

С. 319



ЗАПИСКИ
НИЖЕГОРОДСКАГО ОТДѢЛЕНІЯ
ИМПЕРАТОРСКАГО
РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Абт. 167(3)



ВЫПУСКЪ 1-й.

1910 года.



Нижегородъ.
Техн.-Литературн. Б. Роденко и П. Ефремов.
1910.

D-Кр

103

C. 219

Страна: Великобритания
Институт: Императорского
Технического Университета

Имп. № 5/1

ЗАПИСКИ НИЖЕГОРОДСКАГО ОТДѢЛЕНІЯ

ИМПЕРАТОРСКАГО РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Выпускъ первый.

О недостаткахъ существующихъ русскихъ городскихъ водопроводовъ.

Докладъ водопроводному съезду въ г. Тифлисѣ.

Русскіе водопроводные съезды, собираясь въ большихъ городахъ съ благоустроенными, сравнительно, водопроводами, вела споры о наилучшемъ видѣ водопроводнаго дѣла; результатами, выработанными съездами, пользовались, главнымъ образомъ, большіе водопроводы; среди меньшихъ же городскихъ водопроводовъ, къ которымъ принадлежитъ большинство русскихъ водопроводовъ, вліяніе водопроводныхъ съездовъ мало замѣтно. Такъ напримеръ, съезды обсуждаютъ сравнительное достоинство тѣхъ или другихъ фильтровъ для рѣчной воды, не останавливаясь въ необходимости фильтраціи, а на некоторыхъ водопроводахъ рѣчную воду и до сихъ поръ совсѣтъ не фильтруютъ; съезды обсуждаютъ вліяніе гидравлическихъ ударовъ въ трубахъ и выработываютъ мѣры къ уменьшенію этого вліянія, а на меньшихъ водопроводахъ являющихся въ большинствѣ трубки закрываютъ деревянными пробками.

Отсутствіе лучшихъ чертежей также вредно въ такихъ водопроводахъ.

Но смотря на такіе существенные недостатки, водопроводное дѣло расширяется и большіе, сравнительно, города, помыслимому, убѣждаются въ исключанной пользѣ водопровода и, если не всё устраиваютъ водопроводы, то причиной этого является, во-1-хъ, недостатокъ капиталовъ на постройку и, во-2-хъ, беззаботность, а иногда и убыточность эксплуатаціи водопровода. Что касается первой причины, то доклады объ устраниніи ея съезды неоднократно обсуждали, причемъ предлагалось привлечь къ участію въ постройкѣ водопроводовъ страховыя общества, какъ заинтересованными материально въ лучшемъ обеспеченіи зданій отъ пожара.

1878

На вторую же причину — убыточность эксплуатации водопровода — следовало бы также обратить внимание, т. е. эксплуатация большинства водопроводов, нередко возникающая от первоначального устройства, не стоит на должной высоте, благодаря чему и результаты получаются неправильные. В доказательство послѣднего я приведу случаи из собственного знакомства съ водопроводами, причем, въ виду краткости времени, я ограничусь только двумя рельефными случаями.

Въ г. Смоленскѣ, владѣющемъ водопроводомъ около 15 лѣтъ, лиѣ пришлось услышать жалобы на убыточность водопровода, расходъ на который, считая и уплату по займамъ, не покрывался доходомъ за воду; въ то же время, по полученнымъ новымъ даннымъ города объ ежегодномъ расходѣ воды, стоимости 100 вед. воды и расходахъ по водопроводу, следовало бы ожидать обратнаго. При изслѣдованіи общаго устройства этого водопровода и деталей его, между прочимъ, при отсутствіи исполнительныхъ чертежей, оказалось, что городъ съ населеніемъ 60,000 чел. имѣетъ сеть трубъ, составляющую только $\frac{1}{2}$ всѣхъ улицъ и переулковъ, а расходуетъ въ сутки, въ среднемъ, 65,000 вед., изъ которыхъ на промышленныя учрежденія 5,000 вед.; такимъ образомъ, на одного человека приходится 1 вед. въ сутки. Вода въ промышленныя учрежденія и $\frac{1}{2}$ части абонентамъ отпускается по водоѣмамъ, остальными абонентамъ по постоянной годичной платѣ, отъ 2—3 руб. съ человека; изъ водоэборныхъ будокъ, безъ водоѣма, вода отпускается въ бочки и ведра, при чемъ цѣна 100 вед. для промышленныхъ учрежденій 15 коп., во всѣхъ остальныхъ случаяхъ 25 коп.

Руководствуясь указанной цѣной 100 вед. и расходомъ воды, пренебрегая арифметическими расчетами можно опредѣлить слѣдующій доходъ съ водопровода, при чемъ 5,000 вед. въ сутки можно отнести на воду для пожаровъ и утечку въ сети (въ дѣйствительности городе меньше); годичный доходъ получится $(55 \times 2, 5 + 5 \times 1, 5) \times 365 = 53,000$ руб., тогда какъ въ дѣйствительности получаемый доходъ около 25,000 руб., при расходѣ 27,500 руб.; такимъ образомъ, не дополучается 28,000 руб. въ годъ.

Причиной подобнаго результата является, главнымъ образомъ, неправильный учетъ воды: во-1-хъ, снабженіе водой войска, городскаго и благотворительныхъ учреждений производится за счетъ водопровода, а не вообще города, что составляетъ, считая этотъ расходъ ежедневно въ 10,000 вед., выдѣль въ годъ 9,000 р.; во-2-хъ, годичная плата за воду безъ

водокачка не обнимает собой весь расход воды из данного источника, что и подтверждалось при постановках водокачки, при чем годичная плата возмещалась в $1\frac{1}{2}$ —2 раза, а иногда и в 15 раз.

Постановка водокачки всюду немедленно поднимала бы доходность водопровода и окупила себя в один или полтора года и, кроме того, прекратила бы непроизводительный расход воды, заставила потребителей относиться бережливее к расходу воды, а это в свою очередь дало бы возможность расширить водопроводную сеть, без увеличения источника водоснабжения, удовлетворяла большее число жителей города, что не делалось за недостатком средств и опасением недостатка воды из источников.

Оборудование водокачек также страдает многими недостатками, из которых работа давлением пара в 4 ат и машина простого расширения является вредною, при чем лица, от которых зависит устранить эти недостатки, часто даже не считают их и настолько свыклись с ними, что относятся с недоверием не только к указанным технике, но и к самим данным.

Так, например, в том же г. Смоленск для подъема воды поставлена одноцилиндровая паровая машина, работающая давлением пара в 4 ат и приводящая в движение ремень вал, на который сидят шестеря, сцепляющаяся с другою, насаженною на промежуточный вал, с диском и пальцем, приводящим в движение посредством шатуна насос, производительностью 3,000 вед. в час при давлении $8\frac{1}{2}$ ат.

Уже из самого описания передачи видно, что она не может быть экономичнее и, действительно, расход пара на действительную силу оказался во несоответственном измерении 45 kg, тогда как при запуске этой машины соответственной (лучше было бы, конечно, с самого начала ставить надлежащую машину) можно было бы расходовать от 10 до 15 kg, т. е. сэкономить топлива от $\frac{2}{3}$ до $\frac{3}{4}$, что дало бы, при ежегодном расходе 6,000 р., от 4,000 р. до 4,500 р. и расход на переустройство, с новыми паровыми котлами, около 25,000 р., окупила бы себя. Там же—другая водоподъемная машина, насос Ворсингоуз, правда, работающая редким, расходовала на действительную силу 110 kg пара; хотя после ремонта расход пара и уменьшился вдвое, но все же в 55 kg пара на силу нельзя же назвать экономичным.

В г. Воронеж, где имеются две последовательных водокачки, подающих приблизительно одну и то же количество воды, но подь давлением, различающа в 4 раза (2 ат. и 8 ат.), расход топлива был одинаков

для обиха водонагрев., что указывало на расход пара ненормально большой для машины меньшей водонагрев. (старенные насосы Блота). В то же время существовавший котелок на этой водонагрев. едва хватало на работу машины; въ виду этого, рѣшено было добавить еще котелок, вмѣстѣ того, чтобы составить соответствующую машину, и тѣм самым сразу уменьшить расход пара, а следовательно и работу котелокъ раза въ три. Экономія въ топливѣ при этомъ была бы настолько велика, что окупилась бы въ одинъ годъ расходъ на машину.

Года черезъ 3 послѣ этого я узналъ, что новая машина для этой водонагрев. была извѣстана.

Вообще, встрѣтить экономичныя машины на городскихъ водопроводахъ можно довольно рѣдко, даже и на большихъ, сравнительно, водопроводахъ; расходъ пара не менѣе 20 кг. на дѣйств. силу не рѣдкость.

Въ виду такого положенія водопроводнаго дѣла, города, у которыхъ устроены водопроводы, терять убытки или получать меньшей доходъ, чѣмъ можно было бы получать, судя по размаху потребления воды и номинальной силѣ за 100 вед., а другіе города, которые желали бы устроить у себя водопроводъ и ищутъ на то средства, удерживаются отъ этого боязнь убытковъ при эксплуатацион водопровода, а этого именно бояться и не слѣдуетъ при надлежащемъ оборудованіи дѣла; такъ, если взять среднія условія большихъ русскихъ городовъ, напр., городъ съ 15000 жителей, потребуютъ расходовать 15000 вед. воды въ сутки, то получимъ доходъ съ водопровода, считая хорошие водоѣмники по 30 коп. за 100 вед. (дѣла не высокая при такомъ разборѣ), 16,000 р. въ годъ; расходъ на эксплуатацию будетъ, считая фильтрацію воды и подъемъ на 30 саж., не болѣе 6,000 р. въ годъ, т. е. останется еще 10,000 р. на погашеніе затраченнаго капитала (въ среднемъ 80—100,000 р.) и $\frac{2}{3}$ въ годъ, что окупить и капиталъ, нуженій на первоначальное оборудованіе водопровода. При дальнейшей эксплуатацион водопровода, доходъ будетъ увеличиваться гораздо быстрее, чѣмъ расходъ. Уменьшеніе опасности и убытковъ отъ пожара, и не принимая въ расчетъ, а это тоже дастъ ежегодно сумм., достаточную для погашенія затраченнаго капитала.

Изъ другихъ недостатковъ, хотя и не влияющихъ на стоимость эксплуатацион, верѣдки: 1) укладка трубъ стѣн, діам. 3", которая не можетъ удовлетворять требованію пожарнаго расхода и которую слѣдовало бы вывести изъ городскихъ водопроводовъ, встрѣчается чуть не во всѣхъ старыхъ водопроводахъ, да и до сихъ поръ его привѣиваютъ въ новыхъ

водопроводах: во крайней мере не известны такой случай в г. Моршанск; 2) пожарные краны внутренней системы существуют и до сих пор, хотя с санитарной точки зрения они недопустимы; 3) клапанные затворы с рычагом, при водоразборах, вместо вентилей, производящие удары в трубах, тоже не выведены еще из употребления. Есть и другие недостатки, но они не так существенны.

Во заключение своего сообщения я предлагаю съезду следующие положения:

1) Вся вода, отпускаемая потребителям, должна быть платная и учитываться исчислительно водоизбрами.

2) На оборудование городских водоканалов должно быть обращено внимание в смысле экономичности ланских и соответствия его современному состоянию техники.

3) Устройство водопроводов и в больших городах, с населением до 10,000 чел., возможно и желательно, т. е., охраняя город от пожаров, водопровод, при надлежащем устройстве и эксплуатации его, может не только окупить текущие расходы по эксплуатации, но в часть или полностью $\frac{1}{2}, \frac{3}{4}$ и покрытие затраченного на постройку водопровода капитала.

4) Укладку труб сита діам. 3" не следует допускать, как не удовлетворяющую противопожарным целям.

5) Пожарные краны внутреннего типа (с шариком) должны быть выведены из употребления с санитарной точки зрения.

6) Для заправки воды в довозных и других ответвлениях должны употребляться только задвижки или вентили, медленно закрывающие воду, а не клапанные затворы (с рычагом) или пробочные краны, вызывающие удары в трубах.

7) Желательно, чтобы члены съезда делали доклады по эксплуатации водопроводов, особенно с точки зрения правильности и экономичности их.

8) Желательно, чтобы постоянное бюро съездов, собрало данные об эксплуатации водопроводов.

Инженеръ С. Пономаревъ.

Объ испытаніи при пріемнѣ вновь уложенныхъ водопроводныхъ трубъ.

Домакъ водопроводному сабду въ г. Тифлисѣ.

Послѣ укладки водопроводныхъ трубъ, прежде чѣмъ пустить ихъ въ работу, къ водопроводу испытанію гидравлическимъ давленіемъ, съ цѣлью проверить, кѣтъ ли въ числѣ уложенныхъ трубъ разбитыхъ или лопнувшихъ и кѣтъ ли стыки хорошо заделаны; при этомъ въ истребованнхъ учрежденіяхъ въ техническихъ условіяхъ ставится требованіе только опрессовать испытуемую линію на определенное число атмосферъ (обыкновенно двойное, но не менѣе 10 ат.), т. е. накачать до этого давленія, но принимая во вниманіе продолжительность держанія давленія. Результатъ подобной пробы зависитъ отъ размѣров испытуемой линіи и рабочаго гидравлическаго насоса и не характеризуетъ собой утечки въ уложенной линіи, т. е. одна и та же линія при одномъ насосѣ можетъ быть забракована, а при другомъ, болѣе, принята; въ виду этого другія учрежденія идутъ дальше и, назначая предѣльное давленіе котла, должны выдержать испытуемыя трубы, ставя, кромѣ того, непрямые условія, чтобы время пониженія давленія съ предѣльнаго давленія на одну атмосферу было не менѣе определеннаго числа минутъ (Московскія условія 3 мин.). Эти условія болѣе совершенны, чѣмъ предыдущія, но и они не охватываютъ полностью вопросъ объ испытаніи, т. е. присутствіе воздуха сильно вліяетъ на результатъ испытанія и особенно при пріемкѣ недоразумѣній съ подрядчиками, т. е. они, руководясь техническими условіями, заботятся только о томъ, чтобы во время пріема давленіе падало какъ можно медленнѣе, а это конечно легче достигается въ присутствіи воздуха, чѣмъ безъ него. Въ некоторыхъ случаяхъ, напримѣръ въ случаѣ прижиманія новой линіи къ существующей, находящейся выше, а также въ отверстіяхъ тройниковъ, обращенныхъ вверхъ (подставки пожарныхъ крановъ) удалить воздухъ почти невозможно, а проверить это чѣмъ болѣе.

Чтобы устранить вліяніе воздуха въ трубахъ на результаты испытанія, я предлагаю изобрѣсти способъ произведенія испытанія.

Характеристикой исправности водопроводной сѣти трубъ служить утечка воды, въ виду чего и при приемѣ вновь уложенной водопроводной линіи слѣдуетъ определять утечку воды изъ нея при давленіи, превышающемъ возможное статистическое на 5 атмосферъ, подобно пробѣ паровыхъ котловъ, но не менѣе 10 ат., и сравнивать полученный результатъ съ допустимой утечкой для данного діаметра и длины трубъ.

Определеніе утечки въ данной линіи можетъ быть сдѣлано слѣдующимъ образомъ: накачать испытываемую линію до требуемаго по техническимъ условіямъ давленія, оставивъ открытымъ кранъ и замѣчаютъ время, соответствующее положенію стрѣлки манометра противъ требуемой цифры давленія; жатвъ, дождавшись, когда стрѣлка понижается на 1 ат. (если это слишкомъ долго, то можно и на часть ат.), останавливаютъ положеніе воды въ бѣлкѣ при насосѣ и опять накачиваютъ до прежняго давленія, когда прекративъ качку, замѣчаютъ время и положеніе воды въ бѣлкѣ (если при этомъ понадобится еще подкачать воду, то эта вода должна быть тоже изъбрана).

