя делать такими.

В котлах Корнваллийском и в котлах с одного партавательного трубою отташения по верхностей партава с полного поверхностной на однаковы, но что касается веса и стоимости, то Корнваллийский котел приравливается к простому цилиндрическому котлу который имеет одинаково с ним поверхность партава. Следовательно вес и цена Корнваллийского котла и котла с одного партавательного трубою при равном поверхностях партава относятся приблизительно как 4:3. Молельные котлы имеют с внаского отклоняются менее по приравливательней простоты внаски Корнваллийского котла.

Разстояние между внутренними поверхностями внутренней трубы и котла внается около 100^{мм} по этому осмотров этого промежутка довольно затруднительно.

Отщепление от настилей приудне стилих котла цилиндрического или с трубоюми вна котла. Надо впрочем заметить что котла настиль идентичны с настилями, настильте доступной частью котла, но они таили непердаергаются довольно наиболее партавномь га-

завь и по этому не так вредна. Торшиска
 ишакших растений котла и трубы довольно
 затруднительны. Несмотря на все указан-
 ные неудобства малая расетолсия между
 трубой и котлом нтъ возможности уве-
 личить его до тьхх размеров при которых
 несли бы всеобщаанные недостатки. Три
 нтъ принятой упроченной пара тру-
 ды сдлать котелъ болъе 1830^m ; нтъ, нтъ
 для пара должно быть, несли, нтъ, нтъ
 но $\frac{1}{4}$ диаметра котла, следовательно нтъ во-
 ды будетъ 1370, диаметр внутренней трубы
 в которой можно бы проходить пероме
 ртв для такого котла, должно быть око-
 ло 990^m и надъ трубой должно быть воды
 около 150^m . При всьх этих условиях подъ
 трубой остается промежутокъ в 230^m . Это
 наибольшее нтъ всьхъ указанных расетолсий.

Количество воды вь этихъ котлахъ значи-
 тельно меньше нтъ вь простыхъ цилиндри-
 ческихъ или вь коническихъ трубахъ, судя
 по количеству, или нтъ, нтъ, нтъ
 бы, котелъ не нтъ воды еще достаточно
 нтъ безъ трубы поддерживать довольно ед-
 нообразную вь температуру и при взрыве
 вь еликомъ достаточно нтъ произо-
 дитъ огромномъ разрушеніи.

Плываніе котла производится подъ жаро-
 вой трубой, что способствуетъ удаленію на-
 жней отъ сильной нтъ, но какъ
 нтъ котелъ этотъ занимаетъ нтъ
 кое среднее положеніе между приборомъ котель-
 нымъ и соединеніемъ котельнаго вь параше-
 ннымъ токамъ, такъ что для простоты дѣ-
 ла и безъ болшой ошибки его можно считать

котельными приборами. (Ошибки не велики потому что разница и между приборами котельными и с параллельными показами разница весьма небольшая).

Циркуляция в этих котлах почти нет, потому не имеет возможности довольно экономное употребление топлива ибо сжигается топлива топлива и наиболее горячие газы действуют на стенок передаточные всю поверхность или только воды; а с циркуляционными стенками, передающими большую часть полученной или топлива, атмосферы, припадают в прикосновение только уже газы и то после некоторого охлаждения. Уменьшение размеров стенок, под влиянием пароводостойчивости, в этих котлах имеет весьма важное значение. Когда котел с холодной водой нагревается топком, верхние слои воды нагреваются не только горячими газами но и сжиганием топлива, тогда как только горячими газами только образуют верхние слои нагреваются только топком. Сверх того вода, нагревая в нижних слоях, поднимается в верх; таким образом пока вся вода в котле не примет одну и ту же температуру, верхняя часть нагревательной трубы находится в прикосновении с более горячим водом, чем нижняя ее часть и тем нижняя часть котла. Поэтому наибольшее удлиннение получит верхняя часть трубы, затем нижняя часть и наконец наименьшее удлиннение получит сам котел в низу. Разница удлинений наблюдалась и при опытах Ламкамперского котла будут приведены все необходимые подробности. Здесь

— замечтимъ только, что эта разность составляет такую долю первоначальной длины, что уничтожитъ ее действительныя выгибание стальной нити, не вызывая никаких внутренних напряжений въ металлѣ, при которыхъ онъ былъ подверженъ разрушенію.

Относительно каменной кладки окружающей котелъ надо замечтимъ, что она можетъ быть положена какъ показано на фиг. 94 и 95. При этомъ кромѣ общаго правила устраивать стѣнки такой толщины, чтобы не много терять тепла, надо имѣть въ виду, чтобы передняя плоская стѣнка котла была постоянно вся на виду. Доска а, прикрывающая ровъ б, не должна растрескивать никакой части плоскаго дна (какъ то нередко бываетъ). Это правило необходимо соблюдать для того, чтобы видны не текуче-лигиде ничего заклетки, прикрывающіе передній конец с къ концу д, прикрывающему къ переднему концу котла. Съ того же цѣлю наблюдений за заклетками надо класть переднюю кирпичную стѣнку с такъ, чтобы все кольцо было на виду. Въ самомъ низу эта стѣнка должна отступать на столько, дабы вся трубка выпускнаго пара и ея фланцы были открыты.

Размеры котловъ. Прежде всего эти размеры определяются диаметромъ внутренней трубы. Ее не советуютъ дѣлать менше 840^{мм}; при меньшихъ диаметрахъ соединеніе становится не вполне удовлетворительнымъ, но этому менше 760^{мм} уже не дѣлаютъ. При диаметре 915^{мм} соединеніе уже вполне удовлетворительное, но на этотъ диаметръ не всегда рѣшаются въ виду трудности укрѣпленія трубъ подвер-

осеменяемых внутреннему давлению. Как и наибольший предел, сопротивляющийся при устройстве котла при изготовлении пара, относительно небольшого давления 152° С. или 5 атмосфер абсолютных, можно считать 990^м. Наружный диаметр котла 2м равен 18 более диаметра внутренней трубы. Длина котла доходит до 13000^м лучше однако предпочесть более 9000^м как то советуют одни из лучших Английских инженеров Fletcher^(*) (Флетчер). Назовем d диаметр внутренней трубы, D диаметр котла, L его длину.

Площадь поверхности F можно считать равной

$$F = \left[\frac{\pi D}{2} + \pi d \right] L =$$

или так как $d = 0,55 D$ то

$$F = 1,05 \pi D L = 3,29 D L$$

Объем воды в котле определенное количество ино $\frac{3}{4}$ объема равно водою. Этот объем будет (xx)

$$Q = 0,75 D^2 L.$$

Если D и L в метрах то вес воды P в килограммах будет

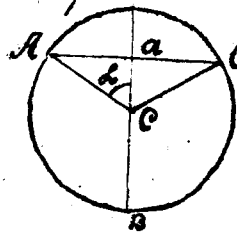
$$P = 790 D^2 L$$

а отношение P к F означаемое

$$\rho = \frac{P}{F} = \frac{790 D^2 L}{105 \pi D L} = 118 D.$$

(x) Engineering May 5. 1876. pag 370.

(xx) Тригонометрия. Если $ac = \frac{D}{4}$, то если $\frac{ac}{A.C} = \frac{0,25D}{0,5D} = 0,5$ или угол $d = 60$. Тогда будет угол A и $C = 120^\circ$ или сектор $A.B.C$ составит $\frac{3}{4} \pi \frac{D^2}{4}$. Площадь треугольника



$$A.C = 2 A.C a = 2 \cdot 0,5 a c \cdot a = 0,25 D \sqrt{A.C^2 - a.C^2} \text{ или}$$

$$A.C = 0,25 D \sqrt{0,25 D^2 - 0,0625 D^2} = 0,25 \sqrt{0,1875 D^2} = 0,11 D^2$$

$$\text{Площадь площадь } A a C B = 0,63 D^2$$

$$\text{Возьмем отсюда } \frac{\pi D^2}{4} \text{ или } \frac{\pi (0,55)^2 D^2}{4} = 0,2374 D^2 \text{ и}$$

$$\approx 0,24 D^2 \text{ получим } 0,63 D^2 - 0,24 D^2 = 0,39 D^2$$

Площадь ринетки

$$R = 1.8 \times 0,55 D.$$

Отношение F к R , т.е. $\frac{F}{R} = \frac{3.29 L}{L}$

L должно быть выражено в метрах.

При длине котла $L = 8$ метров

$$\frac{F}{R} = 26,3.$$

Котел с двумя парогенераторными трубами или Ланкаширской фр. 96 и 97.

Котел с двумя внутренними трубами в которых помещаются точки, изображенные в нагаль этого столбца, как выше было сказано, введен в болыное употребление знаменитым Английским Инженером Fairbairn'ом (Фербейном).

Котел этой системы подобно Корнувийскому очень удобен относительно занимаемого им места. Диаметры Ланкаширских котлов выходят несколько больше диаметров котлов Корнувийских и потому поверхность нагрева и потому и кубна Ланкаширских котлов несколько больше чем Корнувийских.

При небольших размерах разница доходит до 15% но при размерах обыкновенно употребляемых котлов разности почти нет.

Что касается до удобства осмотра, очистки от накипи и починки, то Ланкаширские котлы несколько удобнее Корнувийских.

Расстояние между жаровыми трубами составляет $125 \frac{m}{m}$ и расстояние от труб до внутренней поверхности котла в $100 \frac{m}{m}$ или немного больше, но трубы можно осматривать с нижней стороны вводя в котел через употребляемое в них отверстие.

Относительно количества воды находящейся

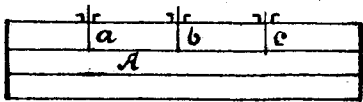
Во котлах, типами его, циркуляции и того же какому роду приборов относится Ланкаширские котлы, надо сказать также что было уже сказано относительно этих предметов по поводу Корнваллийского котла.

Относительно изменений размеров частей котла над влиянием изменений температуры, в общих чертах можно сказать также самое что было уже сказано по поводу Корнваллийских котлов. Эти изменения вида размеров частей котла, столь важны, что заслуживают особого внимания читателей. (1)

Объем каменной кладки окружающей котель меньше чем при котлах других систем уже потому, что нет никаких наружных

(1) Изменение вида ланкаширских труб под влиянием изменений их температуры.

Отлично определены эти изменения были описаны опять описанной в краткой в Енглессе (1876 г. 12 мая, page 397). В ланкаширском котле длина внутренней трубы была разделена на четыре равных части, в точках деления были введены вертикальные стержни a, b, c , выходящие через саблжик, в наружку котла.



Котель был длиной $28^{\text{Ф}} = 8540^{\text{м}}.$

Диаметр котла и трубы не указаны, но, по общему вопросу это был обыкновенный Ланкаширский котел и следовательно его диаметр $7^{\text{Ф}} = 2135^{\text{м}}$ и трубы были диаметром $2^{\text{Ф}} 9^{\text{д}} = 8,40^{\text{м}}$. Наблюдения над стержнями a, b, c показали что при нагревании стержни выдвигались в верх, выделение их было тем больше чем холоднее была вода при нагревании стержней было больше

трубы и сверх того стволы могут быть еще
 ланой тоньше, так как газы выкасаются из
 кипильных стволкам почти довольво дельше-
 го охлаждения, (2) и следовательно с небольшою
 толщиной стволка потера теплоты передавае-
 мой атмосфере, может быть сделана неба-
 шюю.

Дошовые ходы разными стронными уст-
 ранками размерно. Выходные, выходящие
 газы по трубам ведутся каналами, расположен-
 ными с боков, выпусками котла, как показа-
 но на фиг. 96 и 97 и гатки направлены в одну
 обшюю канал под котлом; другие напротив
 из внутренних труб выпускаются в канал ра-
 сположенный под котлом и уже гатки
 когда газы, выходящие из труб А прямо уда-
 лены в дошовую трубу не проходя под кот-
 лом и, напротив выдвигание стержней бмо
 не так велико когда горяие газы вышедши из
 труб А, шли под котлом, нагряли его ст-
 ру и потом уже удалены в дошовую трубу.
 наконец, по истечению около часа с того момен-
 та когда нагряли котлы, когда всегда в
 котлы бмо нагрята, приблизительво до од-
 ной и той же температуры, стержни а, б, с
 принятаи то положение, какое они имеют
 в холодном котле.

Наблюдения показали что когда при нагрятаи на-
 грятаи котла вода в миль бмо очень жидко-
 ма, то ередний стержень выдвигается на 10^{мм},
 когда горяие газы шли под котлом и доходили
 до 13^{мм}, когда под котлом горяие газы нешли.
 Кривизна труб бмо не круговая так как
 стержень а близкаий к точке подпирания
 столько же как и ередний и стержень с-дальний

заставляют газы подниматься около переднего конца котла, разветвляясь в два боковые котла. Первое расположение представляет то преимущество перед вторым, что котлы приобретают в некоторой степени эффект противотока: сильно охлажденные газы протекают около труб растей котла где входит холодная, питающая вода, поэтому котлы при первом направлении газов скорее портятся снизу. Можно быть, что сюда относится также объяснение которое было приведено по поводу порчи нагрывательных труб.