Изъ этихъ наблюдений мы определяемъ: 1) время, прошедшее съ момента, когда испытываемая линія была подѣлена требуемымъ давленіемъ, до другого такого же момента (то же давленіе), т. е. когда эта линія находилась въ одинаковыхъ условіяхъ, и 2) количество воды, потребное въ это время на восстановление линіи въ прежнія условія, т. е. на пополненіе утечекъ, происшедшей въ это время; такимъ образомъ, мы получимъ утечку воды въ теченіе времени наблюденія и, слѣдовательно, можемъ перенести ее на 1 часть или другую единицу времени; зная же внутренній діаметръ и длину линіи, мы можемъ определять, удовлетворяетъ ли данная линія установленнымъ нормамъ. Вліяніе воздуха въ такомъ случаѣ будетъ учтено, такъ какъ объемъ, занимаемый имъ какъ въ началѣ испытанія, такъ и въ концѣ его, зависящій только отъ давленія (температура и составъ не измѣнятся, конечно), будетъ одинъ и тотъ же, и добавленная вода пойдетъ исключительно на пополненіе утечекъ. Что касается опредѣленія допустимой утечки въ различныхъ трубкахъ, она должна быть пропорціональна длине трубы и діаметру ея, т. е. $Q = FLD$, въ виду того: 1) что утечка можетъ проходить только черезъ расщербленные стѣнки и всегда черезъ фланцевые (последнюю утечку легко устранить, почему ее не слѣдуетъ принимать при оставленіи допустимой утечки) и, слѣдовательно, чѣмъ длиннѣе линія, тѣмъ большее число расщербленныхъ стѣнокъ будетъ въ ней; 2) чѣмъ больше діаметръ трубы, тѣмъ длиннѣе стѣнка (окружность); коэффициентъ F можно принять, для простоты, постояннымъ для всѣхъ длинъ трубъ (10' и 12')

или же уменьшить его для $12''$ (нормально для diam. $10''$ и болта), где число стыков, конечно, меньше, сравнительно с $10''$, но не в отношении $12:10$, а меньше, так как великие добавочных стыков (подставки, тройники и т. п.) будут одинаковы для всякого диаметра трубы (на предположении, что расстояние между пожарными подставками одинаково всюду, независимо от диаметра трубы).

Можно, конечно, составить и болта сложную формулу, введя в нее, кроме диаметра, число стыков, т. е. принимая во внимание не только длину трубы, но и подставки, тройники и т. п., но для дна это существенного значения не имеет.

Изъ произведенных мною наблюдений при испытаніях некоторых линий на Московском водопроводѣ коэффициентъ J определялся слѣдующей величиной:

1) Трищинскій пер. Эта работа, хотя держала 1 ат. только $1\frac{1}{2}$ мин., но и накачивалась быстро, около 0,3 мин. на 1 ат. съ подачи воды въ это время 0,3 ведра, слѣдовательно утечка въ часъ будетъ $Q = \frac{0,3,00}{1,67+0,3} = 9,14$ ведра. Если принять эту работу удовлетворяющей своему назначенію, то получится для $Q = JLD$ при $Q = 9,14$ и $L = 191$ саж., $D = 8$ дюйм., слѣдовательно $J = \frac{Q}{LD} = \frac{9,14}{191,8} = 0,006$.

2) Хаменичскій плыць и Трубочной пер. Держала 1 ат. только $2\frac{1}{4}$ мин., накачивалась въ $1\frac{1}{2}$ мин., съ подачи воды около 1,12 вед.; слѣдовательно, утечка воды въ часъ будетъ $Q = \frac{1,12,00}{2,25+1,5} = 17,9$ ведра. Допуская эту работу, получимъ при $L = 332$ саж., $D = 6$ дюйм. $J = \frac{17,9}{332,6} = 0,009$.

3) Прѣвощенная ул., Прѣвощенскій Камеръ-Коллежскій моль и Растергунскій пер. Держала $6\frac{1}{2}$ мин., накачивалась въ 3 мин., съ подачи воды 5,3 ведра, слѣдовательно утечка въ часъ будетъ $Q = \frac{5,3,00}{6,5+3} = 33,47$ ведра. $LD = \Sigma ld = l_1 d_1 + l_2 d_2 + l_3 d_3$, гдѣ $l_1 = 236$ с., $d_1 = 12$ q., $l_2 = 142$ с., $d_2 = 6$ л., $l_3 = 230$ с., $d_3 = 7$ л.; $LD = 236 \cdot 12 + 142 \cdot 6 + 230 \cdot 7 = 5294$. $J = \frac{33,47}{5294} = 0,006$.

4) Десятинскій пер. Держала $11\frac{1}{2}$ минута, накачивалась въ 4 мин., съ подачи воды около 2,1 ведра, слѣдовательно, утечка въ часъ будетъ $Q = \frac{2,1,00}{11,5+4} = 8,13$ ведра. $L = 191$ с. $D = 8$ л.; $J = \frac{8,13}{191,8} = 0,006$.

Изъ приведенныхъ мною испытаний уложенныхъ на Московскомъ водопроводѣ трубъ видно, что коэффициентъ J колеблется отъ 0,005 до 0,009, при чемъ утечка въ сутки при двойномъ, прѣмъ статистическомъ, давленіи составитъ на длину 100 саж.: 1) при 8" труб. $\frac{9,14}{1,91} \times 24 = 114,80$ вед., 2) при 6" труб. $\frac{17,9}{3,32} \times 24 = 192,4$ в. (изъ которыхъ часть уйдетъ на удовлетвеніе задѣлки растресбывъ и расширеніе трубъ), а при нормальномъ давленіи въ 1,414 разъ меньше, или для 8" трубъ 81 ведро, для 6"—92 вед. въ сутки на 100 с. Въ действительности утечка будетъ еще меньше, такъ какъ всѣ линіи работаютъ подъ давленіемъ не полнымъ отъ пробнаго, а въ большинствѣ 2—3 ат.

Расширяя вышеизложенное, я предлагаю на одобреніе съѣзда слѣдующее положеніе:

1) Испытаніе уложенныхъ водопроводныхъ трубъ слѣдуетъ производить на давленіи, превышающемъ на 5 ат. возможное статистическое, не менѣе 10 ат.

2) При испытаніи опредѣлять утечку воды въ трубѣхъ при пробномъ давленіи, перевода ее на одну часть времени и сравнениа съ допускаской утечкой для трубъ данныхъ размѣровъ.

3) Допускаемую утечку въ часъ опредѣлять по формулѣ $Q = JLD$, гдѣ J —числовой коэф., равный 0,005 для трубъ длиной 12' и 0,006 для трубъ длиной 10'; L —длина испытуемыхъ трубъ въ сажениахъ, D —дiameterъ трубъ въ дюймахъ.

Инженеръ С. Пономаревъ

Перегрѣтый паръ и выгоды его примѣненія къ паровозамъ и пароходамъ.

Возможное превращеніе теплоты въ работу сопровождается переходомъ тепла отъ источника его съ болѣе высокой температурой T къ другому—болѣе холодной тѣлу или въ болѣе холодную среду съ температурой T_1 , т. е. всегда:

$$T > T_1$$

Чѣмъ выше будетъ температура T источника тепла и чѣмъ ниже T_1 , т. е. чѣмъ ниже температура окончанія процесса перехода тепла въ работу, тѣмъ большее количество тепла будетъ превращено въ работу.

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія (термическій) всякаго теплнвого процесса представляется въ слѣдующемъ видѣ:

$$\eta = \frac{T - T_1}{T} \quad (1)$$

гдѣ T и T_1 signify высказанное значеніе.

Очевидно η будетъ тѣмъ больше, чѣмъ будетъ больше T и меньше T_1 , слѣдовательно для полученія возможно большаго значенія для η нужно повысить температуру источника тепла и понизить температуру окончанія процесса.

Примѣняя означенную формулу къ паровымъ машинамъ, нужно замѣтить, что носителемъ тепла является паръ, что окончаніе процесса превращенія тепла пара въ механическую энергію превращается при температурѣ холодильника, а при выпускѣ отработанаго пара въ атмосферу,—приблизительно при 100° .

Въ послѣднемъ случаѣ для увеличенія термическаго коэффициента остается одна выгода—увеличивать температуру пара при поступленіи его въ цилиндры машинъ. Этого можно достигнуть только перегрѣвомъ его или

иначе превращеніемъ изъ насыщеннаго въ перегрѣтый паръ, приближающійся по своимъ качествамъ къ гелию.

Конечно, можно пользоваться и насыщеннымъ паромъ болѣе высокой температуры, а слѣдовательно и болѣе высокаго давленія, но этотъ принципъ приноситъ мало пользы, такъ какъ при повышенной температурѣ, давленіе насыщеннаго пара растетъ значительно быстрее. Такъ, напр.: насыщенный паръ давленія 5 ат. имѣетъ температуру 150°, а давленія 10 ат., т. е. вдвое большею, имѣетъ температуру только 178,89°; насыщенный паръ температуры 200° имѣетъ давленіе уже 16 ат.

$$\begin{aligned} \text{Для } p=5 \text{ ат., } t=150^\circ, & \quad t_0=100^\circ \text{ (при вакуумѣ изъ атмосферы),} \\ & \quad \eta=11,82\%; \\ \text{для } p=12, & \quad t_0=187^\circ, \quad t_0=100^\circ, \\ & \quad \eta=18,91\%. \end{aligned}$$

Изъ этого ясно, какъ слабо возрастаетъ термическій коэффициентъ полезнаго дѣйствія съ увеличеніемъ давленія въ котлѣ, каково увеличеніе особенно для паровозныхъ котловъ не желательно свыше 12 ат., такъ какъ это влечетъ усложненіе довольно сложнаго устройства плоскаго стѣноваго котла, увеличивая какъ стоимость его, такъ и вибрацію полученія неплотностей и раздробленія стенокъ.

$$\begin{aligned} \text{Паровозныхъ котловъ съ давленіемъ въ 16 ат., при которомъ} \\ \eta=21,19\%, \end{aligned}$$

очень мало и, очевидно, опыты постройки ихъ заводомъ Мaffei для баденскихъ желѣзныхъ дорогъ не дали положительныхъ результатовъ.

Изъ вышесказаннаго ясно, что увеличеніе термическаго коэффициента полезнаго дѣйствія паровой машины путемъ повышенія давленія въ котлѣ идетъ очень слабо и имѣетъ свой предѣлъ.

При такихъ условіяхъ естественно возникла мысль о перегрѣтѣмъ парѣ, что и было высказано еще Гирномъ въ прошломъ столѣтіи. Идея Гирна о перегрѣтѣ насыщеннаго пара и превращеніи его въ паръ потребовала для своего осуществленія много лѣтъ упорной работы техникиковъ и только въ послѣдніе годы, вполнѣ созрѣвъ и проникнувъ въ сознаніе ихъ, она получила широкое осуществленіе, а громадную заслугу въ этомъ осуществленіи нужно признать за гораичемъ инженеромъ перегрѣтаго пара — Вильгельмомъ Шиндль.

$$\begin{aligned} \text{Выше мы опредѣлили, что при обыкновенномъ давленіи паръ въ 12} \\ \text{ат. и вакуумѣ изъ атмосферы} \\ \eta=18,91\%; \end{aligned}$$

если бы, сохранивъ то же давленіе, перегрѣть паръ до 350°, то
 $\gamma = 40,12\%$,

т. е. термическій коэффициентъ увеличился больше чѣмъ вдвое.

Изъ этихъ общихъ разсужденій уже можно видѣть, насколько полезно увеличивать температуру пара, но для того, чтобы опредѣлить всѣ выгоды этого приложенія, приведемъ ниже съ небольшими отступленіями выводъ, сдѣланный известнымъ германскимъ инженеромъ Strahl'емъ (Z. d. V. d. I. за 1904, № 1).

Если требуется произвести паровой машиной опредѣленную работу, то въ зависимости отъ приложенія насыщеннаго или перегрѣтаго пара потребуется различныя количества тепла, которыя мы обозначимъ Q для насыщеннаго и Q_1 для перегрѣтаго пара.

Отношеніе $\frac{Q_1}{Q}$ покажетъ, во сколько разъ приложеніе перегрѣтаго пара будетъ экономнѣе.

Экономія можетъ выразиться не только въ уменьшеніи расхода топлива, но и въ уменьшеніи расхода воды, такъ какъ объемъ перегрѣтаго пара легче такого же объема насыщеннаго.

Обозначимъ черезъ p давленіе въ kg/cm^2 объема v , температуры t насыщеннаго пара; черезъ t_0 —температуру питательной воды, t^1 —температуру перегрѣтаго пара, C_p —теплоемкость при постоянномъ давленіи, V —удѣльный объемъ—нашеннаго пара, V_1 —удѣльный объемъ перегрѣтаго пара, q_0 — количество тепла въ 1 kg . питательной воды.

По опытамъ Ренне для того, чтобы превратить килограммъ воды въ насыщенннй паръ температуры t , требуется единицъ тепла:

$$\lambda = 606,5 + 0,305 t \dots \dots (2)$$

Для насыщеннаго пара, какъ известно, существуетъ особый определенное соотношеніе между температурой его и давленіемъ, при чемъ при возмуженіи температуры часть пара переходитъ въ воду (конденсация). Если, наоборотъ, насыщенннй паръ нагрѣвать до какой-то температуры t^1 , сохранивъ то же давленіе p , то объемъ его V превращается въ V_1 , а отношеніе объемовъ будетъ, по закону Гей-Люссака, равно отношенію изъ функций расширенія, т. е.

$$\frac{V}{V_1} = \frac{1 + a t}{1 + a t^1}$$

Но опредѣленіе отношенія объемовъ по послѣдней формулѣ довольно сложно, потому пользуются эмпирическими формулами Цейнера

$$\lambda = 4 A p V + a \dots \dots (3)$$

где λ — коэффициент теплопроводности тела, p — давление, V — удельный объем и a — постоянная равное 476,11 или ∞ 476.

Для насыщенного пара объема V будем иметь:

$$\lambda = 4 \text{ } \Delta p \text{ } V + a;$$

для перегретого объема V_1 :

$$\lambda_1 = 4 \text{ } \Delta p \text{ } V_1 + a,$$

или

$$4 \text{ } \Delta p \text{ } V = \lambda - a$$

$$4 \text{ } \Delta p \text{ } V_1 = \lambda_1 - a.$$

Разделив, получим:

$$\frac{V}{V_1} = \frac{\lambda - a}{\lambda_1 - a}; \quad \dots \dots \dots (4)$$

при $\lambda = 476$

$$\frac{V}{V_1} = \frac{\lambda - 476}{\lambda_1 - 476}. \quad \dots \dots \dots (5)$$

Для определения λ , т. е. количества тепла, которое заключает в себя один кг. перегретого до температуры t_1 пара, нужно прежде всего установить коэффициент теплоемкости при постоянном давлении C_p и затем пользоваться формулой

$$\lambda = \lambda + C_p (t_1 - t) = 606,5 + 0,305 t + C_p (t_1 - t) \quad \dots \dots (6)$$

Теплоемкость при постоянном давлении — C_p была определена в 1891—1900 г.г. Каркистером в 0,46305, Цейнер определит $C_p = 0,48$ и этой цифрой пользовались во большинстве случаев. Но работами многих ученых в последние годы было установлено, что числовое значение C_p выше, определенного Цейнером.

В 1892 г. Нокс и Вуд обнародовали следующие результаты своих исследований:

для $p = 1,03$ кг/см ² abs.	теплоемкость $C_p = 0,48249$
„ „ 1,71 „	„ „ 0,52488
„ „ 2,44 „	„ „ 0,58722
„ „ 3,10 „	„ „ 0,65051
„ „ 4,77 „	„ „ 0,68249

В 1900 г. проф. Jones произвел опыты и нашел для C_p числовые значения, которые совпадают с найденными Н. Логенгольцем.

Средние теплоемкости при постоянном давлении.

Т а б л и ц а № 1.

Абсол. дав.	Jones.	Lotenz.
1,3	0,484	—
1,4	0,492	—
1,91	—	0,501
2,80	0,523	—
4,10	—	0,515
5,60	0,568	—
6,86	—	0,588
7,00	0,614	—
8,40	0,648	—
8,98	—	0,636

Лоренц *) дает эмпирическое выражение для определения Ср

$$C_p = 0,43 + 3600000 \frac{P}{T^2}$$

где P абсолют. давление и $T = 273 + t^{\circ}$.

По опытам Винни числовое значение теплоемкости для различных температур выражается так:

$t^{\circ} =$	0°	100°	150°	200°	250°
Cp =	0,52	0,65	0,7	0,74	0,77

Опыты данные Lotenz'a почти совпадают съ его вычисленными определениями по его формулѣ **).

Изъ этихъ данныхъ уже очевидно, что теплоемкость при постоянномъ давлении различна для различныхъ температуръ и численно растетъ съ увеличеніемъ послѣдней.

Профессоръ Вейраухъ ***) (Штутгартъ) даетъ слѣдующую формулу для Ср:

$$C_p = 0,4304 + 0,000378t$$

согласно которой вычислены теплоемкости перегрѣтого пара для различныхъ температуръ.

t =	0°	50°	100°	150°	200°	250°	300°	350°	400°
Cp =	0,430	0,449	0,468	0,487	0,506	0,5249	0,544	0,5627	0,5816

*) Э. д. В. д. Т. 1904 г. Стр. 1189.

***) Э. д. В. д. Т. 1904, № 39.

***) Э. д. В. д. Т. 1908, № 1.

Очень близки по численным значениям к данным Вейбуха теплотности, определенные по формулам Mallard и Le-Chatelier, а также Landen'a.

Для перегретого пара до температуры $327^{\circ}/\text{с}$.—как это обыкновенно употребляется для паровых машин, Бахэ опытами нашел, что теплотность при постоянном давлении, в среднем, для этих температур равна 0,6.

Относительно цифровой величины теплотности при постоянном давлении было необходимо распространиться, так как она имеет большое значение при определении экономии в горючем и последние тем больше тем C_p будет численно меньше.

Примеры цифры, предложенные проф. Вейбухом в основу дальнейших расчетов по Strahl'a.

Пусть температура кипятильной воды будет выше θ и количество заключенного в 1 kg. воды тепла равно q_0 . Тогда количество тепла, переданное котлом 1 kg. насыщенного пара будет:

$$\lambda - q_0,$$

а перегретому до температуры λ_1 :

$$\lambda_1 - q_0.$$

Для получения G kg. насыщенного и G_1 перегретого пара, котел должен отдать для первого случая единицу тепла:

$$Q = G (\lambda - q_0)$$

и для второго:

$$Q_1 = G_1 (\lambda_1 - q_0).$$

$\frac{G}{G_1}$ есть отношение испаренной котлом воды, а $\frac{Q}{Q_1}$ — отношение количества тепла переданного воде.

И так:

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{G (\lambda - q_0)}{G_1 (\lambda_1 - q_0)} \dots (7)$$

Экономия горючего выразится в процентах:

$$\frac{Q - Q_1}{Q} 100 = \frac{G (\lambda - q_0) - G_1 (\lambda_1 - q_0)}{G (\lambda - q_0)} 100,$$

или

$$\left(1 - \frac{Q_1}{Q} \right) 100 = \left[1 - \frac{G_1 (\lambda_1 - q_0)}{G (\lambda - q_0)} \right] 100 \dots (8)$$

но такъ какъ равные объемы пара одинакового давления производить равную работу, то—

$$G_1 V_1 = QV$$

или

$$\frac{G_1}{G} = \frac{V}{V_1}, \text{ подставляя в (8)}$$

$$\text{получим: } \left(1 - \frac{Q_1}{Q}\right) 100 = \left[1 - \frac{V}{V_1} \frac{(\lambda_1 - \varphi)}{(\lambda - \varphi)}\right] 100 \dots (9)$$

Для определения экономии на водѣ беремъ формулу (5)

$$\frac{V}{V_1} = \frac{\lambda - 476}{\lambda_1 - 476} \text{ , откуда получимъ отношеніе объема насыщеннаго}$$

пара къ перегрѣтому. Если количество параго для производства известной работы обозначить черезъ G , а второго для той же работы черезъ G_1 , то $\frac{G}{G_1}$ дастъ отношеніе количества воды.

Изъ равенства $GV = G_1V_1$ имѣемъ

$$\frac{G_1}{G} = \frac{V}{V_1}$$

Сравнимъ съ (5), получимъ

$$\frac{G_1}{G} = \frac{V}{V_1} = \frac{\lambda - 476}{\lambda_1 - 476}$$

а откуда экономія воды въ процентахъ

$$\frac{G - G_1}{G} 100 = \left[1 - \frac{\lambda - 476}{\lambda_1 - 476}\right] 100 \dots (10)$$

Для примѣра опредѣлимъ экономію горячаго и воды для машины, работающей перегрѣтымъ паремъ уругости во манометру въ 10 атмоф. а температуры перегрѣта въ 240°, по сравненіи съ работою съ насыщеннымъ паремъ той же уругости.

$$\lambda = 662; \lambda_1 = 715,5; C_p = 0,5$$

$$\frac{V}{V_1} = \frac{662 - 476}{715,5 - 476} = 0,775$$

Экономія воды:

$$\frac{G - G_1}{G} 100 = \left[1 - 0,775\right] 100 = 22,5\%$$

Экономія горячаго при условіи $\varphi = 0$.

$$\left[1 - \frac{\varphi}{Q}\right] 100 = \left[1 - 0,775 \frac{715,5}{662}\right] 100 = 16,24\%$$

F. Strahl приводит данные по опытам с использованием вычислений для определения экономии из воды (Z. d. V. D. J. за 1904 № 1). Оказалось, что при испытании паровозов $0\frac{2}{3}$ ос., вышедших перегреться Пеллема, перегрев достигался до 260° при абсол. уругости пара из 12 атм.; при этом полученная экономия из воды по сравнению с такими же паровозом, работающими номинальным паром, равнялась 16%. Вычисленная же для этого случая экономия по вышерассужденной формуле равнялась 17%.

Из данных, сообщенных Frenkel'ом в журнал Organ für Eisenbahnwesen за 1903 г. № 3, о сравнительных испытаниях шести нормальных курьерских локомотивов-паровозов $0\frac{2}{3}$ ос. с шестью паровозами с перегретьем, можно видеть, что экономия воды для последних достигалась до 25,7%, а угля до 9%.

На основании выведенных формул вычислены цифры вышерассужденной таблицы, при чем, из видах упрощений вычислений, $q_0=0$, т. е. температура питательной воды принята из 0° , что на результате при двух десятичных знаках влияния не оказывает.

Т а б л и ц а № 2.

Давление абсол.	7	9	11	12	13	3
„ по явнов.	6	8	10	11	12	12
Темпер. явнов. пр.	164	174	183	187	190	190
„ перегр. „	260	275	290	300	300	350
λ для явнов. „	656,5	680	682	683,5	664,6	664,6
λ „ перегр. „	706,5	712,5	720	723	724	754
Ср принято	0,52	0,52	0,54	0,54	0,54	0,56
Экономия воды о/о	21,7	22,4	23,8	24,6	29,4	22,2
„ горюч. о/о	15,75	66,3	17,18	17,89	23,12	23,72

Из этой таблицы представляется наглядно увеличение экономии горючего и особенно воды при увеличении перегрева пара.

Еще нагляднее представляется это из вышерассужденной таблицы, вычисленной Strahl'ом.

Основанием для вычисления послужили следующие принятые для вычисления для p , λ , q_0 , α и C_p : $p=13$ кл./см., $\lambda=188$; $\lambda-q_0=654$; $C_p=0,54$, $q_0=10^\circ$, $\alpha=476$.

Ср шло равным среднему арифметическому между 0,48 по данным Цейнера и 0,6 по опытам Баха для температуры между 200 и 300 градусами.

Т а б л и ц а № 3.

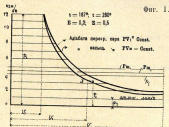
Температ. перегрѣт. пара t'.	Перегрѣт. на t'—t.	Экономія.	
		Пара въ %.	Горючаго въ %.
200	10	2,5	2
210	20	5	3,5
220	30	8	5
230	40	10	7
240	50	12,5	9
250	60	14,5	10
260	70	16	12
270	80	18,5	13
280	90	20,5	14,5
290	100	22	16
300	110	24	17
350	160	34	24

Цифры таблицы 3 немаловажно отличаются отъ цифръ таблицы № 2, вследствие различія принятыхъ величинъ для C_p и q_0 .

Процессъ въ цилиндрѣ машины.

Перейдемъ теперь къ рассмотрѣнiю процесса въ самомъ цилиндрѣ машины.

Представимъ себѣ, что какъ насыщеннiй, такъ и перегрѣтый, паръ производить работу въ единичномъ по разбѣрамъ цилиндрѣ съ одинаковою величиною для всака. Объемъ насыщеннаго пара V расширяется



по кривой $pV^{\gamma} = \text{Const}$, где $\gamma = 1,435$, и превращается в объем V_2 при чем давление p_1 падает до некоторого конечного, а среднее давление будет P_{m1} . При перегретом паре объем его V будет расширяться до объема V_2 по адиабате $PV^{\chi} = \text{Const}$, где $\chi = 1,333$, до точки Т, соответствующей объему V_2 , после чего перегретый пар превращается в сухой насыщенный пар и расширение его будет уже совершаться по кривой $PV^{1,000} = 1,7617$.

Из диаграммы (Фиг. 1) видно, что перегретый пар, расширяясь, теряет свою упругость скорее, чем пар насыщенный и что среднее давление P_{m1} для перегретого пара меньше такового же для насыщенного пара. Если допустить, что на обоих случаях произведена одинаковая работа, то среднее индикаторное давление P_i должно быть одинаково, а такъ какъ

$$P_{m1} > P_{m2}, \text{ то} \\ P_{m1} - P_i > P_{m2} - P_i,$$

т. е. потери при перегретом паре меньше, чемъ при насыщенномъ.

Потери тепла въ цилиндръ машинъ можно раздѣлять на двѣ категории: потери отъ неконвертности самого процесса и потери отъ охлаждения пара стѣнками цилиндра.

Если обозначить черезъ W количество тепла, развивающаго 1 Кг пара индикаторной работы L_i и черезъ Q все количество израсходованнаго тепла, то

$$W = \frac{Q}{L_i} = \frac{Q}{L} \cdot \frac{L}{L_i},$$

гдѣ L теоретическая работа, соответствующая количеству тепла Q въ теплопреобразующемъ цилиндрѣ, а отношение

$$\frac{L}{L_i} = \frac{P_{m1}}{P_i}$$

Обозначимъ для насыщеннаго пара

$$\frac{Q}{L} = b \text{ и } \frac{L}{L_i} = C,$$

а для перегретого пара при томъ же наполненіи

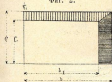
$$\frac{Q_0}{L_0} = b' \text{ и } \frac{L_0}{L_i'} = C',$$

при чемъ $\frac{1}{C}$ и $\frac{1}{C'}$ будутъ индикаторные коэффициенты полезнаго дѣйствія, т. е.

$$\frac{1}{C} = \eta \text{ и } \frac{1}{C'} = \eta'$$

Тогда $W = b C$, а $W' = b' C'$, а экономия тепла при совершении одинаковой работы будет $W - W' = b C - b' C'$.

Графически это представится площадями двух прямоугольников, а разность их даст экономию тепла, полученную от более совершенного процесса при пересрѣткѣ паръ и меньшей котла от охлаждения стѣнками цилиндра. Экономия от второй причины соответствует площадям съ вертикальной штриховкой и равно по величинѣ



$$\frac{b + b'}{2} (C - C')$$

а отношение ее къ общей экономии будетъ

$$t = \frac{\frac{b + b'}{2} (C - C')}{bC - b' C'}$$

и экономия тепла отъ более совершеннаго процесса соответствует площади съ горизонтальной штриховкой.

Если въ цилиндр объема V_1 ввести объема V сухого насыщеннаго пара температуры 187° и давленія P_1 , то расширение его произойдетъ по кривой I, уравненіе которой будетъ $P_1 V^r = P_0 V_0^r$ (Фиг. № 3), гдѣ $r = 1,0646$, при условіи, что паръ все время остается сухимъ — насыщеннымъ.

Если въ тотъ же цилиндръ ввести объема V_1 пересрѣтаго до температуры 260° пара, то расширение произойдетъ, при условіи теплопроводности стѣнокъ цилиндра, по адіабатѣ II, уравненіе которой будетъ

$$P_1 V^x = P_0 V_0^x,$$

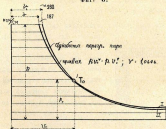
гдѣ $x = 1,333$.

Точка пересѣченія этихъ кривыхъ расширяетъ моментъ перехода пересрѣтаго пара въ сухой насыщенный. Такимъ образомъ, объема V_1 пересрѣтаго пара сначала расширяется по адіабатѣ $P_1 V_1^{1,233} = \text{Const}$, начиная же съ точки T, расширение его пойдетъ по кривой I. Между давленіемъ и величинами существуетъ зависимость:

$$\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^{x-r} = \left(\frac{V}{V_1}\right)^r; \quad \frac{V_1}{V_0} = E_0; \quad \frac{V}{V_1} = \frac{\lambda - a}{\lambda_0 - a};$$

$$E_0 = \left(\frac{\lambda - a}{\lambda_0 - a}\right)^{2,97}.$$

Фиг. 3.



Ее не зависит от наполнения, а зависит только от перегрева пара. Чем он выше, тем он остается дольше перегретым и наполнение может быть больше и тем момент перехода его в насыщенную — отдалится.

Ее обозначает степень наполнения, при котором происходит насыщение перегретого пара в конце хода поршня; так: если $V_0 = V_2$, тогда

$$\text{отношение } \frac{V_1}{V_2} = K_2.$$

Из вышесказанного можно сделать уже следующий вывод:

1) Уменьшение потерь от охлаждения пара стенками цилиндра не составляет главной сущности экономии при работе машинами перегретыми паром. Гораздо большее значение для экономии имеет улучшение теплового процесса, который происходит тем совершеннее, чем выше перегрев пара и дает уже при 300° около 51% всей экономии.

2) При небольших перегревах, главную роль в экономии пара играет уменьшение потерь от охлаждения его стенками цилиндра; при перегревах до 260° , эта экономия составляет около 61%, а при 230° — 84% от всей экономии тепла.

3) В теплопроницаемом цилиндре высокого давления конденсатно-паровоздушный перегретый пар остается до конца хода поршня перегретым при условии величины наполнения, равной 0,65, а при одностенных машинах обыкновенных паровозов, эта последняя при охлаждении тех же условий равна 0,5. При величинах наполнения от 0,36 в цилиндре высокого

давления для конденсат-паровозовъ, перегретый паръ переходитъ въ сухой насыщеннй при 0,55 хода поршня, а при наполненіи въ 20% цилиндра паромъ простого дѣйствія, переходитъ перегретого пара въ сухой насыщеннй послѣдуетъ на 0,40 хода поршня.

Опредѣленіе размѣра цилиндра.

Если къ котлу обыкновеннаго паровоза пристроить перегреватель, то количество полученнаго изъ такого котла пара можетъ быть увеличено въ цѣлихъ экономіи самой силы паровоза, но при этомъ потребуется измѣнить объемъ цилиндра. Какъ уже было замѣчено,—для полученія одной и той же работы въ одинаковыхъ по размѣрамъ цилиндрахъ, наполненіе цилиндра при перегретомъ парѣ должно быть вѣсколько больше; если же потребуется использовать весь полученный отъ котла съ перегревателемъ паръ для экономіи силы паровоза, то при тѣхъ же цилиндрахъ наполненіе должно было бы быть еще больше, что вышло бы много потерь отъ великаго расширенія пара, отъ увеличенія противодавленій и отъ формированія тонки котла, а послѣднее, вѣрнѣе всего, привело бы всю экономію горючаго, полученную отъ перегрѣта пара. Вслѣдствіе этого наполненіе должно остаться прежнимъ,—прежнее, а діаметръ цилиндра долженъ быть увеличенъ сообразно увеличенію производительности котла съ пароперегревателемъ, при чемъ должно быть обращено особенное вниманіе на сохраненіе надлежащей величины поверхности испаренія котла и на соответствіе ей величины поверхности перегревателя.

Для полученія 1 кг. пара требуется:

безъ перегрѣта— $(\lambda - q_0)$ единицъ тепла,

съ перегрѣтомъ— $(\lambda_1 - q_0)$

Для полученія 1 куб. мет. пара требуется:

безъ перегрѣта— $\left(\frac{\lambda - q_0}{V}\right)$ единицъ тепла,

съ перегрѣтомъ— $\left(\frac{\lambda_1 - q_0}{V_1}\right)$

Для X куб. мет. пара безъ перегрѣта потребуется единицъ тепла:

$$X \cdot \frac{\lambda - q_0}{V},$$

а для Y куб. мет. пара съ перегрѣтомъ потребуется единицъ тепла:

$$Y \cdot \frac{\lambda_1 - q_0}{V_1}.$$

При условии совершения равной работы должно быть:

$$X \cdot \frac{\lambda - q_0}{V} = Y \cdot \frac{\lambda_1 - q_0}{V_1};$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{V_1}{V} \cdot \frac{\lambda - q_0}{\lambda_1 - q_0}.$$

Принимая же во внимание изъ урав. 9 —

$$\frac{Y}{X} = \frac{Q}{Q_0},$$

т. е., что объемы пароходоходного и на одну и ту же работу перегрѣтого и насыщеннаго пара относятся обратно пропорціонально затраченнымъ на нихъ получению количества тепла.

Такъ напримѣръ: для перегрѣта въ 260° —

$$\frac{Y}{X} = \frac{1}{0,85} = 1,1765,$$

т. е., что объемъ перегрѣтого пара при одинаковыхъ степеняхъ наполненія долженъ быть на 17,65% больше, а это соответствуетъ увеличенію діаметра D прѣтъвъ d для насыщеннаго пара согласно формуламъ:

$$= \frac{d^2}{4} \cdot 1,1765 = \frac{D^2}{4}, \text{ откуда}$$

$$D = d \sqrt{1,1765} = 1,085 d.$$

Такъ, напримѣръ, при $d=460$, D будетъ равно 499 \approx 500 мм.

Сравненіе паровозовъ, работающихъ перегрѣтымъ и насыщеннымъ паромъ.