Относительно каменной кладки можно заметить, что кроме труб предосторожностей, которые были упомянуты при описании Кори-валийского котла, следует глубже изучить от точки поднимавшей менее среднего.

Если принять, что дуга изогнута по кругу и допустим, что наибольшая точка кривой принадлежит к нашему кругу, то тогда если мы допустим, что труба изогнута менее действительного. При таком меньшем изгибе или, при радиусе кривизны более действительного, найдем, что ρ , радиус кривизны верхней дуги, определится из того уравнения

$$10. 2 \rho = (4270)^2$$

или

$$\rho = 911645 \frac{m}{m}$$

Если бы половина хорды соответствующей изогнутой трубе была больше половины первоначальной длины трубы, допускал бы невозможное удлинение и принимая его в $30 \frac{m}{m}$ найдем

$$10. 2 \rho = [4300]^2$$

ширины дымового хода в 600^m и ширину его равного радиусу котла. Эти два котла вместе поддерживаются подпорающими его каменными столбками. Направление этих дымовых трубных котлов в точках их основания со столбками, внизу, составляют с вертикальной линией небольшие углы и следовательно сумма этих давлений не превосходит из-за этого много веса котла с водою и дымовыми газами.

Размеры котла. Главнейший размер, определяющий все остальное - есть внутренний диаметр трубы. Чтобы каменный угол, которым обыкновенно отопляется этот котел, мог хорошо гореть, надо чтобы слой его был достаточно толст и чтобы между верх-

$$S = 924500^m.$$

который бы из этих радиусов мы можем сказать что не догадка ошибки в $1\frac{1}{2}\%$ $S = 900.000$. Эти два радиуса верхней грани трубы, предполагая ее грань будет иметь радиус $900.000 - 840 = 899160$. Длина верхней, сравнительно с длиной нижней будет больше в $1,00095$, или относительное удлинение верхней фидры над нижней будет $0,00095$. Такая разница в длине верхней и нижней фидры соответствует разности температур приблизительно в $85^\circ C$.

Если бы под трубою вода была совсем холодная, а над трубою она начинала бы кипеть, то разность в $85^\circ C$. не представляется не невероятною. Если бы действительно было так, то верхняя фидра на столько чтобы они поравнялись с ниж-

несовершенствою топлива и неравномерно-
 стью закаливающей мощности, было простран-
 ство достаточно большое для возможно пол-
 ного сгорания различных горючих газов выходя-
 ющихся из угля и для перемешивания угля.
 Если газы топлива по выходе будут прижимать-
 ся к металлическим стенкам топки, то тем-
 пература их будет так сильно понижать-
 ся, что горение становится невозможным. Наб-
 лядение показало работнику Fletcher (2), что при
 внутреннем диаметре трубы в $2 \text{ ф } 9 \text{ в} = 840 \text{ мм}$
 горение угля весьма хорошо; оно дает еще луч-
 шие результаты и котел действует выгоднее
 в экономическом отношении при диаметре
 трубы равном $3 \text{ ф } = 915 \text{ мм}$, но этот диаметр
 трубы требуется, чтобы внутренний диаметр
 или толщина необходима для подбора со-
 ской и приходилась на каждый кв. сантиметр
 соской фибры получился после условления
 относительного удлинения на коэффициент
 упругости железа т.е.

$$0,00095 \times 2000000 = 1900 \text{ кв.}$$

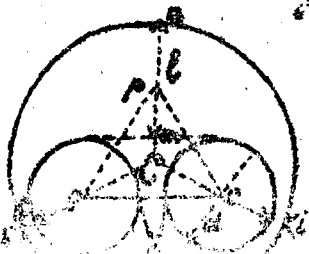
Отсюда уже видно, что если бы трубы не было пре-
 доставлено возможности трубчатых, то для ко-
 тора пришлось бы приложить к ее кон-
 чам бы в несколько десятков тысяч ки-
 лограммов.

- (2) Котел Ланкаширский относится к типу при-
 боров котельных. В обыкновенных английских
 когда труба имеет диаметр 840 мм , площадь
 будет $0,840 \times 2 = 1,68$ кв. метра. Если на каж-
 дом метре будет сгорать до 100 килограммов
 угля, то в час сгорит в одной трубе 168 кг. Уг-
 лем может расходуется $0,84 \times 168 \times 8000 = 1142400$ ад-
 миль. Из этого числа около $\frac{1}{4}$ части будет

котла был $7 \varphi b^2 = 2288 \text{ м}^2$. При таких больших диаметрах трудно сделать котлы достаточно прочные для применения новых упрягостей, когда действует такое давление не менее 5 атмосфер. Поэтому принято делать внутренний диаметр внутренних труб $d = 840 \text{ мм}$, внутренний диаметр самого котла $D = 2135 \text{ мм}$. Расстояние между внутренними трубами не менее 125 мм и между внутренними трубами и стенками самого котла не менее 100 мм . Расстояние от плоскости проходящей над трубами до верхней производящей дуги котла 840 мм . Отнимя условия в этом определении диаметр котла (4). При той длине решетки которая может быть помещена в этих котлах и которая передана котлу углями и следовательно газам будет передано $\frac{3}{4}$ или 856800 единиц. Если на каждом килограмме угля будет притекать 19 килограммов воздуха, то газы равны всего $168 \times 20 = 3360$ килограммов, а потому их температура $T_0 = \frac{856800}{3360 \times 0.237} = 1070^\circ$. Поверхность труб от миллионная метр от газы будет почти 20 квадрат. метров. На основании уравнения () найдем, что при температуре t_1 в котле t_1 , когда теплопроводность стенок означим $k = 23$, температура T_0 на входе газа на трубах будет $T_1 = t_1 + (T_0 - t_1)e^{-\frac{20}{k}}$ или $T_1 = 150 + 920e^{-0.575} = 667^\circ \text{ C}$.

(3) Энциклопедия 1876 May 5 page 370.

(4) Тригонометрия. Когда даны внутренний диаметр труб d , толщина их стенок e , расстояние между трубами a , расстояние от каждой из труб до внутренней поверхности котла b , расстояние e от верхней кас.



объемно и дается димом 1800 м можно считать такое количество топлива, что достаточное охлаждение газов может быть достигнуто только при довольно большой поверхности нагрева. Максимального димом принято в Англии при устройстве Ланкаширских котлов считать $27 \text{ в} = 2235 \text{ м}$. Также как при этих размерах коэффициент полезного действия поверхности нагрева около 0,65 то уменьшая димом до 6400 м уменьшая поверхность в отношении 1:0,78, а при таком уменьшении нагреваемой поверхности коэффициент уменьшается с 0,65 до 0,61 т.е. расход топлива возрастет на 6%. По этой причине димом в 6400 м дается только тогда когда есть особые побуждающие причины.

Например: когда не требуется делать расчеты тепловой из трубами до верхней производящей котел т.е. от моря т. до моря и тогда внутренний диаметр котла D можно определить следующим образом. Пусть $Ck = Ci = Cn$ как радиус одного круга. Если на линии n C поставим точку p , так что $kp = ck = ci = \frac{d}{2} + e + b$, то линии $Cc = C_i = C_p$.

В равнобедренном треугольнике $C_p C$, примем p за вершину и Cc за основание. Высоту треугольника проведенную от моря p , назовем h , пусть этой высоте назовем $Cq = x$ и другая $p. C = h - x$, по равенству углов $Cc = Cp = h - x$. В прямоугольном треугольнике $C_p C q$

$$C_c^2 - C_q^2 = Cq^2$$

или подставляя формулы введенных обозначений получим

$$h^2 - 2bx = \left(\frac{d+e}{2}\right)^2$$

так как

$$\frac{C_c}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{d}{2} + e + a + e + \frac{d}{2} \right) = \frac{d+a}{2} + e$$

ку такой большой длины как выше указа-
но за неадекватности соотношений всего того ур-
на которой можно свести на наибольшей ж-
метки; или когда имеет место для диаметра
котла и т. п. Иногда диаметры длины котла
в $20^\circ = 9150^m$. Это увеличение поверхности
нагрева увеличивает полезное уплотнение мо-
менты на 3% сравнительно с тем, что про-
исходит при диаметре в 8235^m , а если котла
и пространства или занимаемое увеличивается
с норм на 10% (1). Для удобства длины даны
котламы в приведенных выражениях.

При вышеуказанных размерах поверхность
нагрева F' определяется просто и легко вычисля-
то

$$x = \frac{h}{2} - \frac{[\frac{d+a}{2} + e]^2}{2h}$$

Теперь диаметр котла $\frac{D}{2} = Cc + ck = h - x + \frac{d}{2} + e + b$
найдем что

$$\frac{D}{2} = \frac{h}{2} + \frac{[\frac{d+a}{2} + e]^2}{2h} + \frac{d}{2} + e + b.$$

Остается еще определить h , но с помощью приведенных
данных. Мы знаем, что

$$h = qp = qm + mn - np$$

или так как $qm = \frac{d}{2} + e$, $mn = l$ и $np = ck = \frac{d}{2} + e + b$
то $h = \frac{d}{2} + e + l - \frac{d}{2} - e - b = l - b$

Таким образом найдем что

$$D = l + b + 2e + d + \frac{[\frac{d+e}{2} + e]^2}{l-b}$$

Если $d = 840^m$, $a = 125$, $b = 100$, $l = 840$, $e = 15$, то

$$D = 1810 + \frac{[482.5 + 15]^2}{825} = 1810 + 265 = 2075.$$

- (2) Тригонометрия. Относительно полезного уплотне-
ния моменты известно, что полный коэффициент
цилиндр ρ , зависит от коэффициента полезного
действия котла μ , от количества циркулирующей те-
плоты ω . Поверхности нагрева F' , теплопровод-
ности k , количества воздуха A добавляемого в
котел на каждый килограмм топлива и тепло-

во уравнении, в котором L означают длину котла

$$F = [2\pi d + 0,6 - \pi D] L =$$

или примем для простоты $d = 0,4$ и D полуграмм

$$F = 4,4 D L.$$

Объем воды Q будет

$$Q = 0,63 D^2 L - \frac{\pi d^2}{2} L = 0,38 D^2 L$$

Если D и L не меняются то еще вода в котле P согревается в цилиндрической бочке

$$P = 380 D L$$

а p отношение P к F будет

$$p = \frac{P}{F} = \frac{380 D^2 L}{4,4 D L} = 86 D.$$

Площадь одной прокладки

$$R = 1,8 \times 0,4 D$$

а объем будет

$$R = 1,44 D$$

отношение

$$\frac{F}{R} = \frac{4,4 D}{1,44} L = 3,05 L$$

L должно быть выбрано в метрах.

Если $L = 8,23$ оканчивается

$$\frac{F}{R} = 25,1 D$$

родной способностью топлива H . Если условно p коэффициентом полезного действия поверхности нагрева передающей теплому от газовой $p = (1 - \frac{t_1}{T_0}) (1 - e^{-\frac{F}{R}})$ где t_1 температура пара в котле и температура газа в марте

$$\frac{T_0 \mu H (1-w)}{A+1}$$

теперь можно уже написать что

$$p = \mu [w + p(1-w)]$$

Что касается численных значений разных коэффициентов, то при обычных условиях каменного угля можно считать $w = 0,8$ до $0,4$, $H = 8200$ и при $A = 14$ можно допустить $\mu = 0,85$ до $0,9$. Возвращаемся к p . Вычислим при предположении $w = 0,5$, $H = 8200$ и $A = 14$ и $\mu = 0,85$

Котелъ Галловей.

Современные котлы употребляемые Galloway'ем отличаются несколько от того как показано на фигур. 90 и 91. На рисунке 90 изображен, большой труба, идущий со входной котла и расширяющийся коммекским трубкой и восточной подъ насаживаясь трубкою Galloway, теперь этот строятся днают для от- дельной трубы как показано на фиг. 98 только такой длины чтобы помогать ей иметь длину ки длиной 1800 и таким порог. Затем газы вступают в большую трубу сверху вогнутой, снизу вогнутой. В этой трубе помещаются некото- рое число коммекских трубок Galloway.^(*) Пре- имущество нового устройства состоит в том, что трубки более доступны для наружного ос- мотра и что принятое отверстие попеременно вь- рения трубки дает возможность днают все кам- ренки трубки по одной модели, все они могут быть заменены одна другою. Преимущество это ве- ма важно. Из него техника стремится во всем своем отделе. Заключенность частей важна не только в смысле удешевления изготавляемых предметов но в отношении къ ремонту. Ремонт становится более простым и быстрым потому что получая газы не надо прилагать - она при- мо приходит, и более дешевый и выгодный бо- лее простота работы и потому неоптима надоб- ности имеют большие запасы разнообразных рас- тей.

На фиг. 98, 99, 100 и 101 представим котел боль- ший на восточной в Фриаденборг в 1876г. Этот котел отличается от прежних котлов тем же устройством не только заитраемостью трубок но и

(*) Примечание. В котел Galloway помещен на Восточной выставке 1873г. Большая труба имеет длиннотическое попе- рное сечение.