Въ своемъ сочиненіи „Die Lokomotiven der Gegenwart“ г. Гарбе опредѣляетъ, что паровозъ со двойной машинной, работающей перегрѣтымъ паромъ, даетъ 25% экономіи угля по сравненію съ паровозомъ той же мощности и двойной машинной и 20% по сравненію съ двухцилиндровымъ или четырехцилиндровымъ компаундъ-паровозомъ. Что касается экономіи въ водѣ, то она во многихъ случаяхъ значительно больше изъ соображеній, котор. будутъ изложены впоследствии. Достигаемая экономія перегрѣтаго пара экономія въ водѣ опредѣляется при сравненіи съ компаундъ-паровозами, работающими насыщеннымъ паромъ, до 30% и, при сравненіи со двойными простыми паровозомъ до 50% и даетъ возможность паровозамъ съ перегрѣтаго пара пробѣгать большія прѣтяженія безъ остановки для пополненія запаса воды, что для курьерскихъ, а также и ташкы-паровозовъ, весьма существенно. При всемъ этомъ паровозъ съ перегрѣтаго пара работаетъ при болѣе низкомъ давленіи въ котлѣ, что не можетъ не

экономія на увеличеніи его срока службы, — и не требует частой замены котла. Выгоднѣе икономическихъ причинъ применение и значеніе такъ-названнаго значительно расширяется. Всѣ эти цифры относительно расхода воды и угля нѣкогда въ среднемъ выходятъ отвѣчающее действительности значеніе, что видно и изъ приведенныхъ въ табл. Гарье таблицъ, въ которыхъ сгруппированы данныя опыта, не только имѣютъ подтвержденія теоретическіе выводы, но иногда и превосходящія ихъ въ тѣхъ случаяхъ, когда паровозу съ насыщеннымъ паромъ приходится форсировать работу, чтобы достигнуть производительности такого же паровоза съ перегрѣтымъ паромъ.

Но въ некоторыхъ отдѣльныхъ случаяхъ такая экономія не всегда достигается или извѣстныя недостаточная подготовка паровозной прислуги, или извѣстныя того, что повышенная производительность паровозовъ съ перегрѣтымъ паромъ не всегда можетъ быть использована при извѣстнахъ принадлежностяхъ составовъ локомотивовъ, или же — при пользованіи паровозами съ перегрѣтымъ паромъ, для городского или пригороднаго сообщенія, гдѣ расстояние между станціями не велико и частыя остановки значительно уменьшаютъ получаемую экономію. И все-таки при всѣхъ такихъ случаяхъ экономія въ углѣ доходитъ по меньшей мѣрѣ до 15%.

Для практическаго заключенія объ экономичности работы паровоза на топлѣ или другомъ парѣ, основаніемъ должно служить сбереженіе угля, но при этомъ является обстоятельство, которая не зависитъ отъ рода пара, какъ напр.: коэффициентъ полезнаго дѣйствія котла, степень влажности полученаго изъ котла пара.

При сравненіи работы двухъ паровозовъ, работающих на перегрѣтомъ и насыщенномъ парѣ, желательно всего определять количества теплоты, которая идетъ для полученія одной индикаторной силы въ часъ. Для паровоза, работающаго насыщеннымъ паромъ, въ этомъ случаѣ необходимо положить въ основаніе расчету болѣе или менѣе произвольныя цифры о количестве воды въ парѣ, для паровозовъ же, работающих на перегрѣтомъ парѣ, расходъ топлива будетъ зависетьъ отъ выбора средняго значенія для C_p .

Для практическихъ дѣлей при сравненіи работы паровозовъ за основаніе будетъ и въ дальнѣйшемъ принимать расходъ горючаго.

Экономія горючаго не постепенно растетъ вмѣстѣ съ перегрѣтомъ пара, а она даетъ сколько-нибудь ощутительный результатъ при перегрѣтѣ на 50° , но зато потомъ возрастаетъ очень быстро.

По Гурбе экономія горючего зависит отъ следующихъ обстоятельствъ:

- 1) отъ различія удѣльныхъ объемовъ насыщеннаго и перегрѣтаго пара;
- 2) отъ различія цифровыхъ значений удѣльной теплоты для каждаго изъ родовъ пара;
- 3) отъ степени влажности перегрѣтаго пара;
- 4) отъ наихватывающихся потерь отъ охлажденія, вследствие высокой температуры перегрѣтаго пара съ одной стороны и его плохой проводимости тепло съ другой;
- 5) отъ извѣстныхъ условий горѣнія, числа трубъ и лученепускающаго тепло котла.

Последніе 3 пункта совершенно не поддаются вычисленію и для ихъ исключенія при послѣдующемъ опредѣленіи экономіи угля и воды, необходимо принять следующее:

- 1) коэффициентъ полезнаго дѣйствія котла для обоихъ паровыхъ двигателей;
- 2) что машины работаютъ безъ потерь отъ неплотностей прилеганія частей (парниа и золотника);
- 3) что полученный насыщенный паръ изъ котла сухъ, т. е. — только насыщенъ и не содержитъ лишней влаги (воды).

Только обозначенная въ пунктахъ 1 и 2 теоретическія экономіи тепла поддаются вычисленію, но и те при условномъ выборѣ для $C_p = 0,78$, такъ и для $C_p = 0,6$.

Допустимъ, что рассматриваемъ идеальной, не пропускающей тепла и работающей безъ потерь лишней, въ которую поступилъ 1 кг. насыщеннаго сухого пара давленія P_1 въ кгм/кв. м. и объема V_1 въ об. фт. при условіи постоянства противодавленія P_2 въ кгм/кв. м., каковое давленіе въ концѣ расширенія имѣетъ объемъ пара V , т. е. (Фиг. 4) расширеніе произойдетъ по Цейлеру по адіабатѣ

$$P^{\nu} V^{\nu} = P_1 V_1^{\nu} = \text{const.} \quad \nu = 1,135 \dots \quad (4)$$

и если произведенная работа будетъ

$$L = P_1 V_1 + \frac{1}{\nu+1} (P_1 V_1 - P V) - P_2 V_2 \quad \text{въ кгм/фт.}$$

а расходъ на одну силу-часъ будетъ:

$$D = \frac{G}{N^1} \text{ и } D^1 = \frac{G^1}{N^1}$$

и $\frac{D-D^1}{D} 100$ будетъ теоретическая экономія пара въ процентахъ.

Для получения килограмма насыщеннаго пара требуется тепла:

$$W = \lambda - q.$$

Обозначивъ черезъ t_1^1 температуру перегрѣтаго пара и черезъ t_1 — насыщеннаго той-же гуркости, — для получения одного kgrm перегрѣтаго пара потребуются тепла

$$W^1 = W + C_p (t_1^1 - t_1).$$

Расходъ тепла на одну силу-часъ будетъ:

$W D$ для насыщеннаго пара и

$W^1 D^1$ „ „ перегрѣтаго „

$\frac{WD - W^1 D^1}{WD} 100$ выразитъ экономію въ углѣ.

Изъ вышеприведенныхъ уравненій профессора Seeman и Oberhetmann вывели теоретическую экономію въ расходѣ угля и воды при работѣ перегрѣтыхъ паровъ. Профессоръ Oberhetmann въ журналѣ Z. d. V. d. D. I. еще въ 1903 г. опубликовалъ свою работу, въ которой привелъ вычисленные данные для сравненія перегрѣтаго и насыщеннаго пара.

Приведемъ некоторые цифры:

Т а б л и ц а 4.

	Насыщеннаго.		Перегрѣтаго.	
	11	13	11	13
Давленіе абсолютное	—	—	300°	300°
Температура перегрѣтаго пара	—	—	300°	300°
Вѣсъ кубическаго метра $\frac{1}{V} = \tau$	5,534	6,4725	4,2863	5,0968
Удельный объемъ $V = \frac{1}{\tau}$	0,1806	0,1545	0,2333	0,1962
Температура	183,05	190,57	300	300
Работа одного килог. пара, метр.-килог.	25930	39950	41520	44710
Расходъ пара на силу-часъ въ кгм. . .	7,314	6,791	6,502	6,044
Экономія воды	—	—	13,33	10,99

Экономія въ горючемъ не поддается выразѣть точному вычисленію, такъ какъ невозможно установить цифру для C_p , которая колеблется между 0,48 и 0,6:

Профес. Землянъ полагасть, что на теоретически вычисленный расходъ воды и угля для обмененнаго парового машинъ слѣдуетъ прибавить на потери вслѣдствіи охлажденія пара холодными стѣнками цилиндра отъ 40 до 20%, при чемъ для насыщеннаго пара эта надбавка должна быть равна 40%, а для перегрѣтаго въ 35, 30, 25 или 20%, при температурѣ перегрѣва до 200°, 250°, 300° или 350°. Эти положенія пр. Землянъ для небольшихъ давленій въ 6—9 атм. довольно точно совпадаютъ съ дѣйствительностью.

При высокомъ испуствительномъ давленіи пара и маломъ наполненіи цилиндра, потери отъ охлажденія пара стѣнками цилиндра значительно больше и вслѣдствіе этого пр. Oberhetmann для опредѣленія дѣйствительнаго расхода пара дѣлаетъ надбавку къ теоретически вычисленному расходу пара на 1 силу-часъ въ размѣръ 50%, при давленіи пара при испуствленіи въ цилиндръ въ 18 атмосферъ, уменьшая ее до 40% для давленія въ 7 атм. Это—для насыщеннаго пара. Для перегрѣтаго же пара вышесказанныя надбавки уменьшаются до 1/2 или 1/3. Въ этомъ предположеніи и вычислены цифры нижеприведенной таблицы:

Т а б л и ц а 5.

	Насыщенный.		Перегрѣтый.	
	11	13	11	13
Давленіе абсолютное	11	13	11	13
Дѣйствительный расходъ на силу-часъ	11	10,2	7,5—8	7—7,5
Измененіе въ водѣ %	—	—	32—27,8	31—26,4
„ въ углѣ при $C_p=0,48$	—	—	26—21	26—20,6
„ „ „ „ „ $C_p=0,6$	—	—	24,6—19,5	24,6—14,2

Эти цифры, по употребленію Barbe, довольно точно совпадаютъ съ данными практики и опыта при среднемъ напряженіи паровозовъ, работающих насыщеннымъ паромъ; при увеличеніи же напряженія работы такихъ паровозовъ, надбавка къ теоретически опредѣленной величинѣ расхода пара должна быть увеличена, такъ какъ при этомъ черезъ машину проходить все большія и большія количества воды, заключенной въ парѣ.

Паровозъ съ перегрѣвателемъ даже при очень высокомъ напряженіи работаетъ всегда экономнѣе. При повышеніи напряженія въ работѣ обычныхъ паровозовъ и съ перегрѣвателемъ, иногда примененія послѣдняго какъ въ смыслѣ экономія воды, такъ и въ смыслѣ экономія въ горючемъ, дѣлается весьма ощутительными, особенно при высокомъ перегрѣвѣ.

Увеличеніе тяговой силы паровоза съ перегрѣвателемъ.

Выше было опредѣлено, что паровозъ съ перегрѣвателемъ даетъ экономію воды и горючаго по сравненіи съ равносильнымъ обыкновеннымъ паровозомъ. Если же на рѣшительнѣ паровозовъ съ перегрѣвателемъ и безъ таковыхъ сжечь одинаковыя количества горючаго, то, очевидно, котель паровоза съ перегрѣвателемъ разовьетъ соотвѣственно большее количество пара, а значитъ—больше работы. Пусть паровозъ съ перегрѣвателемъ дастъ 20% экономію горючаго. Если сжечь и эти 20% то работа, развиваемая паровозомъ, увеличится на

$$\frac{100-80}{80}100=25\%.$$

Но такъ какъ въ паровозахъ 40% развиваемой въ цилиндрѣ работы идетъ на преодоленіе собственныхъ сопротивленій и только 60% передается на тяговую ось, то, очевидно, полученная отъ сжиганія избытка угля работа, все пойдетъ на увеличеніе тяговой силы паровоза, которое возрастетъ на

$$\frac{25 \cdot 100}{60}=40\% *).$$

Это драгоценное свойство паровозовъ съ перегрѣвателемъ позволяетъ дѣлать нагрузку ихъ въ всегда значительно большаго состава и во многихъ случаяхъ устраняетъ необходимость двойной тяги при большихъ составахъ или большихъ подъемахъ.

Если бы паровозъ съ перегрѣвателемъ давалъ 15% экономію горючаго, то при сжиганіи и этихъ 15% угля, его тяговая сила возросла бы на 30%. Вышерассужденное положеніе вполне подтверждается опытами данными и дѣлаетъ принципъ работъ съ перегрѣвателемъ особенно цѣннымъ и заслуживающимъ самой тщательной разработки.

*) Смѣтл. стр. 313.

Поверхность нагрева котла и перегревателя.

При определении испарительной поверхности нагрева котла, очень часто принимают за расчеты не внутреннюю поверхность диаметрических труб, а наружную, потому и сравнение различных котлов делается или не вполне невозможным, то крайне затруднительным при отсутствии условий, какой быль принять способ подсчета для труб.

Цейлеръ принимает за поверхность нагрева ту площадь, которая омывается горячими газами, слѣд. при определении поверхности нагрева водотрубныхъ котловъ нужно принимать за основаніе расчета внутреннюю окружность, а при котлѣ съ диаметрич. трубами внутреннюю окружность трубъ. Но въ томъ и другомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ переходомъ тепла отъ горячихъ газовъ черезъ стѣнки трубы къ водѣ и для точнаго учета этого явленія нужно знать коэффициенты теплопередачи отъ газовъ къ стѣнкѣ и отъ стѣнки къ водѣ, а также и теплопередачу самой стѣнки.

Практически для определения поверхности испаренія котловъ давно выработаны опредѣленныя цифровыя данныя, опредѣляющія количество калог. воды, испаряемой единицей поверхности — 1 кв. мт. Эти данныя представляютъ себѣ не вполнѣ опредѣленныя цифры, а факторыя болѣе или менѣе тѣсныя предѣлы. Опредѣленіе поверхности нагрева по Редтсбахеру или Вернеру основаны также на опытахъ, не вполнѣ точно установленныхъ данныхъ, но колебаніе цифръ, входящихъ въ основу для опредѣленія поверхности нагрева котла, не имѣетъ большого значенія, такъ какъ, регулируя толщину, всегда можно получить большее или меньшее количество пара съ м² поверхности.

При определении поверхности перегревателя являются новыя затрудненія, такъ какъ должны быть известны коэффициенты теплопередачи отъ движущихся газовъ неподвижной трубѣ и отъ послѣдней — къ движущемуся пару. Но, кромѣ того, иногда нельзя заранѣе сказать, какое количество воды несетъ съ собой насыщенныи паръ, а отъ этого зависитъ количество доставляемаго поверхностью перегревателя тепла, требующагося для превращенія сырого насыщеннаго пара въ перегрѣтый. Въ силу этого обстоятельства работа перегревателя является значительно болѣею, чѣмъ можно предположить. Обыкновенно полагаютъ, что роль перегревателя сводится къ перегрѣву пара съ температуры, положивъ, 1 до t^1 , т. е. къ сообщеніи каждому килограмму пара тепла

$$\text{Ср. } (t^1 - t); \dots \dots \dots (2),$$

во, если парь содержитъ въ себѣ еще $x\%$ воды, то количество тепла, потребное для перегрѣва такого пара до температуры t^1 , будетъ уже

$$x r + \text{Ср.} (t^1 - t) \dots \dots \dots (3).$$

Если требуется нагрѣть 1 кв. пара аби. упругости въ 13 атм. до температуры 350° , то, принимая $\text{Ср.} = 0,56$, количество единицъ тепла для этого будетъ

$$W = 0,56 (350 - 190) = 89,6.$$

Если парь при томъ же давленіи и температурѣ будетъ содержать 7% воды, то для перегрѣва его до температуры 350° потребуются единицы тепла

$$W_1 = 0,07 \cdot 471 + 0,56 (350 - 190) = 122,52,$$

т. е. на $36,8\%$ больше.

Скорость протеканія пара въ перегрѣватель Швита въ паровозахъ доходить въ курьерскихъ паровозахъ до 40 мет. въ секунду, но если такая скорость при установившемся движеніи и дала положительныя результаты, то она же является и причиной большого содержанія воды при выскѣ перегрѣвателя въ ходъ—при началѣ движенія паровоза. Температура, различаемая въ тонкѣ паровоза, опредѣляется въ среднемъ около 1400° , а температура газовъ, вступающихъ въ дымогарныя трубы, согласно данныхъ опыта Vaughan въ С.-Луи, — въ 1000° , а выходящихъ въ дымовую коробку въ 400° . Последняя цифра *) вѣроятно преувеличена, такъ какъ въ паровозахъ съ перегрѣвателемъ температура отходящихъ газовъ доходить до $240-350^\circ$ по наблюденіямъ O. Vesner'a **). Изъ этихъ данныхъ можно опредѣлить среднюю температуру газовъ въ жар. трубахъ и приблизительное количество отданнаго газами тепла, пользуясь формулой, опредѣляющей коэффициентъ теплопередачи при движеніи газовъ въ $\alpha = 2 + 10 \sqrt{v}$. Простой расчетъ поверхности нагрѣва перегрѣвателя слѣдующій.