тот же это машина растёт котла, под большую трубу одного диаметра удобного. — Обстоятельство в высшей степени важное. Легко замечать, что труба ботин введён ранее.⁽¹⁾

Всё это касается пространства занимаемого котлом, степени доступности различных его частей для осмотра, очистки и исправления обнаруживается ясно из чертежа. Очевидно что при одинаковой поверхности нагрева с котлами других прежде описанных систем — этот будет занимать наименьшее место. Ясно также что исправление, а также более замоща одной из комических трубок сопряжено с затруднением. Количество воды вполне достаточно для поддержания чистоты пара в стовых близлежащих один от другого предположительно, что все требования техники найдутся далее.

Осадки собираются в нижней части наименее нагреваемых.

Циркуляция воды приближается к этому котлу к прибору котельному, парь развивающийся на стенках удаляется движущаяся вода вестма востро и, таким образом, увеличивается теплопроводность стенок.

Теплоты производится на уровне поверхности воды в котле. Лучшего теплового действия в этих котлах можно также как и вообще в котлах со внутренним топком.

Относительно изменений вида различных частей относительно влияния нагрева, эти котлы одинаковы с коринтийскими и Ланкаширскими котлами.

Расположение нижней плиты важно ясно из чертежей.

(1) Смотри котел D. Adamson.

Размеры котла бывшего на восстановл., представившего котла современного устройства приотъемлемые этим отработанным наковы:

Длина котла	$L =$	2540
Диаметр	$D =$	2287
Диаметр трубы	$d =$	915
Длина шва	$l =$	2100
Длина обвода большой трубы	$\Delta =$	5200
Длина комм. труб	$\lambda =$	915
Верхний диаметр	$\delta_1 =$	300
нижний —	$\delta_2 =$	200
Число труб	$n =$	33
Котел массой так же длина обвода наружной поверхности подвергается нагрыванию	$=$	4500

Таким образом поверхность нагрева состоит

1, Наружной оболочки котла $4,5 \times 2,54 = 38,43$ кв.м.

2, двух труб заключенных в нем.

$$\text{или } 2 \times \frac{1}{2} \pi \times 0,915 \times 2,1 = \dots \dots \dots 2,70$$

3, поверхность большой трубы $5,2 \times [2,54 - 2,1] = 33,49$

4, сумма боковых поверхностей труб = 23,70

5, За вычетом верхних и нижних оснований всех 33 труб = - 3,36

итого 94,96

Круглой формы

$$F = 95 \text{ кв.д. метров.}$$

Сумма площадей обшивки трубной решетки $R = 2 \times 0,915 \times 2,2 = 4,02$.

Отношение этой поверхности нагрева к площади решетки $\frac{F}{R} = \frac{95}{4} = 24,25$ почти такое же как и в котлах, применяемых в Корвандийских и Ланкомских котлах, следовательно количество газа сжигаемого на решетчатой

ходится на касательный квадрат. метр поверхности паруса одно и то же для котлов всех типов системы. Следовательно, как выше уже было сказано, этот коэффициент должен быть около 0,65 (смотри котел Ланкаширский) может быть и то для котла Тамбовей коэффициент полезного употребления топлива будет несколько больше потому что трубы радиусом они могут несколько больше по диаметра чем в Ланкаширских котлах и потому что в описываемых котлах есть циркуляция. До сих пор еще не было хорошо установленных отношений которые показаны бы действительный коэффициент полезного действия топлива.

Котел Adamson'a, фиг. 102, 103 и 104 можно представить как образец Ланкаширского котла, с трубами Тамбовей. В этом котле расположение всех частей, устройство и размещение ветвей, топков принадлежавших котлу, все можно считать образцовым.

Главные размеры котла

Длина котла L	= 7320
Диаметр ——— D	= 2135
Передний диаметр входных труб d_1	= 850
Задний ——— ——— ——— d_2	= 710
Верхний диаметр комических труб d_3	= 230
Нижний диаметр ——— ——— d_4	= 170
Число труб n	= 16
Полная поверхность паруса F	= 65
Площадь проемки $R = 1,25 \times 0,25 \times 2$	= 3,2
Отношение	

$$\frac{F}{R} = 20,3 \text{ (в)}$$

(в) Гидравлическое. Это отношение, без вреда для

Комму Фербаирн'а (Ферберов) Фур. 92 и 93.

Комму этого мамонтного инженера едва ли можно назвать счастливой конструцией.

Площадь необходимая для помещения котла весьма не велика, устройство всех частей не затруднительно, но его нельзя осматривать внутри не вошедши вынужденною трубой, а это не только сопряжено с затруднительными отношениями котла к соединению в местах 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8, но и передняя стенка котла при сдвигается к угольнику прикрепленному к передней концы наружной оболочки котла 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

Если наконец в этом котле скопится в местах подверженных действию не особенно сильно нагретых газов, то от них не менее вреда из-за этого снова необходима.

Циркуляция в этом котле идет.

Задний конец нижнего котла, собственно неподвижный, хотя и способствует лучшему удалению пара в верхний котел, но все таки котел в этом отношении представляет значительное несовершенство. Мелкое количество воды в нижнем котле, не смотря на довольно большую объем воды в нем, не способно регулировать равномерность парообразования. Пар из нижней части выходит в верх по большим, но незамысловатым отверстиям. Это последнее обстоятельство с собою может бы увеличивать длину пути пара.

Впрочем это отношение не дает права сказать что котел не имеет хороших свойств потому что количество пара образующегося на пути зависит не только от площади поверхности в воздухе, регулируемого количеством в трубах.

металлическую ясностью обнаружилась на Вилл-
ской выемке. Комбинация воды в естественной
трубке, приоткрытой к верхнему котлу
были весьма велика. Объем пара парубкало-
щароса в микроскопическом котле может быть,
средним числом по 37 килограммов с
каждого квадратного метра поверхности
нижнего котла и трубы. (1) Полное коли-
чество пара которое, средним числом, долж-
но будет переходить из нижнего котла в
верхний составит 1270 килограммов или

(1) Триумфание. Если из 8200 единиц тепло-
ты которое может быть расходуется каменный уголь
при полном и совершенном горении, будет
передано нижнему котлу воды пары для
 p_1 , то эта доля определится как известно,
уравнением $p_1 = \mu [w + p(1-w)]$. Если мо-
жно считать $\mu = 0,85$, $w = 0,3$. Величина p_1 в
этом предельном определении уравнения $p = (1 -$
 $\frac{t_1}{T_0}) (1 - e^{-\frac{F' \mu}{T_0}})$. Величины $K = 23$, $\delta = 0,237$, $F' = 35$ кв.
метр. (мне будут известны), для пункта
уравнения $t_1 = 150$; температура T_0 определит-
ся уравнением $T_0 = \frac{0,85 \cdot 8200 \times 0,7}{0,237 \cdot 15} = 1370$. Это число
определяется предположая, что на каждый кило-
грамм угля будет доставлено по 14 кило-
граммов воздуха. Число δ определится при
том же предположении, считая что на каж-
дом метре поверхности может гореть 100 мил-
лар. Полная мощность поверхности 1,5 кв. метр,
соответственно $\delta = 225$. Таким образом опре-
дляется $p = 0,39 \cdot 0,78 = 0,70$; $p_1 = 0,85 \cdot 0,70 = 0,67$.
Число единиц теплоты передаваемое котлу
нижним котлом будет

$$N' = 0,67 \times 8200 \times 150 = 824100 \text{ единиц.}$$

Если пар, переходит из нижнего котла в верх-

$1270 \times 0,36 = 457$ куб. метров в час или почти 0,13 куб. метр. в секунду. Сумма площадей отверстий обвязки соединительных трубков 0,25 кв. метра; следовательно средняя скорость движения будет около 0,5 метра. Очевидно что в периоды сильного горения топлива, при отсутствии питания скорость будет значительно больше в особенности если принять в соображение что в эти периоды газогорение не парившейся воды в котле должно быть из верхнего котла через эту же трубку. Все указанное приводит к заключению, что растопление пара в верхней части нижнего котла будет происходить незначительно, а стало быть и порог котла в этом момент неустойчива.

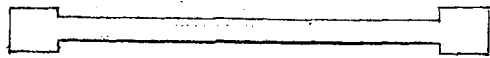
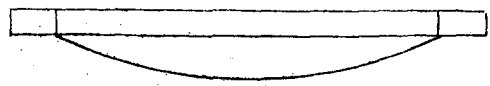
Что касается измещения размеров растопки частей под влиянием нагретания, то котлы эти представляют собой соединенные с коридорными котлами соединенные с подстанциями котлов с котельными.

Экземпляр бывший на Визской восстановит много сведений по расчету:

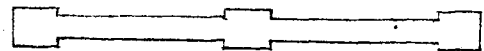
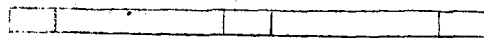
Длина верхнего и нижнего котлов $L = 6800$ мий, будет умножить 108 то есть определенная величина W получится с переходу $\frac{824100}{650} = 1270$ килограммов, или по 37 килогр. с кв. метра. Если сдвиги расчерт для всего котла сбитая поперек поверхности нагрева $F = 44$ кв. метр. то $P = 0,89 \times 0,84 = 0,75$, $P_1 = 0,85 \times 0,825 = 0,70$; $W = 0,70 \times 8200 \times 150 = 861000$. Число килограммов пара будет $\frac{861000}{650} = 1320$ или по 30 килограммов с квадрат. метра.

Диаметр верхнего	$D_1 = 950$.
_____ нижнего	$D_2 = 1180$.
_____ внутренней трубы	$d = 630$
Длина соединительной трубки передней —	$L_1 = 750$
_____ задней —	$L_2 = 700$
Диаметр соединительных трубок —	$\delta = 400$
Поверхность нагретая F'	$F' = 44$ кв.м.
Полная поверхность F	$F = 62$
Площадь приточки R	$R = 1,50$.

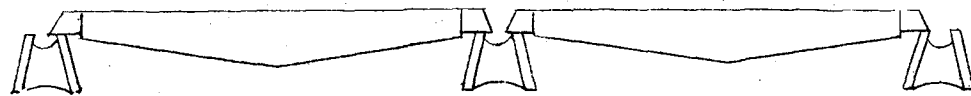
Фиг. 1.



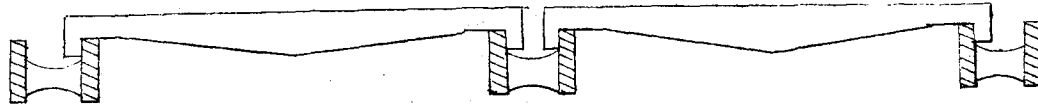
Фиг. 2.



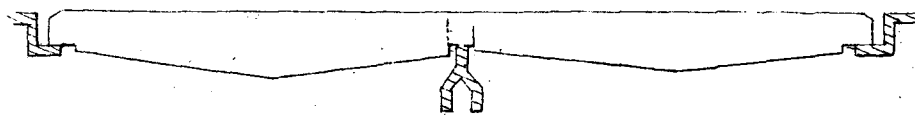
Фиг. 3.



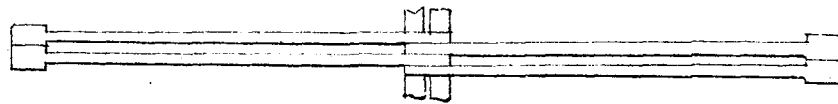
Фиг. 4.



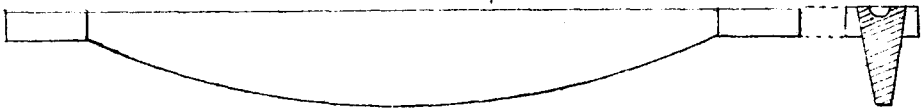
Фиг. 5.



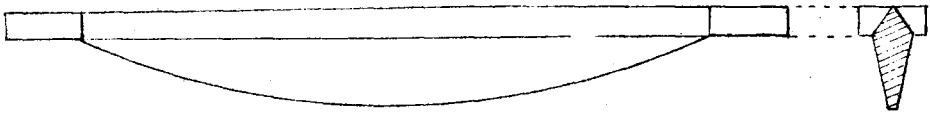
Фиг. 6.



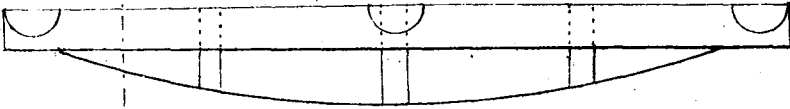
Фиг. 7.



Фиг. 8.



Фиг. 9.



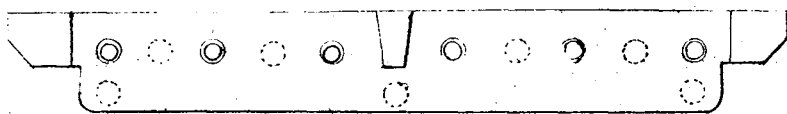
Фиг. 11.



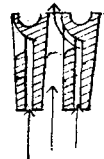
Фиг. 10



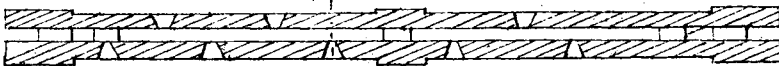
Фиг. 12.



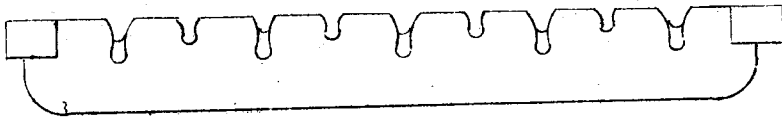
Фиг. 14.



Фиг. 13.



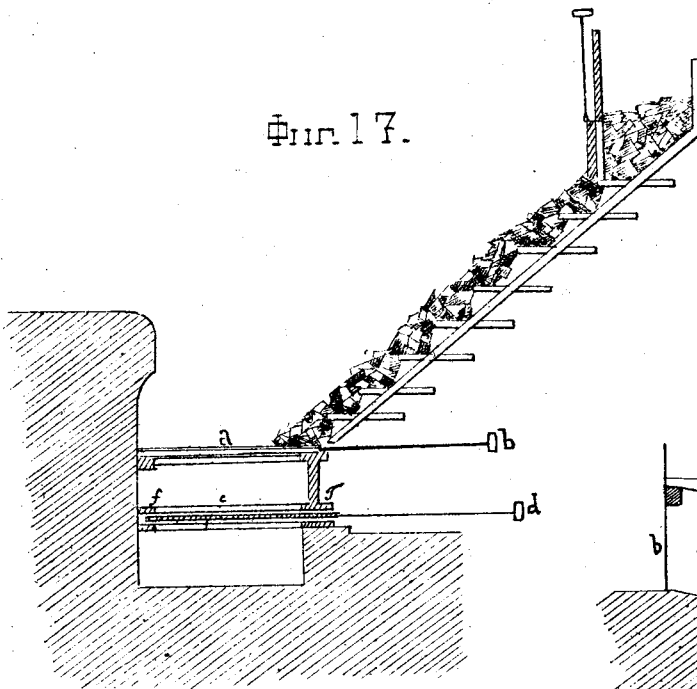
Фиг. 15.



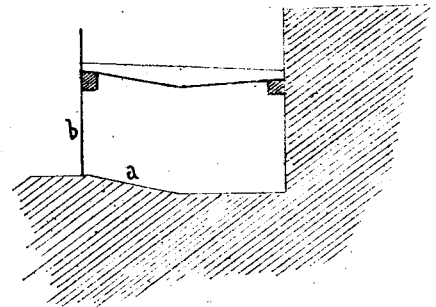
Фиг. 16



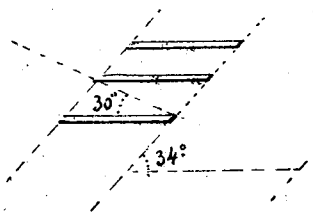
Фиг. 17.



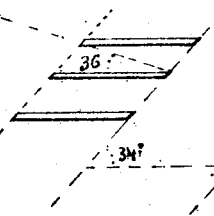
Фиг. 21.



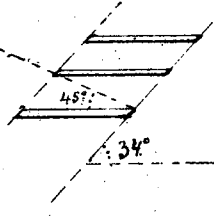
Фиг. 18.



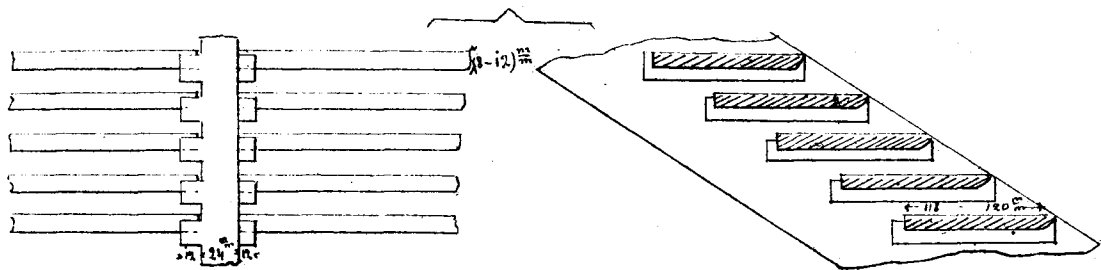
Фиг. 19.



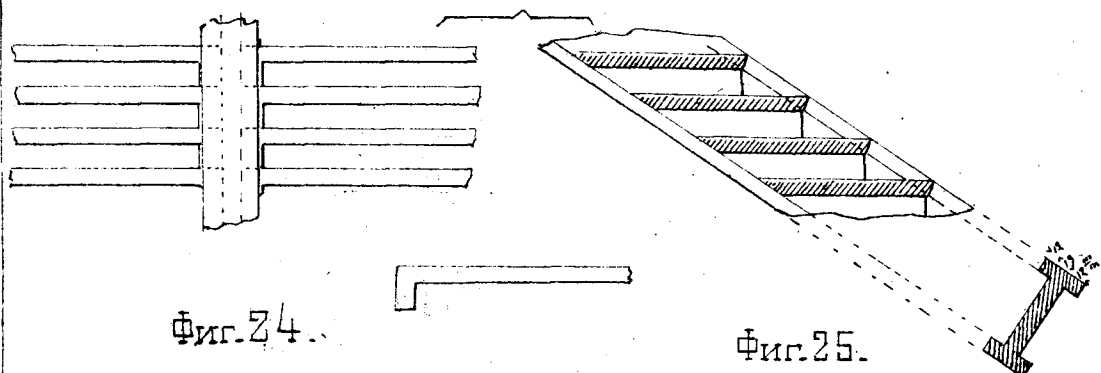
Фиг. 20.



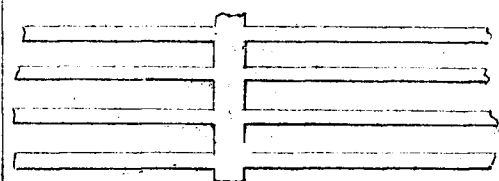
Фиг. 22.



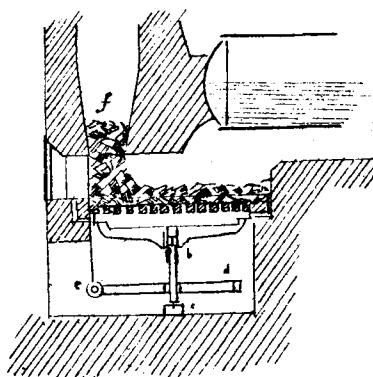
Фиг. 23



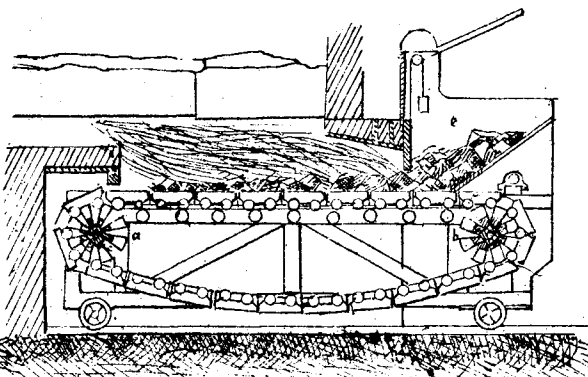
Фиг. 24.



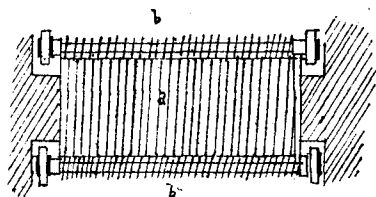
Фиг. 25.



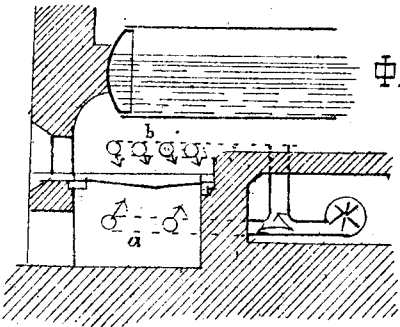
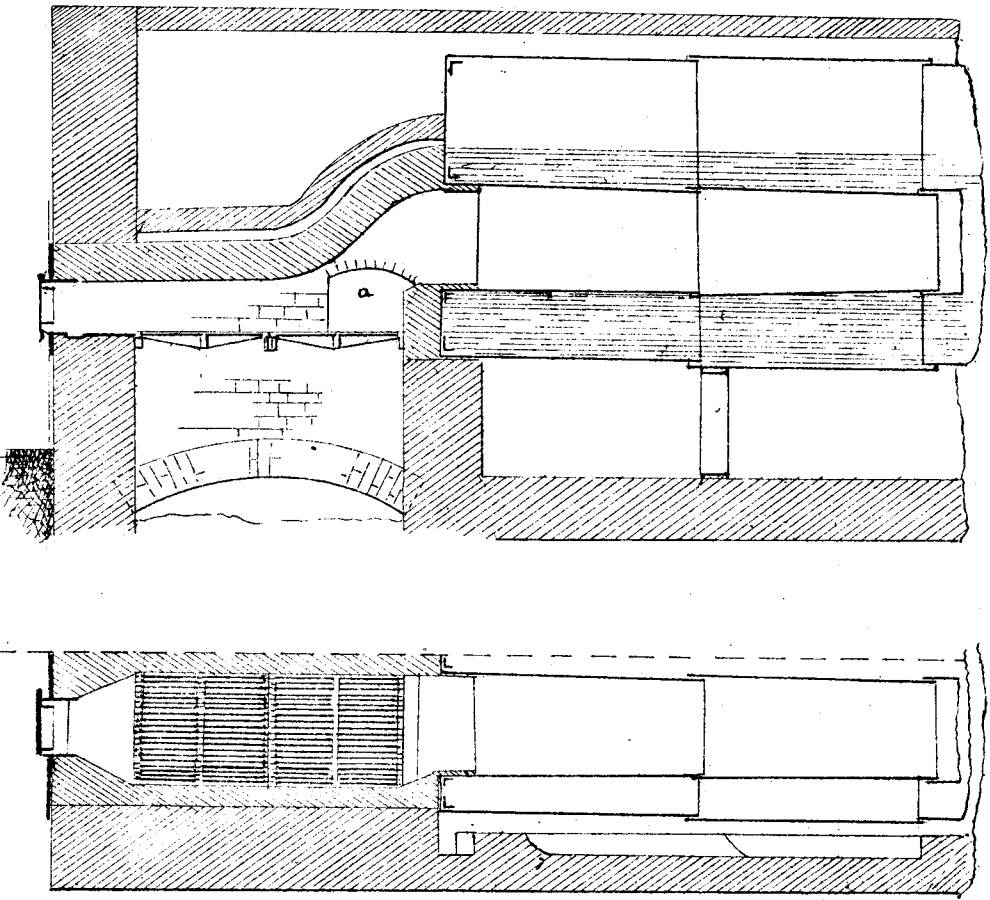
Фиг. 26



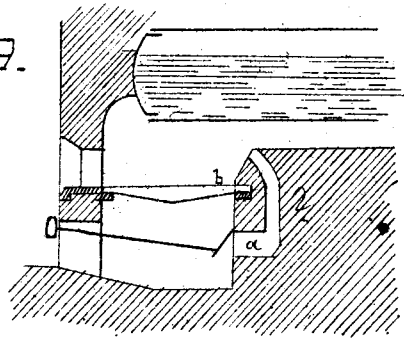
Фиг. 27.



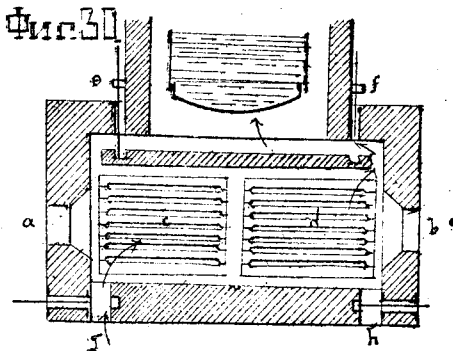
Фиг. 31.



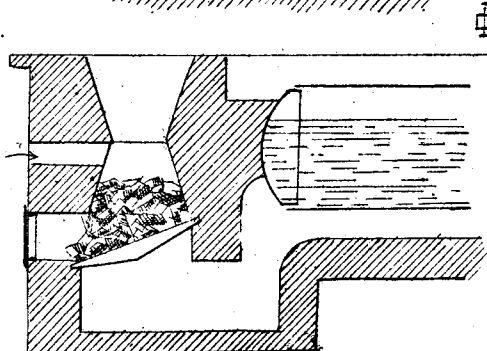
Фиг. 27.



Фиг. 28.