Пусть для полученія средняго количества насыщеннаго пара требуется поверхность нагрѣва котла H , а количество пара, получаемое съ 1 кв. кв. попер. нагрѣва въ часъ, будетъ D квт., тогда количество тепла, переданнаго единицы поверхности нагрѣва, будетъ $D \lambda$, гдѣ λ колич. единицъ тепла, необходимое для превращенія 1 килограмма воды въ парь известной упругости.

*) Garbe, Die Locomotiven der Gegenwart, стр. 205.

**) М. Голубовскіи. Новые данныя о прѣдѣлахъ перегрѣваго пара въ паровозахъ. В. О. Технол. вѣстн. № 7, 1903.

При перегрѣвѣ одного килограмма насыщеннаго пара температурѣ t до температурѣ t_0 , необходимо ед. тепла:

$$C_p (t_1 - t).$$

Производительность котла въ часъ — H , Д. ктв., а следовательно, количество тепла, потребнаго для перегрѣва получаемаго изъ котла пара, будетъ $H \cdot D \cdot C_p (t_1 - t)$.

Если теперь допустить, что единица поверхности нагревателя передѣтъ такое же количество тепла, какъ и единица испаряющей поверхности нагрева котла, т. е. D_0 , то площадь нагревателя выразится

$$H_1 = \frac{H \cdot D \cdot C_p (t_1 - t)}{D_0} \dots (m).$$

Полученную по этой формулѣ (m) величину Фармаковский предлагать увеличивать на 20%, вслѣдствіе того, что теплопередача пару въ перегрѣватель идетъ не столь энергично, какъ водѣ въ котлѣ, т. е. средняя температура пара въ перегрѣвателѣ ниже таковой же въ котлѣ.

Вышеприведенная формула прежде всего страдает тѣмъ недостаткомъ, что не принимаетъ во вниманіе степени влажности пара, а увеличеніе полученнаго (m) результатомъ ничѣмъ не обосновано.

Какъ уже было упомянуто, насыщенный паръ никогда не поступаетъ изъ котла сухимъ и всегда несетъ съ собою нѣкоторое количество воды, потому для превращенія 1 ктв. такого пара въ перегрѣтый потребуются единицы тепла:

$$W = x \cdot r + C_p (t_1 - t),$$

гдѣ x количество механически удержанной воды, а r количество ед. тепла, необходимаго для превращенія этой воды въ сухой насыщенный паръ.

Поверхность нагрева нагревателя опредѣлится при этихъ положеніяхъ формулою

$$H_1 = H \cdot \left[\frac{x \cdot r + C_p (t_1 - t)}{\lambda} \right] \dots (n).$$

По этой формулѣ можно опредѣлять поверхность нагрева нагревателя для товарныхъ паровозовъ, у которыхъ напряженіе котла сравнительно невелико и можетъ быть принято въ среднемъ за 1 часъ изъ 48 ктв. съ квадр. метра испаряющей поверхности нагрева.

Котлы пассажирскихъ и курьерскихъ паровозовъ работаютъ гораздо интенсивнѣе. Для нихъ испарительная способность съ кв. метра поверх-

При разницѣ же температуръ въ одинъ градусъ теплопередача будетъ

для котловъ скорыхъ паровозовъ	75	калорій,
„ „ топарн.	61	„
„ „ пароводяныхъ	34	„

Эти приблизительныя цифры для среднихъ коэффициентовъ теплопередачи для различныхъ котловъ. Среднихъ потому, что въ действительности коэффициентъ теплопередачи тонки (огневой камеры) значительно выше, для диаметрихъ же трубъ онъ можетъ быть выраженъ 54 кал.

Въ зависимости отъ того, гдѣ помещается элементъ перегрѣвателя въ котлѣ, теплопередача будетъ различна. Такъ, по опредѣленію инженера Е. Е. Нолтейна коэффициентъ теплопередачи для элементовъ перегрѣвателей, помещенныхъ въ диаметрихъ трубкахъ, будетъ 72 кал., а для перегрѣвателей, помещенныхъ въ дымовыхъ коробкахъ только, 52. Подобную разницу въ коэффициентахъ теплопередачи можно объяснить тѣмъ, что прежде газа достигаютъ дымовой коробки уже значительно охлажденными, между тѣмъ, какъ элементъ перегрѣвателя, помещеннаго въ жаровой трубѣ, омывается газами болѣе высокой температуры и, кромѣ того, подверженъ еще дѣйствию лучистой теплоты пламени тонки.

Руководствуясь вышеприведенными данными, можно довольно удовлетворительно разсудить вопросъ о размѣрахъ поверхности перегрѣвателя.

Пароперегрѣватели для паровозныхъ, локомотивныхъ и пароходныхъ котловъ.

Пароперегрѣватели для паровозныхъ и пароходныхъ котловъ должны удовлетворять нѣкоторымъ определеннымъ даннымъ, которыя вытекаютъ изъ необходимости сохранения существующихъ размѣровъ котла, экономіи мѣста, возможно равномернаго распредѣленія тепла по длине котла, возможности простоты въ конструкціи и легкой заплатаемости частей. Перегрѣвъ долженъ соответствовать требованію и въ большинствѣ случаевъ достигать 350° Ц.

Существуетъ много различныхъ конструкцій перегрѣвателей для локомотивовъ, паровозовъ и пароходовъ, которыя болѣе или менѣе удовлетворяютъ вышеприведеннымъ условіямъ, но мы ограничимся описаніемъ только нѣкоторыхъ изъ нихъ.

Въ зависимости отъ особенностей устройства самого перегрѣвателя и способа размѣщенія его въ котлѣ—перегрѣватели можно подраздѣлить на слѣдующія четыре характерныя группы:

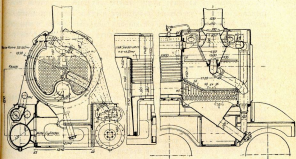
- 1) Пароперегрѣватель, помѣщенный въ дымовую камеру.
- 2) Пароперегрѣватель, помѣщенный внутри котла.
- 3) Пароперегрѣватель, помѣщенный внутри паровыхъ или дымовыхъ трубъ.
- 4) Пароперегрѣватель съ отдельной топкой.

Ниже мы приведемъ описаніе перегрѣвателей, принадлежащихъ этой классификаціи, но раздѣливъ котлы на двѣ большія группы—паровозные и локомотивные и—пароходные.

Перегрѣватель В. Шмидта.

Къ первой группѣ принадлежитъ перегрѣватель В. Шмидта въ дымовой камерѣ, дающій впервые блестящій практический результатъ при помощи перегрѣтого пара въ паровозахъ.

Фиг. 5.



Перегрѣватель (черт. 5) помещается въ дымовой камерѣ и состоитъ изъ ряда изогнутыхъ желѣзныхъ цилиндрическихъ трубъ, концы которыхъ впаиваются въ стѣнки коробки. Последнія раздѣлены на камеры такъ, что сухой паръ изъ котла проходитъ последовательно по тремъ трубамъ перегрѣвателя, попадаетъ затѣмъ въ сборную камеру коробки AA и отсюда по трубѣ идетъ къ цилиндрамъ машины паровоза.

Для подвода къ перегрѣвателю горячихъ газовъ изъ точки котла введена жаровая труба диаметромъ 300 м.м.

Какъ видно изъ чертежа, трубы перегрѣвателя отдѣлены отъ внутренней части камеры перегорелкой и вследствие этого газы, по выходѣ изъ изъ жаровой трубы, поднимаются вверхъ, находясь все время въ соприкосновеніи съ трубками. Вверху имѣются регистры для регулировки тяги. Практически устройство подобнаго диаметра жаровой трубы не представляетъ большихъ затрудненій, но во всякомъ случаѣ оно усложняетъ котель. Главнѣйшій недостатокъ подобнаго перегрѣвателя—это сосредоточіе большого избытка въ дымовой коробкѣ, вследствие чего является опасность перегрузки передней осей паровоза. Кромѣ того недостатка, присущаго ему по конструкціи: большое число разрывовъ и формъ трубокъ, большое число мѣстъ соединенія трубокъ съ камерами AA, невозможность быстраго исключенія или ремонта въ случаѣ протѣка части трубокъ.

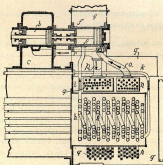
Но, несмотря на перечисленные недостатки, оны имѣютъ и свои хорошія стороны, изъ которыхъ нужно отнести слѣдующее: устройство перегрѣвателя почти не уменьшаетъ поверхности нагрева котла, а расположеніе трубокъ перегрѣвателя въ дымовой коробкѣ позволяетъ все-же совершить свободно производку развальцовку дымоварныхъ трубъ въ случай необходимости. Эти качества весьма цѣнны, что же касается необходимости увеличенія діаметра дымовой коробки котла и устройства веревки для удаленія негорѣвшихъ частей топлива и проч., то они не представляютъ особенныхъ неудобствъ.

По изслѣдованіямъ Вегнеръ температура выходившихъ изъ жаровой трубы газовъ была отъ 500 до 640° и чаще всего 600°. Температура охлаждающихъ въ трубу газовъ была 265°, а перегрѣтъ пара достигалъ иногда даже 360°, но въ большинствѣ случаевъ былъ гораздо ниже, что имѣетъ съ осложненіемъ устройства котла и сосредоточеніемъ всѣхъ въ дымовой коробкѣ и послужило главной причиною прекращенія его постройки для паровозовъ.

Перегрѣватель пара системы завода Вольфъ въ Магдебургъ-Бунау.

(Z. V. D. J. 1906. 510 стр.)

Фиг. 6.



Завод Вольфа, известный своими локомотивами, задался целью не только перегривать парь по выходе его из котла до поступления въ цилиндр машины, но и подогривать его, въ случаѣ многократнаго расширения, въ три перехода изъ цилиндра въ цилиндръ. Подобный перегриватель представленъ на черт. 6. Парь изъ котла поступаетъ по трубѣ *k* въ перегриватель изъ спирально-соединенныхъ трубъ *h*, откуда по трубѣ *l* идетъ въ цилиндръ высокаго давления (на черт. не изображенъ). По выходе изъ послѣдняго, парь поступаетъ въ перегриватель *m* и изъ него по трубѣ *o* въ цилиндръ средняго давления *f*, затѣмъ, произведя въ немъ работу, выходитъ трубою *p*, проходитъ по трубамъ перегривателя *q* и поступаетъ по трубѣ *r* въ цилиндръ низкаго давления *b*. Трубки перегривателей *m* и *q* соединены по кругу и концами закручены въ каверахъ, при чемъ для равномерности нагрева трубы меньшей окружности сдѣланы меньшаго сѣченія, а трубы большой окружности—большаго сѣченія.

Благодаря подобнымъ перегривателямъ, фирма Вольфа гарантирует расходъ топлива котла въ 0,4 Kgr. угля въ часъ, т. е. меньше или, почти такой же, какой имѣютъ двигатели внутреннего сгорания, вроде Дизеля, Горюби и друг.

Перегриватель завода Генриха Ланца.

(Z. 4. U. D. J. 1906. ст. 1247).

Другой известный локомотивостроительный заводъ Генриха Ланца разрабатываетъ идею применения перегривателя въ локомотивахъ такимъ же способомъ, какъ и заводъ Вольфа, но ставитъ спираль изъ желѣзныхъ цѣльчатыхъ трубъ въ димовой коробѣ не горизонтально, а вертикально (черт. № 7).

Фиг. 7.

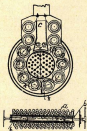


Наружная спираль трубъ, примыкающая ближе къ рѣшеткѣ котла, имѣетъ плотно прилегающіе другъ къ другу витки *f*, *f*, дабы заставить всходящіе изъ димовыхъ трубъ газы пройти въ средней части спирали *e*, гдѣ для надлежащаго направленія потока газа помѣщена коробка *g*.

Перегрѣватель Эстерсмаго завода.

(Ж. д. У. Д. Ж. 1906 г. 671 и 1426.)

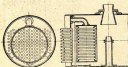
Фиг. 8.



Перегрѣватель пара Эстерсмаго завода (Alhotting) также главным образом предназначенъ для локомотивныхъ или промышленныхъ паровыхъ котловъ. Элементы перегрѣвателя, помѣщаемый въ димовую коробку, состоятъ изъ двойной спирали трубокъ B, расположенной вокругъ желѣзнаго полнаго цилиндра bb, назначение котораго двоякое: направлять горячіе газы въ окружающую его спираль изъ трубокъ и очищать трубы отъ накопившейся на нихъ сажи, пены и проч. Последнее достигается тѣмъ, что паръ по особой трубѣ подводится къ цилиндру bb, выходитъ изъ него и черезъ небольшія отверстія въ боковую отливку выходитъ въ видѣ тонкихъ струй, которыя и очищаютъ трубы отъ сажи. Газы, выходящіе изъ димогарныхъ трубокъ, выходятъ по внутренней димовой камерѣ и, смотря по положенію круглаго шабера I, поступаютъ или прямо въ димовую трубу C, или идутъ внизъ, проходятъ въ часть димовой коробки, гдѣ помѣщаются элементы перегрѣвателя, и потомъ выходятъ въ трубу.

Перегрѣватель v. Löw.

Фиг. 9.



Перегрѣватель v. Löw состоитъ изъ небольшой длинн цилиндра, помѣщаемого въ димовой коробкѣ паровая непосредственно на рѣшеткѣ. Въ коробкѣ вѣдутся тонкостѣнные димогарные трубки, расположенныя также, какъ и въ котлѣ, вслѣдствіе чего газы, во время работы паровоза, по выходѣ изъ димогарныхъ трубокъ котла, попадаютъ въ трубы паропергрѣвателя; при стоянкахъ, когда тѣтъ пара, газы не выходятъ изъ димогарныхъ

труба котла прямо поднимается вверх из проекуткѣ между рѣшеткой и барабаном перегрѣвателя.

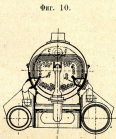
Парь изъ котла подводится въ верхнюю часть перегрѣвателя, а отводится штуцерами, расположенными внизу съ боковъ.

Подобная конструкция не позволяетъ дѣлать перегрѣватель достаточно большой поверхности нагрева, кромѣ того температура проводящихъ черезъ диметарина трубы котла газомъ слишкомъ низка, почему и перегрѣватель скорее можетъ быть названъ паросушительскъ, такъ какъ о настоящемъ перегрѣвѣ дѣла не можетъ быть и рѣчи.

Подобные паросушители были изслѣданы въ Америкѣ на нѣкоторыхъ паровозахъ еще въ 1870 г., но искрѣ ихъ они были выброшены, какъ неудобные для того, для чего были предназначены.

Паропергрѣватель-резиеръ Ранафе.

Къ этой же группѣ перегрѣвительной пара долженъ быть отнесенъ и паропергрѣватель-резиеръ Ранафе, который находится въ диметарной камерѣ паровомъ-коммундѣ между большими и малыми цилиндрами.



Паропергрѣватель-резиеръ системы Ранафе состоитъ изъ двухъ коробокъ А и В, одна изъ которыхъ сообщается съ паропроводящей трубкой малого цилиндра, а другая съ золотниковой коробкой большого цилиндра.

Коробки А и В соединены между собой тонкими изогнутыми желѣзными трубками с, изъ проекуткѣхъ между которыми проходятъ отходящие газы.

Такимъ образомъ заключенный въ резиерѣ паръ какъ бы раздѣляется на тонкія струйки для болѣе быстрого изъ подогрева.

Подобный подогревъ отработавшаго изъ малыхъ цилиндрѣ и содержащаго конденсационную воду пара въ резиерѣ дѣлаетъ его до поступления

въ большой цилиндр, если и не перегретыми, то болѣе сухими и слѣд., усложняя устройство, не можетъ дать всѣхъ выгодъ, присущихъ применению перегрѣтаго пара.

Перегрѣватель-рессиверъ Ранафа нашелъ себѣ применение на некоторыхъ паровозахъ Ольденбургскихъ желѣзныхъ дорогъ (Garbe ст. 307). Къ сожалѣнію и не располагая сейчасъ данными о работѣ подобныхъ рессиверовъ, но полагаю, что для достижения экономіи нельзя ограничиваться подобными изобрѣт., а слѣдуетъ устанавливать перегрѣватель, который и для конюуды паровозовъ даетъ экономію до 10% (Strahl Z. d. V. D. J. за 1906 г.).

Перегрѣватель Пиллока.

Фиг. 11.