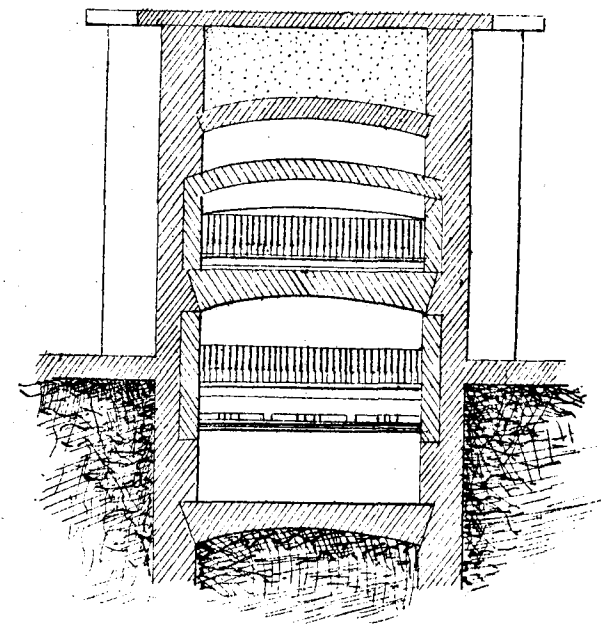
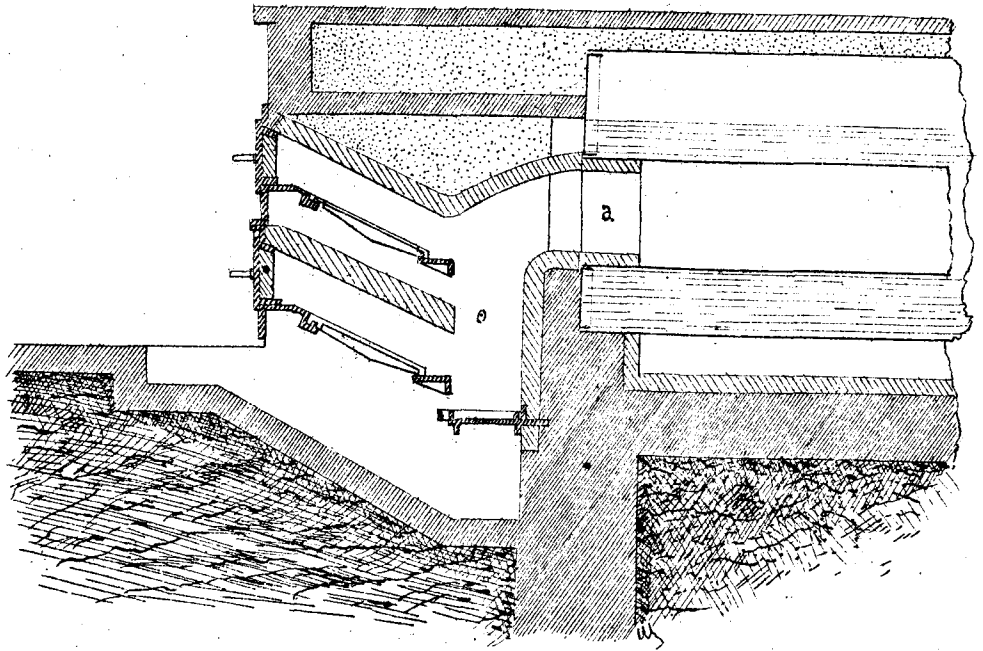


Фиг. 30.

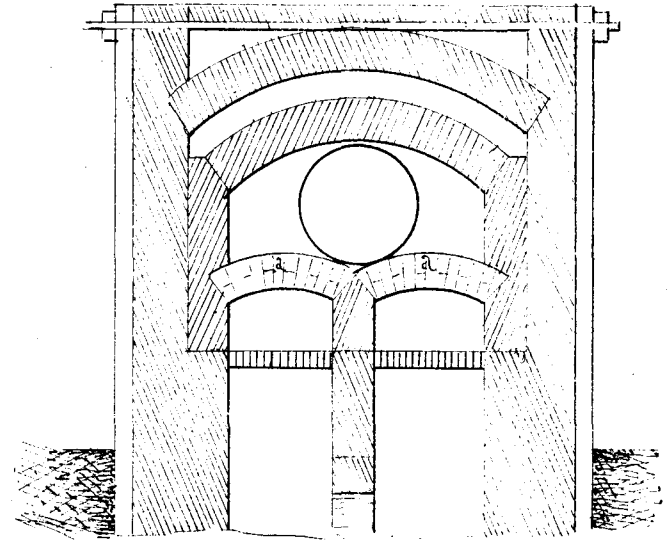
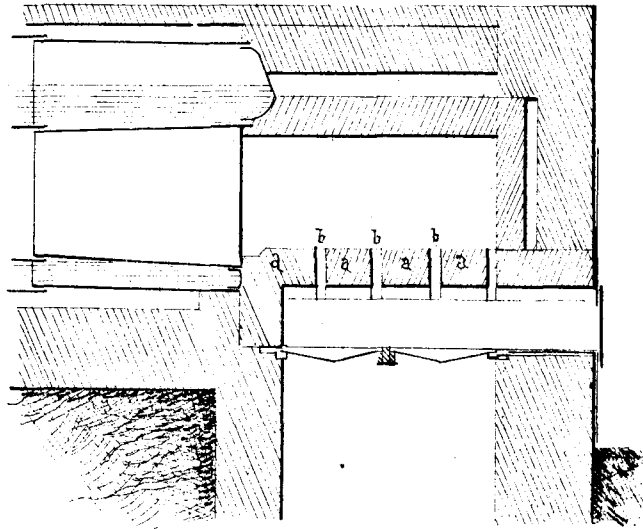


Фиг. 33.

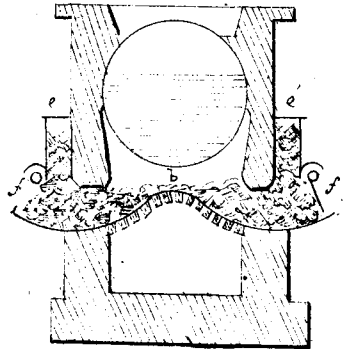
Фиг. 32.



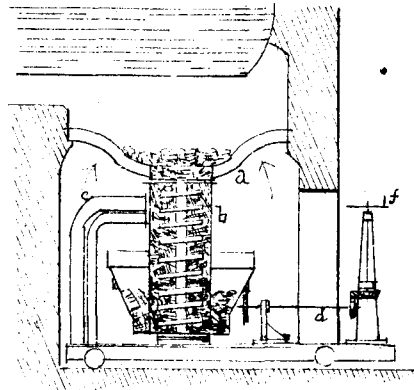
Фиг. 37.



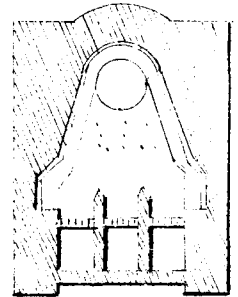
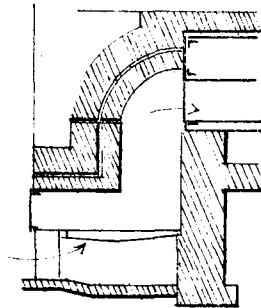
Фиг. 34.



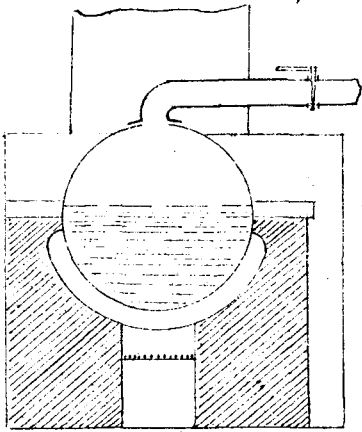
Фиг. 35.



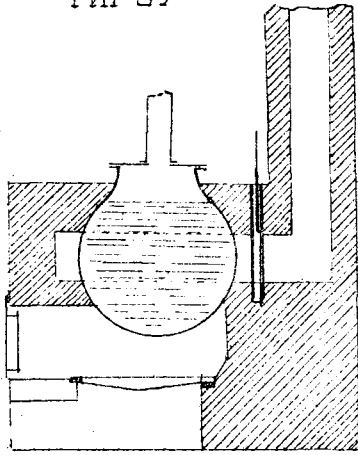
Фиг. 36.



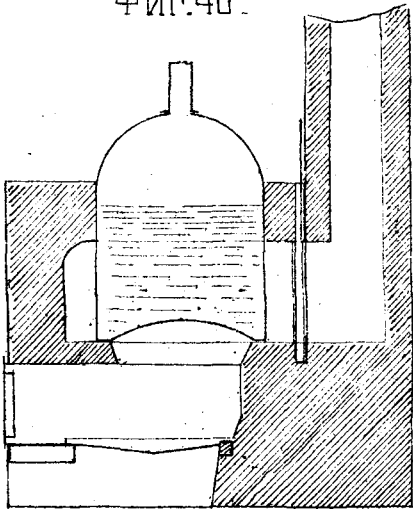
Фиг. 38.



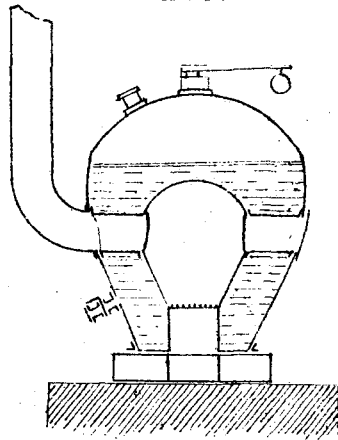
Фиг. 39.



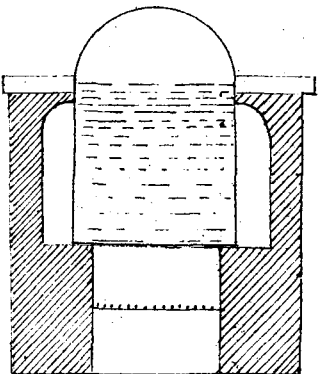
Фиг. 40.



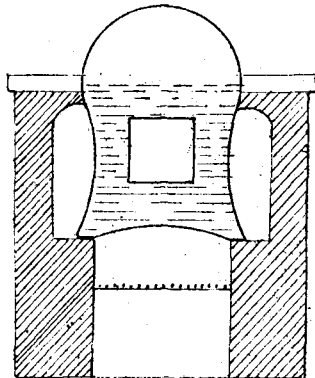
Фиг. 41.



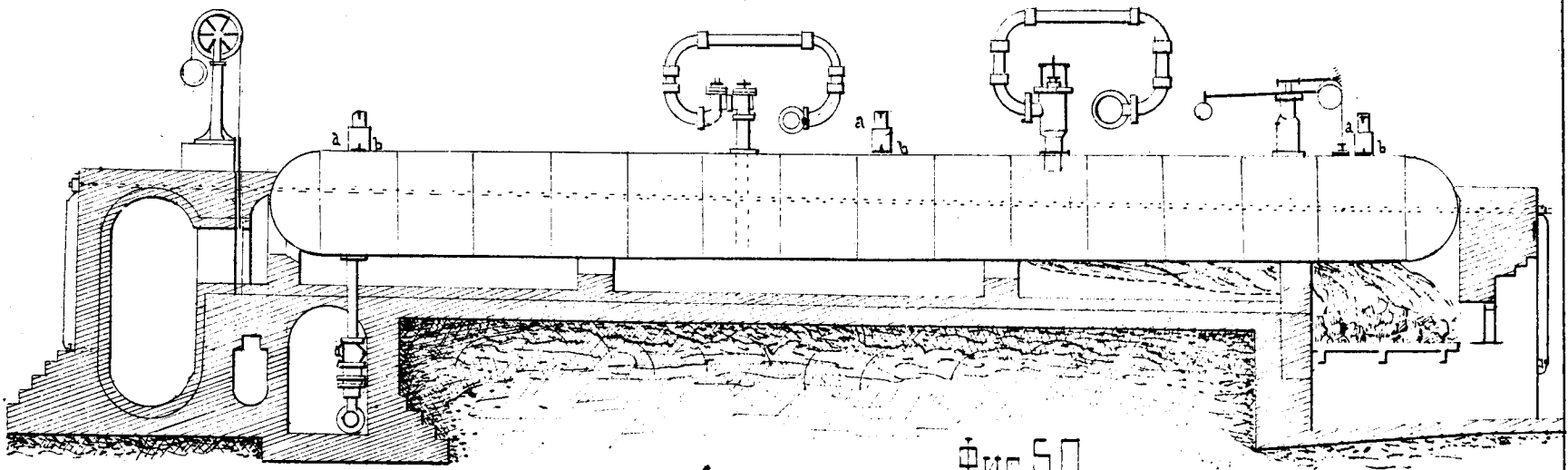
Фиг. 42.



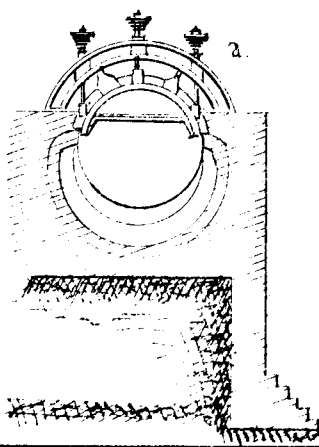
Фиг. 43.