Ко второй группѣ должны быть отнесены перегрѣватель Пиллока. Онъ представляется собою простую желѣзную съ перегородками коробку (фиг. 11), помещаемую внутри бочки котла такъ, что всѣ диаметры трубы проходятъ черезъ нее, образуя своими наружными поверхностями — поверхность перегрѣвателя. Сырой паръ поступаетъ въ коробку перегрѣвателя по трубѣ β , а перегрѣтый подводится къ регулятору трубкой α .

При такомъ устройствѣ перегрѣватель находится до регулятора, а слѣдовательно паръ всегда является перегрѣтымъ паромъ. Въ нижней части коробки имеется выходящій наружу вентиль, что позволяетъ выпускать изъ нея воду. Простота и компактность устройства позволяютъ применять его къ существующимъ паровозамъ, такъ какъ помѣщеніе коробки внутри котла во время большого ремонта не представляетъ никакихъ затрудненій; всѣ коробки перегрѣвателя не только и распределяются вкѣстѣ съ вѣсомъ котла на вѣсколько осей паровоза; диаметръ коробки ничѣмъ не ограниченъ и слѣдов. доступъ къ диаметрамъ трубамъ совершенно свободенъ, какъ у обыкновенныхъ паровозовъ; самъ перегрѣватель не содержитъ въ себѣ никакихъ стальныхъ листовъ или чугунныхъ частей.

Но всѣ эти достоинства не возмѣщаютъ большихъ недостатковъ перегрѣвателя Пиллока, которые заключаются въ слѣдующемъ: конструкція перегрѣвателя требуетъ развальцовки трубъ въ мѣстахъ прохожденія ихъ черезъ коробку, что представляется дѣломъ не легкимъ, а упроченность въ это дѣло исполненія — ничѣмъ не контролируемой; коробка перегрѣвателя

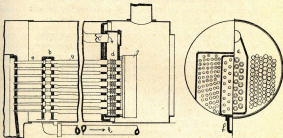
охлаждаю больше холодной водой, что понижает температуру перегрева, тем же влиянием оказывает и труба, отводящая пар из коробки; уменьшение поверхности нагрева котла.

Паровыми с перегревателем Пиллона работают на крутых ж. д. и дают удовлетворительные результаты.

Перегреватель В. Шмидта по пат. № 15467.

Ту же идею Пиллона осуществил В. Шмидт несколько иной конструкцией. Для перегрева пара он пользуется только частью диаметра трубы. Как во всех своих работах, В. Шмидт и в этом случае формулировал принцип так широко, что включил все возможные комбинации. Первый вариант принципа (№ 15467) заключается в том, что внутри котла помещена узкая вертикальная коробка *b*, а в нижней коробке также же соединяющаяся с паропроводящей трубой *c* — коробка *d* (фиг. 12). Диаметрная труба *a* проходит через коробки *b* и *d*, а

Фиг. 12.



в части между этими коробками она через трубу *e*. (фиг. 13) Сухой пар из котла, поступив в коробку-коллектор *d*, направляется по кольцевому пространству между трубами *e* и *a* в коллектор *b* и

Фиг. 13 А.



изъ него по расположенной подь котломъ паропроводящей трубѣ *в* въ цилиндры машины. Диаметръ трубы *в* въ своей части у рѣшетки коробки *д* снабженъ уравнивающими приспособлениями въ видѣ колѣцъ *а* для обезпеченія компенсаціи при удаленіи или сокращеніи котла или самихъ трубъ. Рѣшетка коробки *д* можетъ представляться двустороннею, казѣннинею на шарнирѣ заслонкою *з*. Для того, чтобы уменьшить передачу тепла отъ перегрѣтаго пара водѣ котла черезъ стѣнки трубъ *г*, въ послѣднія установлены еще трубы *л* такъ, что между ними и трубами *г* остается тонкій изолирующій слой воздуха.

Изъ приведеннаго описанія видно, что сложность устройства перегрѣвателя дѣлаетъ сильный поводъ сомнѣваться въ исправномъ его дѣйствіи. Концы трубъ *г* впаиваются въ рѣшетки коллекторовъ в передней рѣшетки котла; на случай течей въ вѣтвѣхъ развальцовки, вѣтъ возможности исправить исправленіе, во вѣтвѣхъ диаметральной трубы *в*, что можетъ вполнѣ даже вѣрчу этой послѣдней въ части, проходящей черезъ коробку *б* и рѣшетку тонки котла. Кроме того, развальцовка трубъ въ дощечкѣ коллектора *б* довольно затруднительна и ненадежна, что же касается изолирующаго слоя воздуха въ трубахъ *г*, то присутствіе его во время работы котла довольно сомнительно.

Другой вариантъ подобнаго же перегрѣвателя заключается въ томъ, что передняя камера-коллекторы в задняя, представляютъ собой отдѣленіе общей коробки *н* (фиг. В черт. 13), проходящей отъ передней рѣшетки внутри котла до положенія, которое занимаетъ камера *б* въ первомъ вариантѣ (черт. № 12). На черт. 13 фиг. В. представлена верхняя часть коробки *н* съ проходящей черезъ нее диаметральной трубой *в*; отдѣленіе *д*, куда поступаетъ сухой паръ изъ котла, служитъ передней коллекторомъ, а отдѣленіе *б* коробки *н*—заднимъ коллекторомъ для перегрѣтаго пара, который трубкою, идущей подь котломъ или въ самомъ котлѣ, направляется въ цилиндры машины. Поперечное сѣченіе коробки *н*, такое-же, какъ и задней коробки *б* въ чертѣхъ 12.

Фиг. 13 В.



Паръ изъ отдѣленія *д* течетъ между диаметральной трубой *в* и трубкой *в*, соединяющей рѣшетки коллекторовъ *б* и *д*.

Третій вариантъ того же перегрѣвателя заключается въ томъ, что внутри котла помещается одна коробка *н*, какъ на фиг. В черт. 13, че-

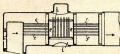
ред которую проходить диметарные трубы *В*. Парь поступает так же, как и при втором варианте, в переднюю часть коробки *В*, благодаря перепадам, не доходящим то до низу, то до верха коробки *В*, пройти длинный путь и перегреться.

Очевидно, что и второй и третий варианты существенно не отличаются от первого по сложности устройства. Осуществлены ли подобные комбинации и каковы полученные результаты, мы сожалеть, — не имеем.

Перегреватель для паровозных котлов *В. Марка* (Германия).

Паровозный котел, приблизительно посредней, имеет камеру *I* (черт. 14), соединяющуюся с толстой диметарными трубами *с, с*, а с тонкой диметарной — трубами *г, г*. Камера *I* разделена двумя горизонтальными перегородками на три части: верхнюю, сообщающуюся с паровым пространством котла, среднюю, через которую проходят газы, и нижнюю *г*, куда поступает перегретый парь.

Черт. 14.



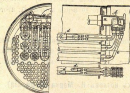
В горизонтальных реберках закреплены трубы *h*, через которые парь из парового пространства котла протекает в отделение *г* и перегревается на пути. В Германии патенты на подобный перегреватель выданы в 1908 г.

Трудно ожидать, чтобы подобный перегреватель получил большое распространение, так как получение больших поверхностей нагрева связано с значительным уменьшением поверхности нагрева котла; закрепление концов диметарных труб в камере *I* очень затруднительно и не допускает контроля. Поставка и закрепление труб *h* также мало удобным.

Самая идея комбинации перегревателя на средней пути горючих газов очень заманчива, так как газы уже успевают отдать часть своего тепла и окислиться до 700—800° и, следовательно, обладая еще высокой теплопроводностью, они не в состоянии уже действовать разрушающе на трубы перегревателя.

Несколько подобных комбинаций перегревателей выданы и в Америке.

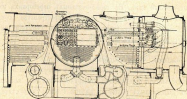
Фиг. 15.

**Перегрѣватель Шмидта,**

поставляющийся въ упомянутого диаметра многотрубныхъ трубахъ котла, состоитъ изъ круглыхъ трубъ вида, изображеннаго на чертежѣ 15. Каждый элементъ перегрѣвателя состоитъ изъ четырехъ трубъ, устанавливаемыхъ при помощи колецъ одна непрерывнаго канала для протока пара. Назначенный паръ изъ котла

вступаетъ въ сборную коробку АА, отсюда выходитъ въ трубы элемента перегрѣвателя, перегрѣвается въ нихъ и вновь поступаетъ сначала въ другую камеру Б той же коробки А, а потомъ въ трубы, подводящія паръ въ цилиндры машины. Такимъ образомъ перегрѣватель комбинируетъ между регуляторомъ и машиной, что весьма признать удачнымъ рѣшеніемъ задачи и, въ этомъ отношеніи, перегрѣватель Шмидта имѣетъ преимущество. Въ дымоходной коробкѣ (черт. 16) часть дымоходныхъ трубъ, въ которыхъ комби-

Фиг. 16.



руются элементы перегрѣвателя, имѣютъ выходъ въ особую желѣзную коробку съ дверями, автоматически открывающагося только при открытіи регулятора; при остановкахъ же паровика, когда регуляторъ закрытъ, — двери также закрыты и черезъ жаровня трубы съ элементами перегрѣвателя нѣтъ протока газовъ изъ топки.

Такъ какъ отъ количества протекающихъ черезъ перегрѣватель газовъ зависитъ и перегрѣвъ, то степень послѣднато регулируется большимъ или меньшимъ открываніемъ дверей, что производится отъ руки. Автоматиче-

Этот прибор состоит из небольшого парового цилиндра одностороннего действия; при открытии регулятора, пар протекает из цилиндра автомата, верхняя часть которого выдвигается и, действуя на систему рычагов, открывает двери и поддерживает их в таком положении во все время работы машины. Из достоинств этого перегретеля нужно отметить: равномерное распределение его веса, простоту устройства и удобство слабым элементами, высокой перегрев пара (до 400°).

Недостатки этого перегретеля заключаются в сравнительно малой его поверхности, что требует большого числа элементов, а следовательно и диаметровых увеличенного диаметра трубы; последнее обстоятельство сильно уменьшает поверхность нагрева котла и имеет очень большое значение в смысле уменьшения получаемого от перегрева количества парового и экономии в воде и в топливе. Сравнительно большой вес трубы перегретеля является причиной слабой аккумуляции тепла в самом перегретеле, почему котел остывает, при пуске в ход паровоза, зачастую в цилиндры попадает даже не сухой пар, а вода. При сильной тяге в диаметрической трубе зачастую из тонны вылетают частицы топлива, которыми производится засорение и стужение стенок для прохода пара; такое может быть устранено чисткою стальными щетками, продушкою паром или сжатый воздухом; но это является процессом весьма неприятным этой группы и, поэтому, никаких существенных неудобств не приносит.

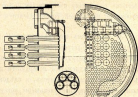
Перегретель Коля. (17).

В то время, когда в Европу В. Шандль является самым талантливым и стойчивым элементом в отношении приближения перегрева пара вообще и в частности из особенностей, — в Америке подобным же проникшим является Коля.

Ему удалось осуществить несколько своих конструкций перегретелей, из которых одна является почти полным подражанием Шандлю.

В жаровую трубу (фиг. 17) входит, в вид двух петель, четыре трубы, концы которых вставляются в соответствующую камеру верха-

Фиг. 17.



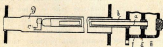
калью расположенных коробках, которые прикреплены болтами к неподвижной коробке, откуда сухой пар поступает в одну камеру вертикальной коробки, идет в трубу перегревателя и возвращается в другую камеру той же коробки и опять поступает в сборную коробку.

Достоинства этого пароперегревателя те же, что и у Шмидта, но особенность его заключается в возможности быстрой замены элементов, благодаря отклоненным вертикальным коробкам.

К недостаткам, кроме упомянутых у Шмидта, следует отнести прикипание литейных болтов тяжелых вертикальных коробок вместо литейных труб.

Перегреватель Кола с трубой Филда.

Фиг. 18.



Элемент перегревателя состоит из двух труб, из которых одна *в* находится внутри другой *б*.

Наружная труба имеет один конец глухим (варено донышко), другой же ее конец идет в камеру I сборной коробки *Е*; внутренняя труба входит в другую камеру II той же коробки *Е*. Пар из сборной коробки идет по кольцевому пространству элемента и возвращается в сборную коробку по внутренней трубе. Элемент вводится в жаровую трубу *д*.

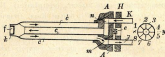
За последние перегреватели Кола никаких достоинств, за исключением простоты устройства, не имеется, недостатков же его значительных. Прежде всего перегреватели имеют очень большую поверхность нагрева; для получения надлежащей поверхности нагрева, является необходимость в большом числе элементов, а следовательно и жаровых труб, что вызывает значительное увеличение поверхности нагрева собственно котла. Последнее требует форсированной, негодной в смысле большого расхода топлива, работы котла. Конец наружной трубы, помещенный в жаровую трубу, обыкновенно имеет варено донышко. Место сварки, как и все омыаемое паром, сильно нагревается, что влечет за собой расширение металла, выгибание и даже полный отрыв донышка от корпуса трубы.

Перегрѣватель Ноткина—первый вариантъ.

Перегрѣватель

Ноткина есть полное изобрѣтеніе. Кроме съ той лишь разницею, что для наружной трубы взята ребристая труба Серве. Разрѣзъ

Фиг. 19.



такого элемента представленъ на черт. 19. Паръ, поступивъ въ камеру и головки А, проходитъ трубой С, до конца элемента и затѣмъ 8-ю камерами протекаетъ по трубѣ Серве С въ камеру и головки А. Труба Серве имѣетъ 8 реберъ, благодаря чему ее теплопроводность, какъ диаметровой трубы, увеличивается по опытамъ, согласно даннымъ Гавралево въ его книгѣ „Паровые котлы“ изд. 1909 г., на 30%; но въ случаѣ приращенія трубы Серве, какъ диаметровой, тогда массивныя ребра изъ хорошаго проводника тепла быстро поглощаютъ его, отнимая у пара, и передаютъ водѣ черезъ массу металла трубы. Въ случаѣ приращенія трубы Серве для элемента перегрѣвателя, явленіе происходитъ обратно, т. е. передача тепла идетъ отъ периферіи къ центру, и роль реберъ въ этомъ случаѣ значительно ниже, чѣмъ въ первомъ, т. е. присутствіе реберъ увеличиваетъ поверхность нагрѣва металла, чѣмъ на 30%. Самъ изобрѣтатель, однако, считаетъ за поверхность нагрѣва трубы Серве всю поверхность прилеганія пара къ внутреннему контуру трубы. Благодаря этому приращенію и не въ чемъ несомнѣнному толкованію, — поверхность реберъ входитъ полностью въ поверхность перегрѣва. Комиссія Подраздѣла Составъ Тити при М. П. С. признала возможнымъ считать 0,7 поверхности реберъ входящими въ поверхность перегрѣва.

Правильнѣе всего было бы признать данное изъ соч. Гавралево, т. е. принять теплопроводность трубы Серве, какъ диаметровой, на 30% больше противъ обыкновенной цилиндрической, выходящей для данного случая наружный диаметръ 76 мм., а въ случаѣ устроения той же трубы для перегрѣвателя — на 15 — 20%. При такомъ положеніи погонный метръ трубы Серве съ внутреннимъ диаметромъ въ 67 мм. и наружнымъ въ 76 мм. будетъ имѣть поверхность нагрѣва $= 0,210 + 0,0631 = 0,273$ кв. мет. Но, согласно постановленію вышеупомянутой комиссії, погонный метръ той же трубы Серве будетъ имѣть 0,3073 кв. метра, а самъ г. Ноткинъ опредѣляетъ ее въ 0,447 кв. метра („стр. 9-я Ребристые паропере-

гривателя сист. Н. М. Ноткина²). Последнюю задачу нужно отнести къ области не къ ядру чрездырной фантазии изобретателя, не поддѣланной никакими опытами данными. Такимъ образомъ, нужно считать, что вынесенный первый вариантъ перегривателя Ноткина — имеетъ поверхность только на 15—20% больше Кола. Отличіе перегривателя Ноткина отъ Кола заключается еще въ томъ, что каждый элементъ имеетъ двуканерную головку А и соединяется со сборной сарбкою кривыми трубами, а результатомъ этого является быстрота заѣмки элементовъ. Вслѣдствіе употребленія ребристыхъ трубъ, перегриватель Ноткина значительно тяжелѣе Кола и это нужно отнести къ его преимуществамъ. Обгораніе глухихъ концов *I* элементовъ, близка расположенныхъ къ топкѣ котла, у Ноткина должно происходить такъ же, какъ и у Кола, что имеетъ съ перечисленными недостатками дѣлаетъ мало вѣроятнымъ ихъ продолжительную службу. Обгораніе глухихъ концовъ элементовъ перегривателя Ноткина предсказываетъ и Garbe на страницѣ 295 своего сочиненія „Lokomotiven der Gegenwart“.

Перегриватель Ноткина—второй вариантъ.

Для увеличенія поверхности нагрева Ноткинъ предложилъ второй вариантъ своего перегривателя, отличающійся отъ перваго только тѣмъ, что элементъ не имеетъ впадины донышка *f*, труба *C*₁ сварена съ наружной *C* въ мѣстѣ *K* и проходитъ сквозь головку А такъ, что газы проходятъ и черезъ внутреннюю трубу *C*₁, а паръ поступаетъ въ головку А, состоящую изъ двухъ камеръ *M* и *N*, топку по четыремъ каналамъ 1, 2, 3 и 4 впередъ и возвращаетъ по четыремъ каналамъ 5, 6, 7 и 8 въ камеру *M* головки А (фиг. 19). В. Шидтомъ въ 1909 г. получилъ въ Россіи патентъ на подобную же конструкцію элемента перегривателя, но у него не 8, а 4 канала. Въ Германіи Шидтомъ взялъ патентъ на подобный перегриватель, но и тамъ онъ до сихъ поръ не осуществленъ.

Путь, который избранъ Ноткинымъ и Шидтомъ для увеличенія поверхности нагрева подобнаго кольцевого пароперегривателя, нужно считать крайне неудачнымъ, такъ какъ, хотя въ теоріи перегривателя и обладаетъ такими достоинствами, какъ большая поверхность нагрева трубъ при небольшой площади для прохода пара, но на практикѣ выполнение подобнахъ конструкцій представляетъ большое затрудненіе, вслѣдствіе того, что нельзя быть увереннымъ въ полномъ достиженіи теплопроводности между теплопроводящей и паропроводящей струями въ мѣстахъ раздѣла ихъ реб-

ради X и Y, а следовательно путь пара будет сокращаться, вследствие притоков его через неплотности ребер X и Y.

Въ концѣ элемента образуется въ силу этого мертвый объемъ пара, который, будучи здѣсь почти неподвижнымъ, не будетъ въ достаточной мѣрѣ отводить теплоту стѣнокъ этого конца перегрѣвателя, вследствие чего металлъ конца трубы, будучи всегда чрезмерно накаливъ, скоро потеряетъ свои качества отъ перегрева, а это повлечетъ за собой поврежденіе трещинами, вылучины и въ продолжительномъ времени приведетъ элементъ въ негодность.

Последнее еще усугубляется тѣмъ, что конца перегрѣвателя не омываетъ паромъ въ мѣстѣ сварки трубъ. Предохраненіе мѣста сварки конца трубы и домышка посредствомъ надѣтого на это мѣсто предохранительнаго колпачка изъ литого металла несколько не улучшаетъ условія работы: колпачекъ быстро перегораетъ, раскаливъ до температуры газовъ, т. е. почти до 1000° и во время остановокъ отдаетъ свое тепло предохраняемому мѣсту сварки, которое вследствие этого остается накалившимся почти непрерывно во время работы паровоза. Очевидно эти конструкціи перегрѣвателей (В. Шмидта, Фармаковского и Ногкина) не даютъ удѣльности въ долговѣчности изъ работы.

Перегрѣватель Шмидта и Фармаковского.

Фиг. 20.



Перегрѣватель Фармаковского представляетъ собой почти полное подражаніе такому же перегрѣвателю В. Шмидта. Она состоитъ изъ трехъ трубъ C, C₁ и C₂, образующихъ собою два кольцевыхъ канала, по одному изъ которыхъ паръ протекаетъ изъ камеры I головки AA въ противоположную сторону жаровой трубы E до конца D элемента, а по другому—возвращается въ камеру II головки AA. Последняя соединяется трубами со стѣной паровой поробой, расколотой на двѣ камеры паровознаго или пароводнаго котла, какъ это имѣетъ мѣсто при перегрѣвателяхъ Шмидта, Кома и др.

Конструкция элемента перегревателя, которую дает изобретатель в своей брошюре ^{*)}, страдает такими недостатками, что вряд ли она окажется жизнеспособной. Соединение труб у заднего конца перегревателя произведено посредством литой коробки D, которая, имея толстые стальные стенки, не омывается паром в местах закрывания ее внутренней трубой C и, будучи во время работы подвержена действию высокой температуры, скоро должна перегреться и привести элемент в негодность.

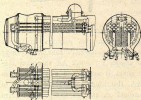
В этом отношении кольцевой пароперегреватель В. Шиндта и В. Фармаковского в конструкции, приведенной в брошюре колледжата, аналогичный с таковыми же Кола и Ноткина (I и II варианты) и равный с ними должен быть признавать целесообразным против высокой температуры газов, а следовательно, практически целесообразным.

Последнее обстоятельство подтверждается еще тем, что Вильгельм Шиндт, получивший еще в 1904 г. патент в Германии за № 168603 на подобный же кольцевой перегреватель, до сих пор не осуществил этого своего изобретения, выходящего по конструкции только немного сложнее перегревателя Фармаковского, а во всем остальном тождественный ему.

К недостаткам перегревателя Фармаковского и такого же Шиндта нужно отнести еще сложность устройства, малый объем заключенного в нем пара, в достоинствах же кольцевых перегревателей нужно отнести сравнительно большую поверхность нагрева элемента и большой вес их.

Перегреватель завода Комерсала в Серезь.

Фиг. 21.



В верхней части котла помещены две группы жаровых труб по 15 шт. в каждой. Передние своими концами жаровые трубы укреплены в передней решетке котла, а задние в литых коробках C и H, помещенных внутри бочки котла рядом с решетчатой топкой и нижних сообщаясь с топкой двойными рядами жаровых труб. В каждой жаровой

^{*)} Принадлежит перегретого пара в жаровом котле и пароперегрив. инж.-техн. В. Фармаковского. 1900.

трубы похищаются три жаровые трубы перегревателя, концы которых закрываются с одной стороны из коробок J и D, — с другой стороны — из коробок С и Н. Горячие газы из топки проходят в камеру коробок С и Н, идут по жаровым трубам, захватывая при этом трубы перегревателя, и выходят в дымовую камеру.

Подобный перегреватель был впервые построен заводом Коккерилл на двойном компаунд-паровом, т. е. с четырьмя цилиндрами, и предназначался для подогрева пара при переходе его из большого цилиндра высокого давления в цилиндры низкого давления. При таком назначении перегревателя, насыщенный пар, выходящий из котла по трубе А L, в дымовой коробке разделялся на два потока и шел по трубам Е и Е' к двум малым цилиндрам НВ, HD, откуда трубой F подводился к коробке D перегревателя. Из коробки D пар протекает сразу (параллельно) по обеим трубам правого перегревателя, попадает в коробку С, проходит соединительной трубой в левый перегреватель и выходит из коробки J трубами К и К' из большого цилиндра.

Размещение подобного перегревателя в паровом котле сильно сокращает его поверхность нагрева, так как число дымососных труб уменьшается.

Если принять это обстоятельство во внимание, то окажется, что котлы подогрева пара не оправдывают собой проходящих сквозь котлы потерь и затраты на устройство перегревателя. Тепло от газов пойдет не на подогрев, а на пропарку пара при переходе его из малого цилиндра в большой.

Завод Коккерилл на выставку в Льеж выставил четырехцилиндрный паровый с подобным же внешнеописанному перегревателем, но с тем лишь различием, что системой клапанов левый перегреватель мог разобщаться от правого так, что один из них служил для подогрева пара, поступающего в малые цилиндры, а другой для подогрева пара при переходе его из малых цилиндров в большой.

Все внешнеописанные пароперегреватели третьей группы похищаются в жаровых трубках и, следовательно, могут быть с большими или меньшим успехом приняты как в жаровых и локомотивных, так и в паровых оборотных и особенно простейших котлах.

Перегреватель с отдельной топкой.

Очень сильной во внимание нужно принять идею Dr. Wilh. Schulz (Германия), который предложил похищать перегреватель из отдельной цилинд-

рыческой бочкѣ небольшого диаметра, помещающейся поверх котла паровика. Это, строго говоря, такой же котель съ диаметрическими трубками, но заключающей въ себя только паръ. Паръ изъ точки, пройдя въ общую дименовую камеру впереди паровика, идетъ по диаметрическимъ трубкамъ перегрѣвателя по направлению къ задней части паровика, входить въ дименовую камеру и выходитъ черезъ трубу, помещающуюся у будки машиниста. Изобрѣтатель предвидѣлъ необходимость устройства дименовительной форсунки въ передней камерѣ паровика. На первый взглядъ это кажется парадоксомъ, но на самомъ дѣлѣ перегрѣвъ пара при помощи отдельной форсунки всегда будетъ выгода.

Перегрѣватель съ отдельной топкой Гаганса.

Фиг. 22.



Этотъ перегрѣватель (Фиг. 22) помещается въ верхней части дименовой коробки: онъ состоитъ изъ 336 вѣсколко изогнутыхъ желѣзныхъ трубъ небольшого диаметра, закрѣпленныхъ своими концами въ двухъ литыхъ коробкахъ, являющихся камерами. Коробки расположены вертикально вверхъ, почему верхняя часть дименовой коробки сильно поднята и ундрена. Каждая сборная коробка разделена на двѣ части: въ одной расположены камеры, принадлежащія перегрѣвателю правого цилиндра, а въ другой—лѣвому цилиндру; паръ изъ котла подводится къ каждой коробкѣ отдельно, точно также, какъ и перегрѣтый паръ отводится особою трубою въ соответствующій цилиндръ.

Въ нижней части дименовой камеры помещается точка съ форсункой. Все устройство очень компактное, но довольно тяжеловѣсное и есть основаніе предположить, что нагрузка на переднюю ось будетъ чрезмѣрна. Въ этомъ отношеніи перегрѣватель вѣсъ котораго распределяемъ по осси котлу, имѣеть несомнѣннаа преимущество. (Шиндль и др.).

Паропергрѣватель инженеръ-технолога К. Неймайера.

Перегрѣватель относится къ третьей группѣ, такъ какъ элементы для перегрѣва пара помещаются въ жаровыхъ или увеличеннаго диаметра дименогарныхъ трубкахъ.

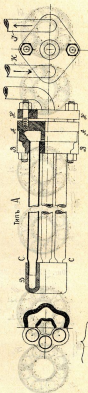
Элементъ состоитъ изъ кольцеобразно расположенныхъ трубъ круглаго или овально-плоскаго сѣченія, входящихъ одними только или обоими своими концами въ однокамерныя или многокамерныя коробки.

Въ зависимости отъ числа и расположенія камеръ въ коробкахъ, паръ можетъ проходить или только по одной трубѣ, обтекая последовательно всѣ трубы и камеры, или по несколькимъ трубамъ сразу.

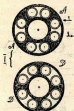
На черт. 23 представляется элементъ перегрушителя типа А, состоящаго изъ двухкамерной коробки АА, однокамерной DD и шести соединяющихъ ихъ круглыхъ трубъ С. Нагрѣтый паръ изъ нижней коробки трубой К подводится къ одной изъ камеръ коробки А, откуда протекаетъ по тремъ трубамъ въ коробку DD, возвращается по тремъ другимъ трубамъ во вторую камеру коробки АА и трубой J отводится въ сборную коробку. Подобный элементъ монтируется въ жаровой трубѣ (въ diam. 125 или 191 м.м.) паровозаго или парходоваго котла.

Число соединяющихъ коробки А и D трубъ можетъ быть произвольнымъ, а поперечное сѣченіе ихъ—круглымъ или овальнымъ.

Если коробки А и D разделены на камеры такъ, какъ показано на фиг. 23—I, то паръ, войдя въ первую камеру по направлению стрѣлки, обтечетъ последовательно всѣ трубы и выйдетъ изъ коробки

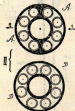


Фиг. 23—I.



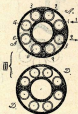
А по направлению другой струйки. Элементъ съ подобно-расположенными камерами можно назвать элементомъ съ последовательными отбоями струй пара въ трубу.

Фиг. 23—II.



Если коробка АА разделена на две камеры, а коробка DD состоит всего из одной камеры (фиг. 23—II), то паръ, войдя въ одну изъ камеръ коробки АА по направлению струйки, пройдетъ сразу по нѣсколькимъ выходящимъ изъ этой камеры трубкамъ, войдетъ въ коробку DD и потечетъ рядомъ параллельныхъ струй во вторую камеру коробки АА. Подобный элементъ можно назвать элементомъ съ параллельными протоками пара въ трубу.

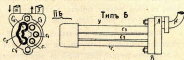
Фиг. 23—III.



На фиг. 23—III изображены въ разрезѣ коробки АА и DD съ тѣми же деленіями камеръ, при которыхъ протоки пара въ трубкахъ сѣтчатые, т. е. параллельно-последовательные. Паръ, вступивъ въ коробку А по струйкѣ, протечетъ въ коробку DD и обратно выйдетъ раздѣль по двумъ трубкамъ сразу и выйдетъ изъ коробки АА, какъ показано струйкой 2.

Комбинация подобнаго элемента типа В изображена на фиг. 24—II Б. Въ немъ паръ, вступая въ коробку АА по трубѣ К, протекаетъ въ одной коробкѣ по трубѣ Са, возвращается по двумъ трубамъ С1 и С2, опять течетъ къ DD по двумъ трубамъ С3 и С4 и возвращается по одной трубѣ С5 въ коробку АА.

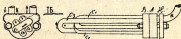
Фиг. 24—II Б.



Элементъ можетъ состоять и изъ одной какой-нибудь коробки АА или DD и закрываемыхъ въ ней однимъ концомъ трубъ въ то время, какъ другіе концы соединены парно колѣнами.

На фиг. 24—I Б изображенъ подобный элементъ. Концы испаряющихъ трубъ С1, С2 и С3 удерживаются въ части В коробки АА; паръ поступаетъ въ элементъ по трубѣ К и затѣмъ протекаетъ трубы согласно указаній, сдѣланныхъ стрѣлками.

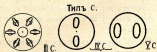
Фиг. 24—I Б.



Въ значительности есть раздѣленія коробки АА на камеры паръ, поступающей въ нее, можетъ протекать или по одной трубѣ, или по нѣсколькимъ трубамъ сразу, какъ это было описано выше.

На фиг. 24—III, IV и V изображены поперечники сѣченія элементовъ перегретеля съ овально-плоскими трубамъ. Всѣ вышеописанные элементы могутъ имѣть видѣто круглаго—овальное сѣченіе трубъ. На фиг. III представлено сѣченіе элемента съ шестью трубамъ; какъ видно изъ чертежа, трубы въ мѣстахъ своего закрѣпленія въ коробкѣ остаются круглыми и только въ остальной части сжимаются.

Фиг. 24



Многіе изъ изобрѣтателей стремятся къ получению возможно болѣе тонкаго потока паръ въ перегретель, для того, чтобы получить быстрый и выскій перегрѣвъ, но подобнаго изображенія слѣдуетъ признать очень

осторожно, такъ какъ легко можно впасть въ крайность и, применяя элементъ съ очень тонкими трубами, а следовательно и съ малымъ объемомъ пара, подвергнуть риску сжечь самый элементъ.

Возможность такихъ неприятныхъ послѣдствій особенно можетъ явиться хлѣсто при установкахъ паровыхъ или пароводовъ или же при зады паровыхъ съ закрытыми регуляторами, когда въ перегрѣватель, помѣщенный между регуляторомъ и цилиндромъ машины, не поступаетъ пара, а вслѣдствіе пренебрежительно малой площади поверхности горючихъ газовъ проходить черезъ жаровни трубы съ помѣщенными въ нихъ элементами перегрѣвателя. Въ виду вышеназложеннаго нужно принимать во вниманіе, какъ объемъ заключеннаго въ элементѣ пара, такъ и объемъ окружающаго его газа и температуру послѣдняго.

При применении въ перегрѣватель Неймайера спиральныхъ трубы, можно уменьшать площадь для прохода пара и достигать какого угодно объема пара въ известныхъ пределахъ. Такъ, напримеръ: для трубы внутренняго диаметра въ 21 м.м. периметръ для внутренняго окружности будетъ 66 м.м., а площадь для прохода пара будетъ 346 кв. м.м., при чемъ на каждый кв. м.м. площади поперечнаго сѣченія приходится около 0,19 м.м. окружности.

Если сдѣлать ту же трубу до расстоянія между стѣнками въ 6 м.м., то периметръ останется тотъ же—66 м.м., а площадь для прохода пара будетъ уже 169,27 кв. м.м., т. е.—на 104% больше, при этомъ на кв. м.м. площади сѣченія придется 0,39 м.м. внутренней окружности.

Изъ приведенныхъ цифръ слѣдуетъ, что попер. метръ круглой трубы диаметромъ въ 21 м.м. имеетъ внут. поверхность нагрѣва въ 0,066 кв. мет., проходящую на объемъ 0,000346 куб. мет., а такая же сдѣланная труба, имѣя ту же поверхность нагрѣва, заключаетъ всего 0,000169 куб. мет. пара.