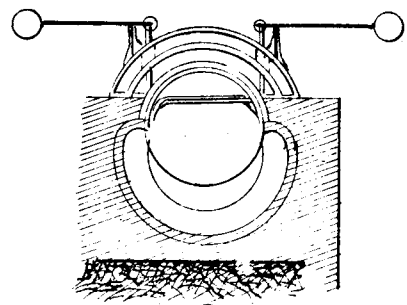
Фиг. 49.



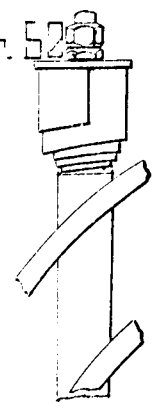
Фиг. 50.



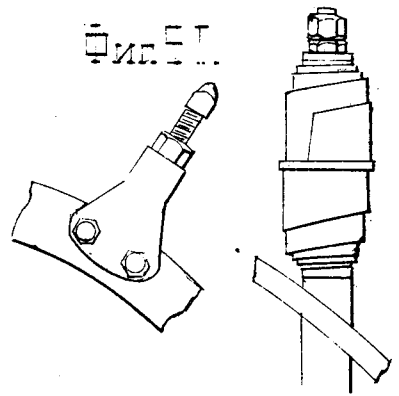
Фиг. 54.



Фиг. 52.



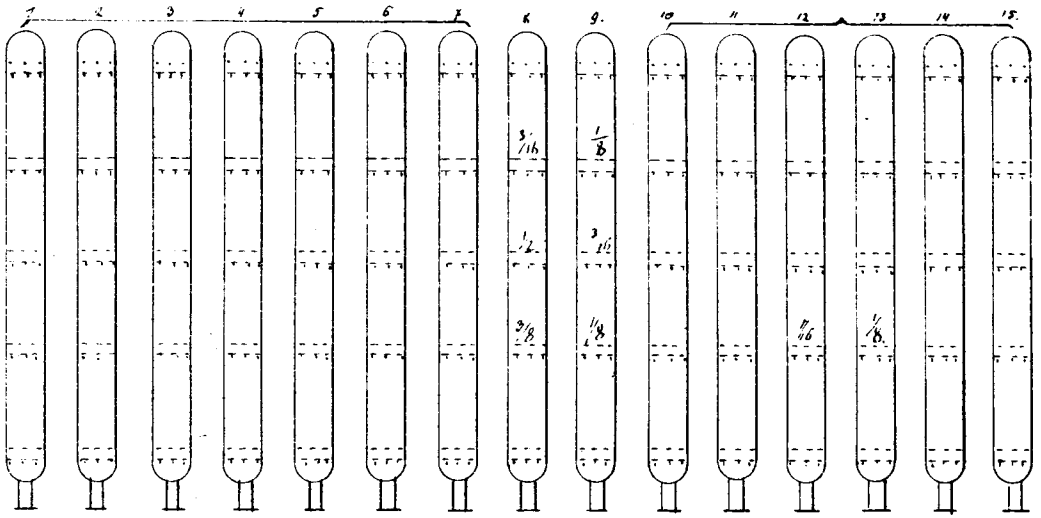
Фиг. 51.



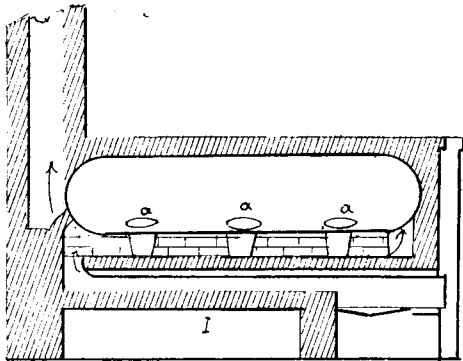
Курсъ изобретат. 1901 г. Лодж.

9.5.01

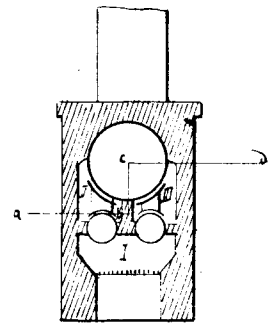
Фиг. 53.



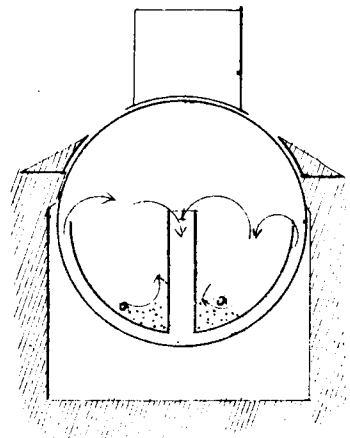
Фиг. 56.



Фиг. 57.

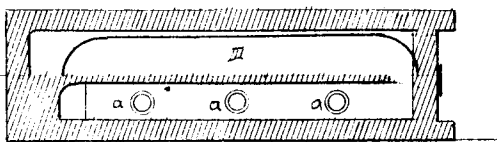


Фиг. 55.

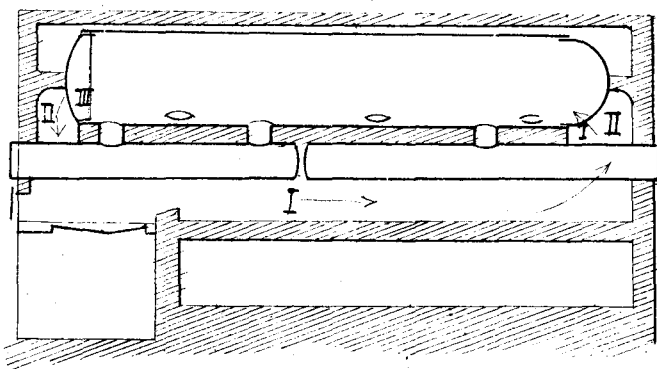


Фиг. 58.

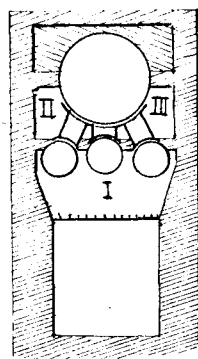
разрез по абвд.



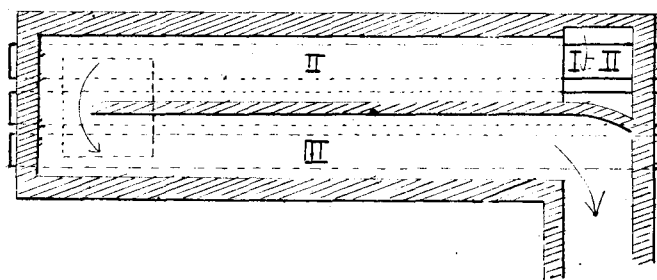
Фиг. 59.



Фиг. 60.



Фиг. 61.

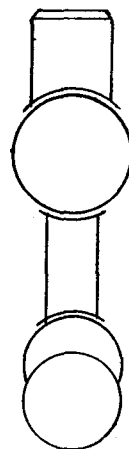
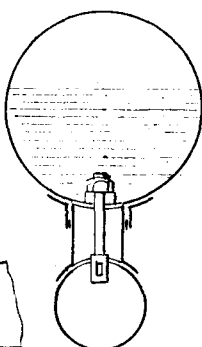
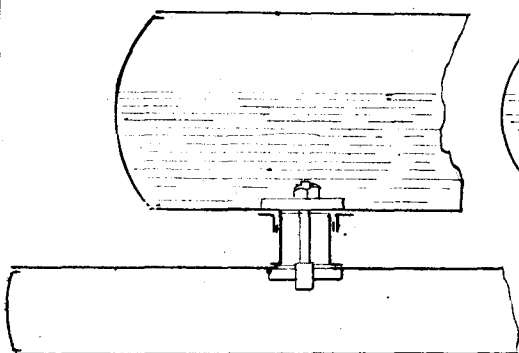


2 - от (4-8) 2
2 - от (4-8) 2

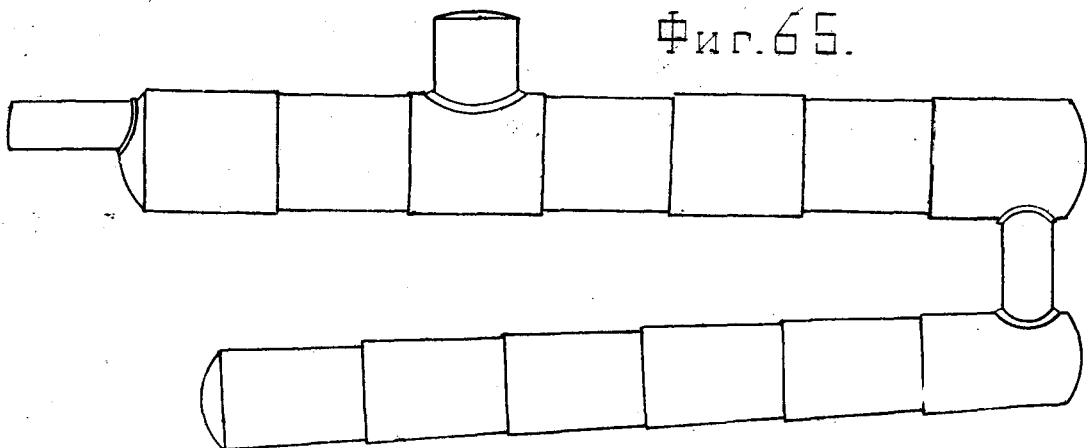
Фиг. 64.

Фиг. 62.

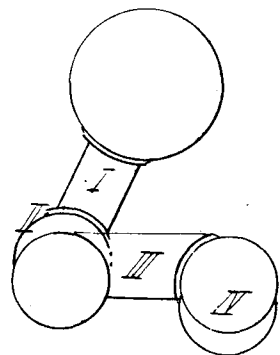
Фиг. 63.



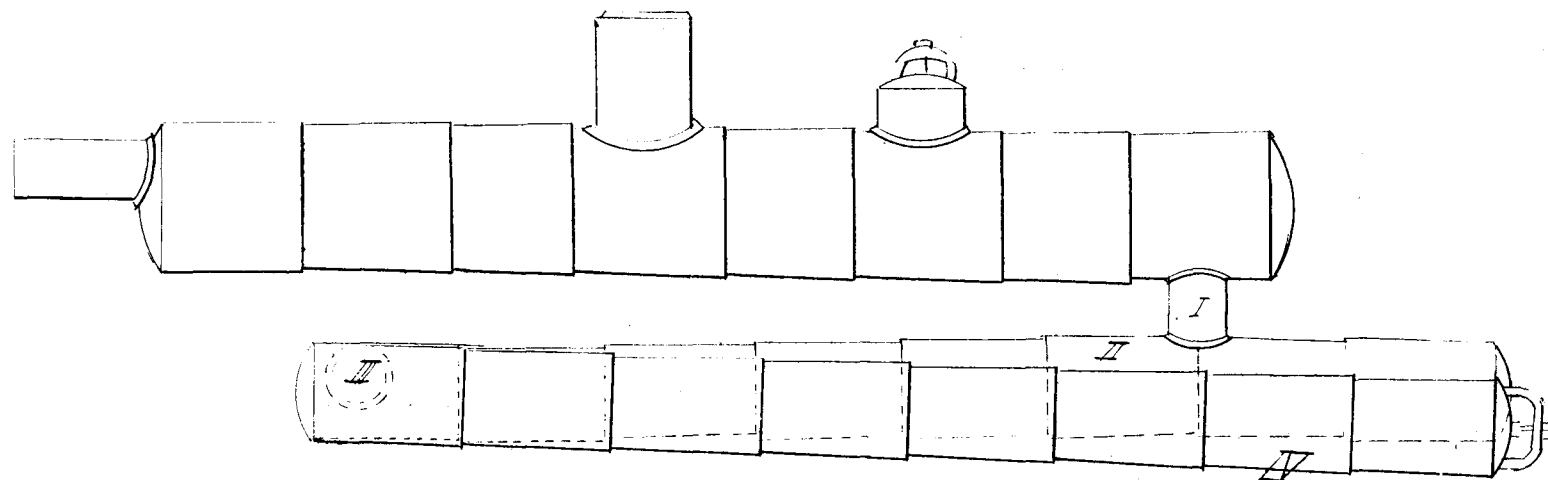
Фиг. 65.



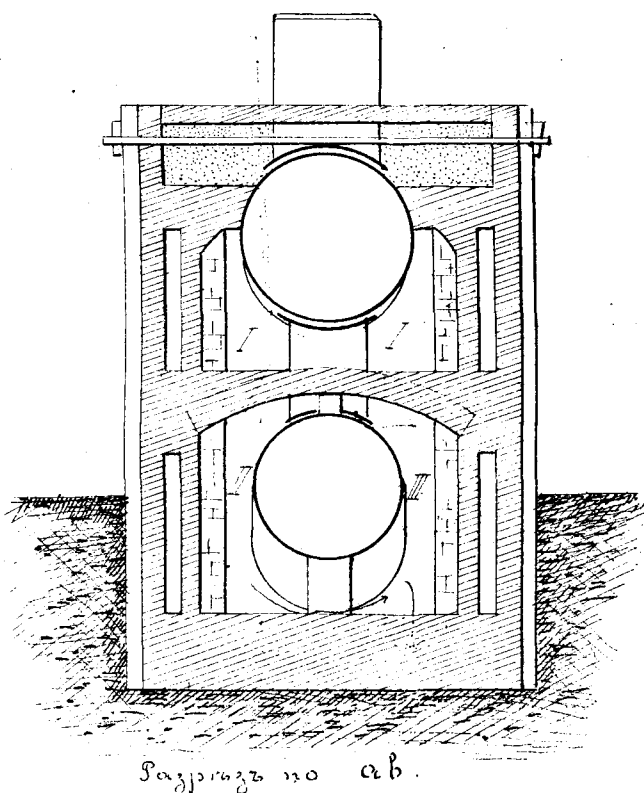
Фиг. 66.



Фиг. 67.

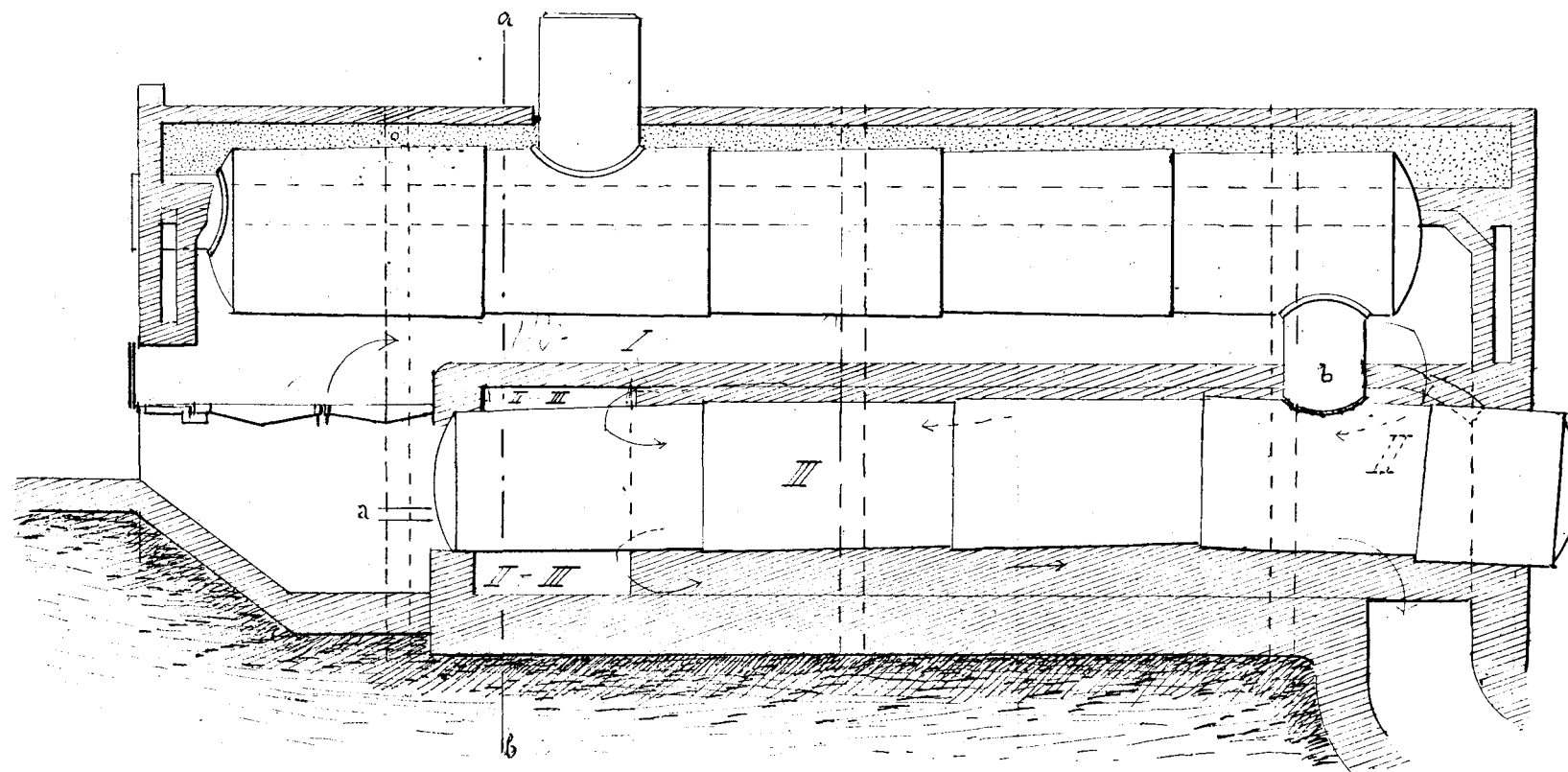


Фиг. 68.



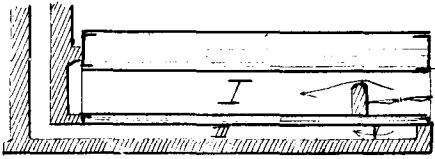
Разрез по а в.

Фиг. 69.

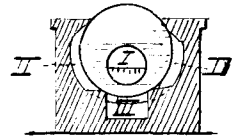


Курь парового котла.

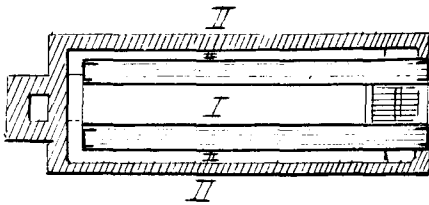
Фиг. 80.



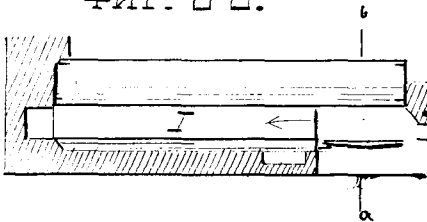
Фиг. 81.



Фиг. 82.

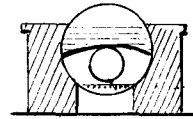


Фиг. 83.

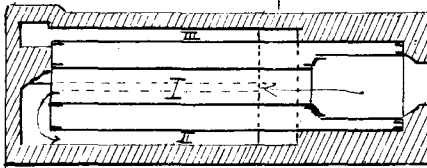


Фиг. 84.

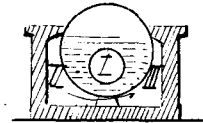
разъёмъ по аб



Фиг. 85.

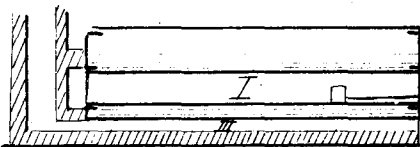


Фиг. 86.

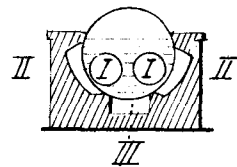


разъёмъ по сд.

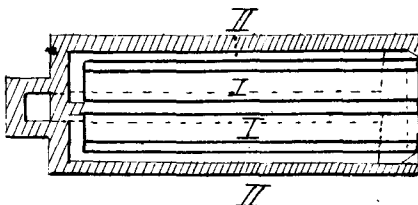
Фиг. 87.



Фиг. 88.

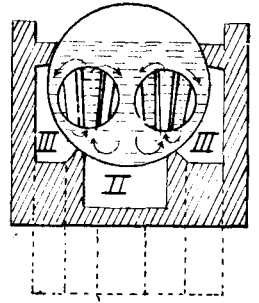
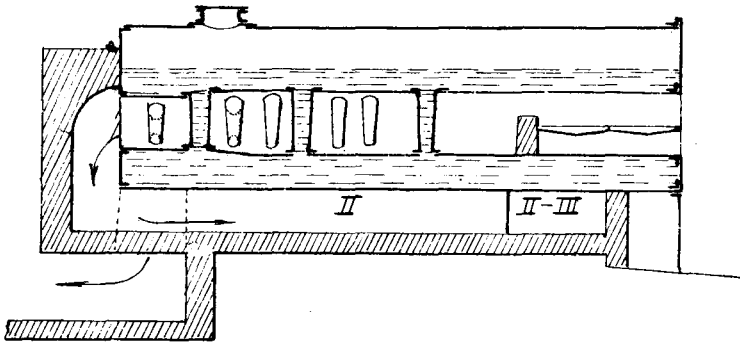


Фиг. 89.



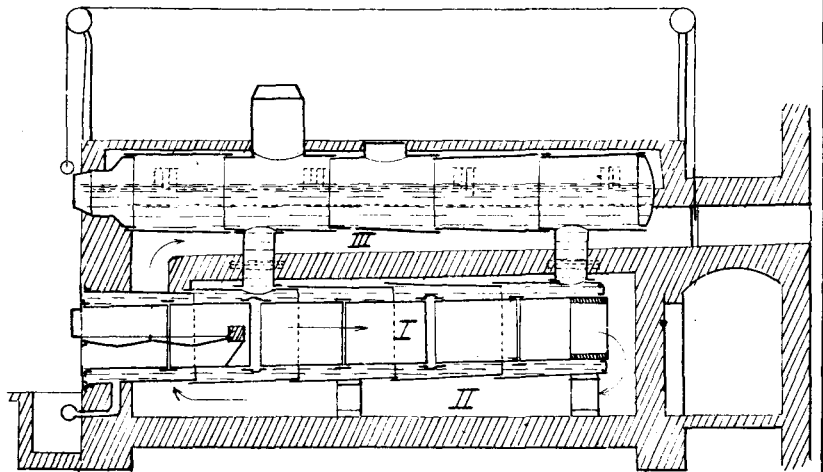
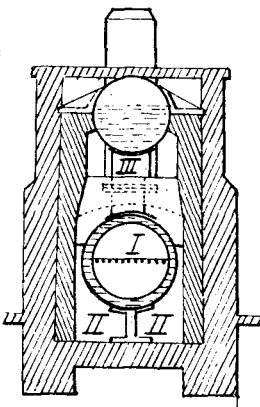
Фиг. 90.

Фиг. 91.



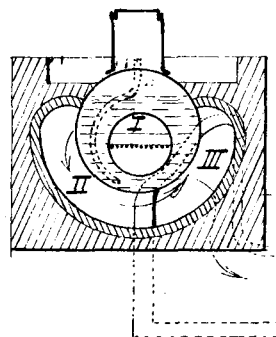
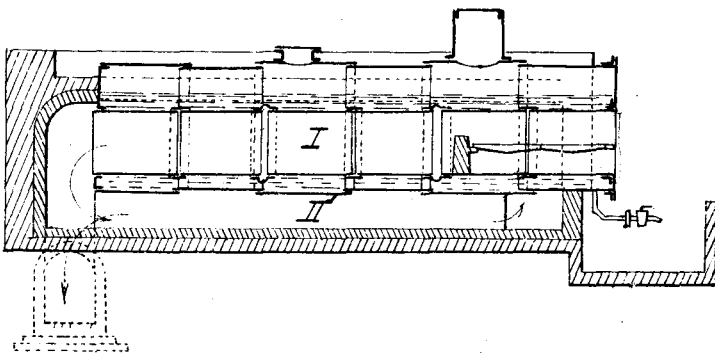
Фиг. 92.

Фиг. 93.

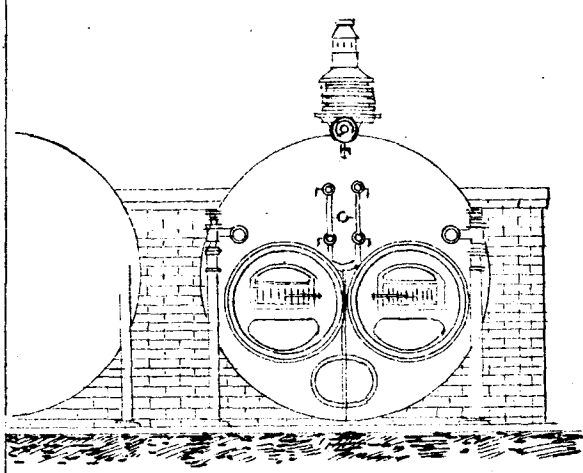


Фиг. 94.

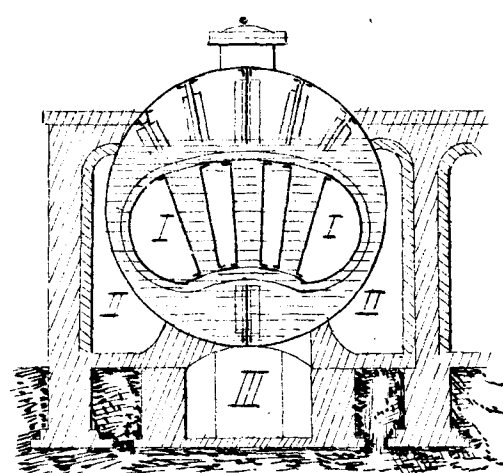
Фиг. 95.



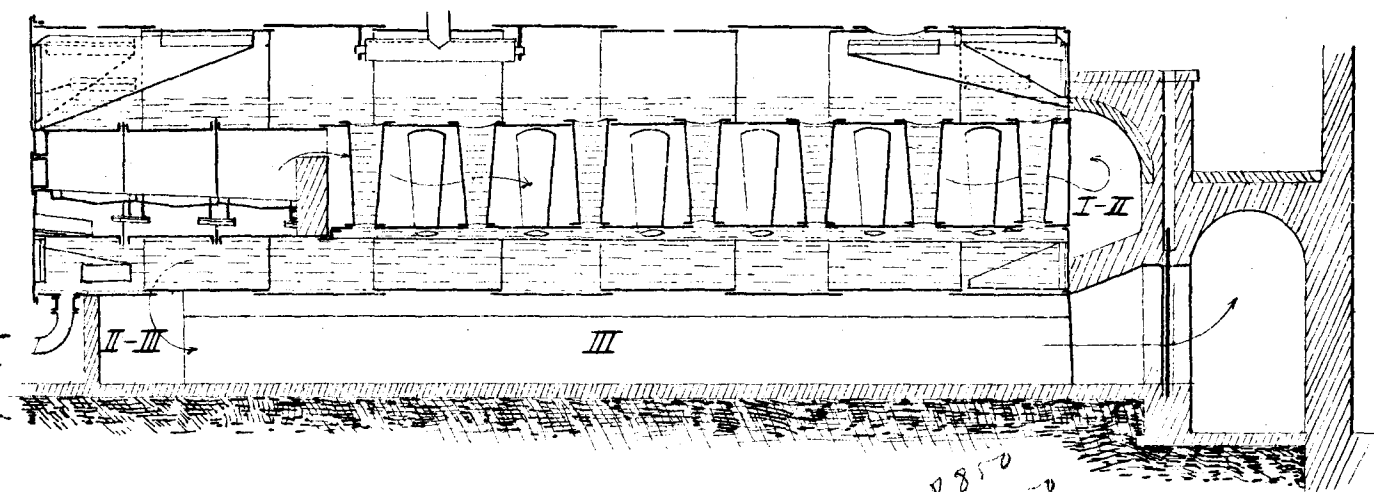
Фиг. 98.



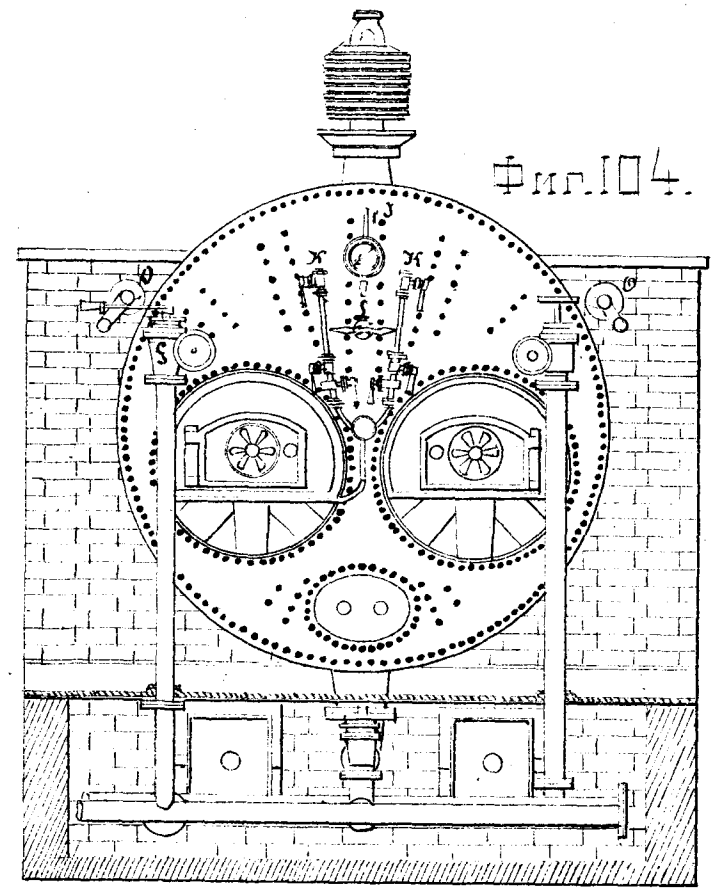
Фиг. 99.



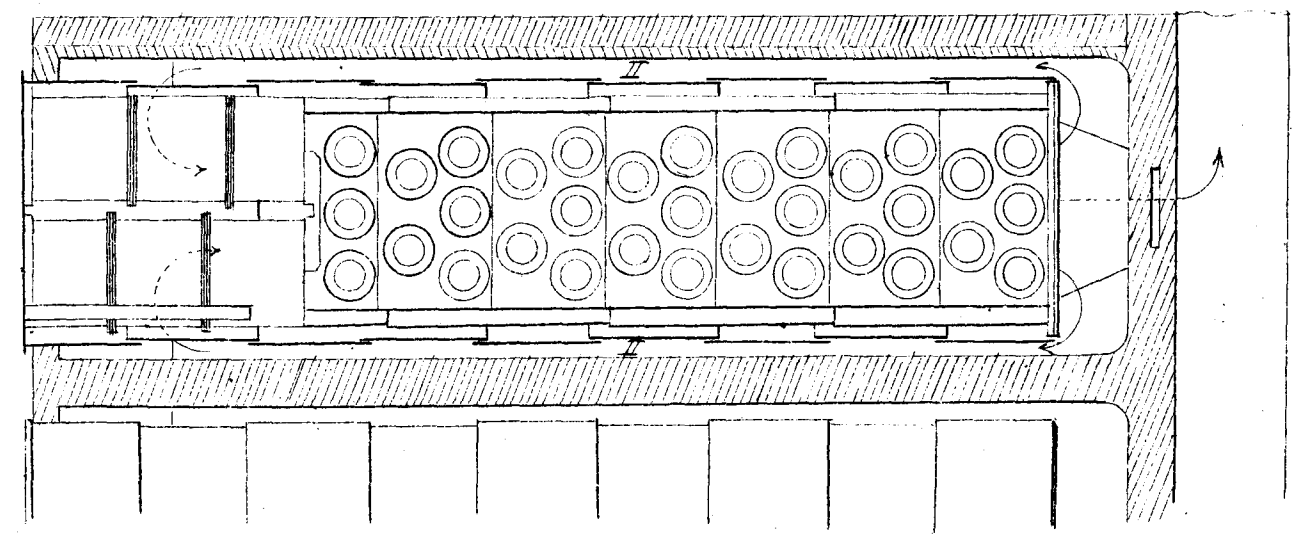
Фиг. 100.



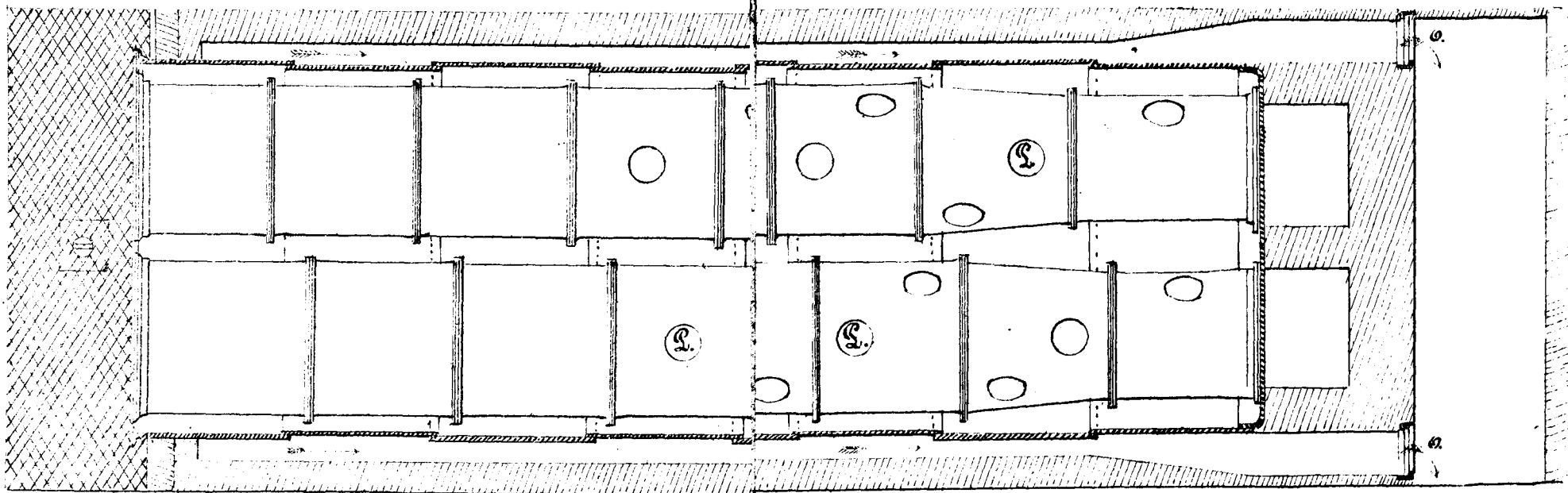
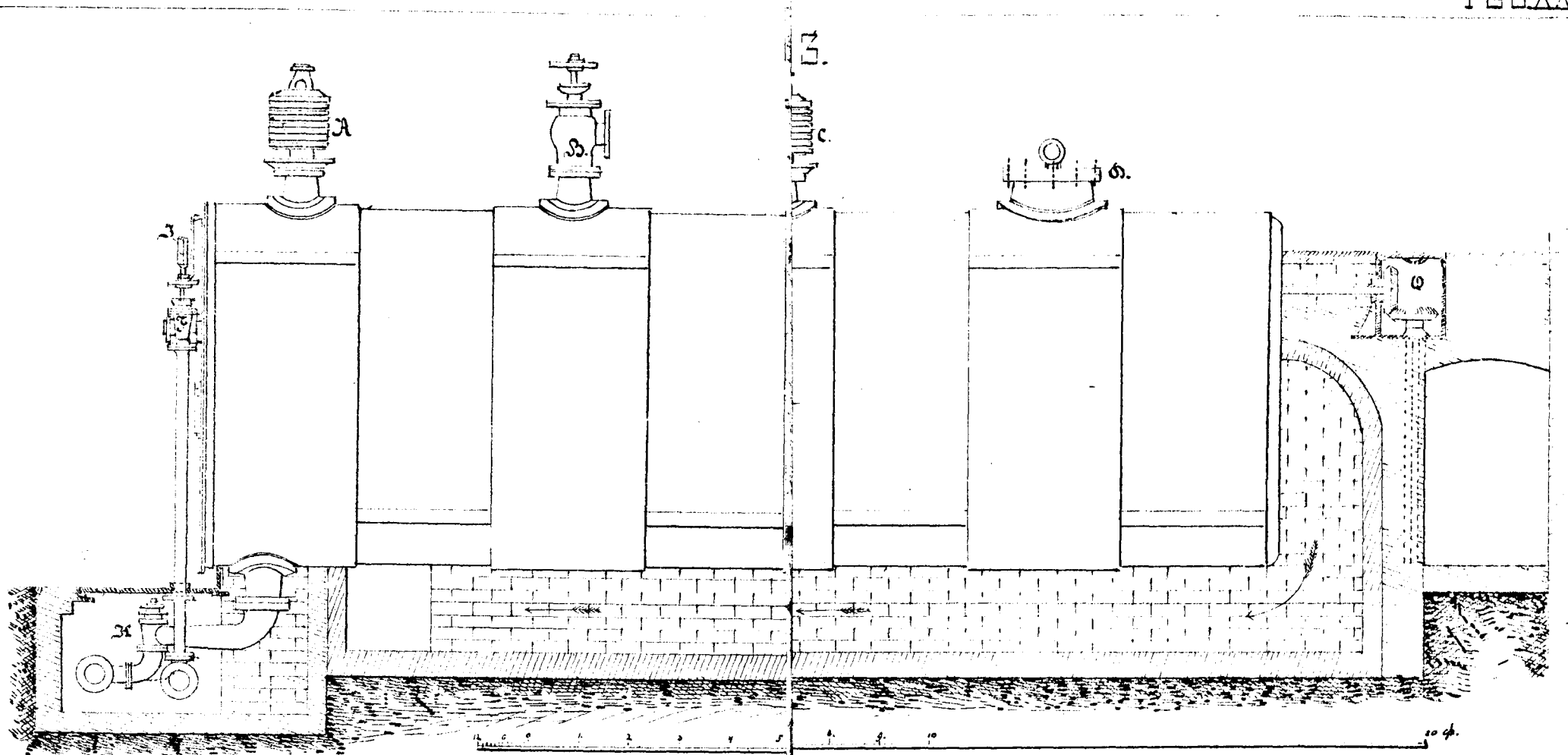
Фиг. 104.



Фиг. 101.



$r = 7850$
 $D = 2250$
 $l = 2000$
 $V = 25 \text{ м}^3$



104.