Такимъ образомъ въ рукахъ конструктора находится полная возможность при почти одинакъ и тѣхъ же размерахъ элемента применять то или другое сѣченіе трубы и въ зависимости отъ этого ту или другую массу заключеннаго въ нихъ пара; послѣднее же находится въ тѣсной связи отъ количества и температуры протекающихъ черезъ элементъ газовъ. Если требуется въ дилатарную трубу небольшого диаметра вставить элементъ перегрѣвателя, то для получена надлежащаго перегрѣва слѣдуетъ брать элементъ съ меньшимъ объемомъ пара; если же объемъ дилатарныхъ трубъ и число ихъ достаточно велики, то тогда можно брать элементъ съ большимъ объемомъ пара.

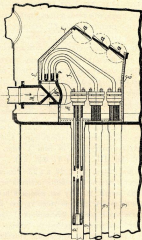
На фиг. IVc и Vc черт. 24 представлены сечения дымосарных труб и теплообменника из них элементов из овалово-плоских труб. Такая комбинация особенно цѣнна для существующих уже паровых котлов и дает полную возможность пользоваться перегретым паромъ.

Если существующія машины имеют даже плоскіе золотники, то перегрѣвъ можетъ быть доведенъ безъ всякой опасности до 270° , что выяснено опытами завода Зулнера надъ машинами пароводовъ Швейцарскихъ озеръ*).

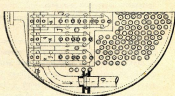
При такомъ перегрѣвѣ влажность въ цилиндрѣ будетъ около $13\frac{1}{2}\%$ и въ водѣ — $18,5\%$ теоретически.

Самая важная деталь всякаго пароперегрѣвателя есть элементъ, въ которомъ собственно и происходитъ перегрѣвъ пара, который затѣмъ отводится въ сборную коробку.

На черт. 25 представленъ паровой котель съ элементами перегрѣвателя Неймайера. Сборная коробка состоитъ изъ



Фиг. 25.



*) Э. А. В. В. А.

двухъ отдѣленій М и N; въ первое парь протекаетъ изъ котла и черезъ рядъ отверстій проходитъ по трубамъ К, К въ элементъ, перегрѣвается въ немъ и вновь трубами Л, Л поступаетъ въ отдѣленіе N сборной коробки, откуда трубами О подводятся къ цилиндрамъ машинъ. Сборная коробка можетъ быть сконструирована подобно вѣста къ дымовикъ; она можетъ быть элементарная желѣзная, или литая чугунная, или стальная.

Парь, проходящій черезъ жаровня трубы съ перегрѣвателемъ, попадаетъ во внутреннюю димонію коробки ЕЕ, нѣмкую заслонки а, а, а. Въ зависимости отъ большаго или меньшаго открытія заслонки будетъ находиться и количество протекающаго черезъ перегрѣватель пара, а слѣдов. и высота перегрѣва пара.

Въ перегрѣватель Неймайера парь раздѣленъ на тонкія струйки, схватываемыя со всѣхъ сторонъ горячими стенками, послѣдствіемъ чего, надо полагать, утилизаціи тепла будетъ болѣе полна, а самый перегрѣвъ пара болѣе высокій.

Кромѣ того, существенная особенность подобнаго перегрѣвателя—сравнительно большая поверхность нагрева при небольшомъ поперечномъ сѣченіи элемента.

Какъ уже выше было упомянуто, перегрѣватель Неймайера въ зависимости отъ способа обтеканія паромъ трубъ и отъ формы поперечнаго сѣченія послѣднихъ раздѣляется на типы А (черт. 22), типъ В (черт. 24) и типъ С (фиг. III, IVc и Vc черт. 24).

На черт. 22 а, 22 б, 22 в и 22 г (охранительное свидѣт. № 39479) представляемъ элементъ Неймайера, состоящій изъ шести трубъ. Головка А имѣетъ двѣ камеры, въ одну изъ которыхъ парь протекаетъ изъ сборной коробки и проходитъ сразу по тремъ трубамъ въ заднюю коробку Д, состоящую изъ одной камеры. Изъ коробки Д парь также по тремъ трубамъ сразу возвращается въ другую камеру головки А и изъ нея по соединительной трубѣ, уже перегрѣтый, проходитъ въ отдѣленіе для перегрѣва пара сборной коробки. Такимъ образомъ въ этомъ элементѣ парь протекаетъ по трубамъ два раза.

Подобные элементы можно соединять послѣдовательно по два и болѣе, какъ это представлено на черт. 23 Д.

На черт. 25 а представлено элементъ типа В, въ которомъ парь проходитъ по трубамъ четыре раза: сначала изъ головки А по трубѣ С₁ парь проходитъ въ одну изъ камеръ задней коробки Д, потомъ течетъ обратно къ головкѣ А по двумъ трубкамъ С₂ и С₃ сразу, затѣмъ изъ головки А опять проходитъ въ коробку Д двумя трубками и возвращается въ головку А по одной трубѣ, такой же какъ и С₄. Въ этомъ случаѣ головка А имѣетъ три камеры, а коробка Д—двѣ.

На черт. 26 а и 26 б (охранит. свид. № 40953) представлен элемент с трубами эллиптического сечения. В головку элемента вставлены четыре трубы, при чем каждая вела помещается в отдельной жаровой трубе небольшого диаметра ($2\frac{3}{4}$ —3"). В этом элементе парь, испущенная в головку, делится на два потока и каждый из них последовательно проходит через две веты, после чего оба потока сливаются в одной камере и выходят через соединительную трубу из сборной коробки.

Для выяснения особенностей перегретителя Неймайера сравним его с подобными же перегретителями Шмидта-Ноткина и Шмидта-Фармаковского.

Фиг. 26.

Фиг. 27.

Фиг. 28.

Фиг. 29.



На черт. 26 представлен поперечный разрез жаровой трубы с вычислениями по ней элементов перегретителя Шмидта; на черт. 27 подобный же разрез перегретителя Ноткина, на черт. 28 Шмидта-Фармаковского и на черт. 29 — Неймайера.

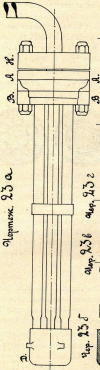
При перегретителях Шмидта diam. жаровой трубы обыкновенно делается от 125 × 133 м.м., при чем трубы элемента вставляются внутр., diam. 28 м.м., а наружний — 36 м.м. (постройка Путиловского завода); при том же диаметре жаровой трубы вклада делаются diam. труб самого элемента 27 × 35 м.м. В новых товарищеских паровозах $\frac{1}{4}$ типа Восточно-Кавказской дороги приняты размеры жаровой трубы 119 × 127.

Верхние тепловые паровозы $\frac{1}{4}$ и пассажирские $\frac{1}{2}$ типа Николаевской ж. д. с перегретителями Ноткина имеют жаровую трубу diam. 119 × 127 м.м.; наружн. диаметр трубы Серие — 76 м.м., внут. — 67; разрыв трубы, проходящей в средней трубе Серие, — 33 × 38 или 41 × 47.

Фармаковский предполагает помещать свой элемент в жаровую трубу размером 125 × 133. Размеры труб элемента след.: наружной — 85 × 76, средней — около 68 × 62 и внутренней — 48 × 54.

Сравнивая теперь элементы перегретителей различных систем, при чем условно за поверхность нагрева перегретителя считать внутреннюю, омываемую паром, поверхность, соприкасающуюся с другой стороны с горячей жидкостью. Для сравнения будем всегда брать один выгон. метр элемента.

Чертеж 23а



Черт. 23б



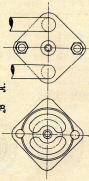
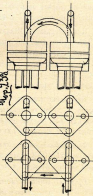
Черт. 23в



Черт. 23г

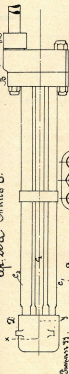


Черт. 23д

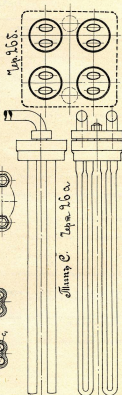


Изобретение принадлежит
сост. И. Шаймавер
мннз А.

Чр. 25а Штырь Б.



Элементы переключателя
смет. №. 19.01.10.10.10.10.



Штырь В. Чр. 26а

№ 6.

Сравнительная таблица

Наименование частей.	Наименование изобрѣтат.		Смет. К.	
	Г А.	И А.	III А.	
Примера порогрѣвателей	Г А.	И А.	III А.	
Число трубъ въ элементѣ	6	6	6	
Площадь наружнаго одного погон. метра элемента въ м ²	0,35814	0,37089	0,38668	
Внутрен. діам. трубы порогрѣвателя	19	20	21	
Варуна	26	27	28	
Площадь прохода пара въ элементъ въ см ²	652	643	609	
Паръ внутр. 4 жаровн. трубы—119 см ² площадь прохода пара въ см ²	7006	7087	7428	
Тоже при 4 жаров. трубы—125	3068	3036	3277	
Вѣсъ одного погон. метра трубы въ кіг	1,58	2,015	2,086	
„ „ „ „ элемента „	11,58	12,09	12,568	
Объемъ пара въ 1 погон. метрѣ элемента въ м ³	0,001604	0,001684	0,002078	
Количество пара въ порогрѣват., проходящаго за 1 м ² поверх. парогр. въ м ³	0,00467	0,005	0,00528	
Отношеніе объема пара въ элементѣ пара при 4 жаров. трубы—119	4,94	4,25	3,57	
Тоже при 4 жаров. трубы—125	5,06	4,7	4,1	

размѣровъ перегрѣвателей.

Неймайеръ.				ШМНДТЪ.		Ноткинъ.
IV А.	V А.	VI Б.	VII В.	Для курьерск паров. Итальян. ж. д.	Для усилительск пар-возовъ.	Для товарныхъ паров. паров.
6	6	4+2	4+2	4	4	1
0,41699	0,41304	0,4084	0,421	0,38198	0,3992	0,307
22	28	19 и 17	20 и 27	28	27	28
29	31	28 и 34	27 и 34	34	34	76
1140	1346,4	$\frac{667,5}{572}$	$\frac{628}{572}$	615,7	572,5	1899
7150	6584	7143	7017	7051	7490	$\frac{119\ 4590}{6584}$
8308	7743	8333	8168	8300	—	7715
2,187	2,676	1,93—2,62	2,015—2,62	2,13	2,6	—
13,123	15,876	13,26	13,7	13,54	16,4	14,37
0,002350	0,002492	0,00228	0,0024	0,002463	0,002290	0,00278
0,0056	0,00573	0,00538	0,0057	0,007	0,00675	0,006185
3,14	—	3,18	3,01	3,26	3,27	$\frac{100\ 3,3}{3,35}$
3,64	3,1	3,4	3,4	3,32	—	—

Из таблицы видно, что перегреватель Неймайера типа IА имеет почти такую же внутреннюю поверхность нагрева, как и Шиндта, с трубками 28×36 м.м., но при этом площадь для прохода газа через сечение жаровой трубы с помещением в ней элемента будет почти на 900 кв. м.м. больше, а отношение объема газа к объему исключенного из элемента пара будет в перегревателе Неймайера на 70% больше, чем у Шиндта.

Если сравнить такие элементы перегревателей Неймайера и Шиндта, чтобы при одинаковых диаметрах жаровых труб получались одинаковые площади для прохода газа, то оказалось бы, что перегреватель Неймайера имеет при том же объеме значительно большую поверхность нагрева.

Для сравнения возьмем перегреватель типа А № III Неймайера и Шиндта с трубками 27×34 , для жаровых труб диаметр 119 м.м. Поверхность нагрева первого будет больше на 16,7%.

Перегреватель Неймайера типа А № IV имеет, по сравнению со Шиндтом, с трубками 28×36 , поверхность нагрева больше на 17%.

Если сравнивать целые элементы перегревателей Шиндта и Неймайера, то преимущество, в смысле большей поверхности нагрева, в пользу последнего будет еще больше и достигать цифры 20%.

Мы ограничивались сравнением перегревателей Неймайера и Шиндта, так как перегреватель Ноткина, как видно из приведенных данных таблицы, значительно уступает во всем отношению перегревателю Шиндта.

Посмотрим теперь, какими будут результаты применения перегревателей Неймайера и Шиндта к нормальному топарному паровому, в котором поверхность нагрева состоит из 190 диаметровых трубок (разница 1901 г.) общей поверхности в 141,9 кв. м. и поверх. тонки в 10,7 кв. м., а всего — 152,6 кв. м.

В топарном паровом $\frac{4}{4}$ с перегревателем Шиндта помещены в котел 18 жаровых труб, вследствие чего число диаметровых трубок сократилось до 110, а вся поверхность нагрева котла без перегревателя определялась в 132,7 кв. м.

Она состоит из:

Поверх. нагр.	110 диам. трубок . . .	82,0 кв. м.
"	" 18 жар. " . . .	40,0 " "
"	" тонки . . .	10,7 " "

Нормальный топарный паровоз $\frac{4}{8}$ с перегревателями Ноткина построили Сорочинского завода высота всего 114 дм. труба, 19 жаровника diam. 119 x 127, а общую поверхность нагрева в 131,14 кв. м.

Если такой же нормальный топарный паровоз оборудовать перегревателями Неймайера типа А IV, с diam. трубок в 22 x 29 м.м. с такой же площадью нагрева, как паровоз с перегревателями Шиндта, то окажется достаточным 15 жаров. труба diam. 125 x 132, при этом диаметральная труба возможно разместить около 130.

Поверхности нагрева составятся как:

Поверх. нагр. 130 дм. труба	96,9 кв. м.
" " 15 жар. "	33,33 " "
" " тонки	<u>10,7 " "</u>
	140,93 кв. м.

Сопоставляя полученные цифры, увидим, что при перегревателе В Неймайера поверх. нагрева котла больше, чем у Шиндта на

$$\frac{140,93 - 132,7}{132,7} \cdot 100 = 6,2\%$$

а больше, чем у Ноткина на

$$\frac{140,93 - 131,14}{131,14} \cdot 100 = 7,46\%$$

Очевидно, чем больше будет поверхность нагрева котла, тем большую работу сможет сделать паровоз, поэтому работоспособность паровоза с перегревателями Неймайера будет больше, чем с перегр. Ноткина на

$$\frac{100 - 92,54}{92,54} \cdot 100 = 8\%$$

а усилие тяги на крюк будет больше на

$$\frac{100 - 92}{60} \cdot 100 = 13,3\%$$

По сравнению с паровозом, оборудованным перегревателем Шиндта, получим в пользу паровоза с пар. Неймайера:

Работоспособность больше на 6,6%, а усилие тяги на крюк больше на 11%.

Из этих уже цифр вполне очевидно, какими преимуществами обладает перегреватель Неймайера, но для более ясной иллюстрации этого приведем еще таблицу характеристик перегревателей для топарных $\frac{4}{8}$ паровозов типа Восточно-Китайской дороги.

№ 7.

Сравнительная таблица характеристик перегрет

Системы перегретвателей.	Шмидта.	ПОТРЕБЛ. ПОСРЕДСТВ		К.
		на перегрев	Средн. за.	
ЭЭ элементов	—	—	1	II
Число диаметров труб	160	160	162	174
Диаметр диаметров труб	51×46	51×46	51×46	51×46
Число жаровых труб	24	24	29	21
Диаметр жаровых труб	119×127	119×126	126×124	122×122
Паруемая поверхность нагретой диаметр. труб в м ²	112,15	112,15	127,4	121,8
Паруемая поверхность нагретой жаровых труб в м ²	41,89	41,89	36,82	38,66
Паруемая поверхность нагретой топки в м ²	15,23	15,23	15,23	15,23
Полная поверхность нагретой П. в м ²	169,27	169,27	179,46	175,69
Отношение поверхности перегретвателя к полной поверхности перегретника	1 : 5,3	1 : 5,75	1 : 5,36	1 : 5
ЭЭ перегретвателей	—	1	IV A	IV A
Число элементов	24	24	20	21
Поверх. обмывк. паром 1-го каска, метра в м ²	0,2392	0,207	0,4169	0,4169
Поверх. перегретки 1-го элемента в м ²	1,38	1,228	1,672	1,672
Поверх. парогр. всего парогр. П. в м ²	31,92	28,59	33,44	33,112
Поверх. парогр. в сравн. со „Шмидта“ в %	1	— 8	+4,71	+3,65
Объем газа на 1 каска, метра элемента в м ³	0,0749	0,068289	0,068208	0,068208
Объем газа на 1 каска, метра элемента в сравн. с со „Шмидта“ в %	1	— 15	+10,2	+10,2
Весь газ, метра элемента в кг	10,4	14,77	18,122	18,122
Сравн. весь элемент в %	1	+ 47	+ 30	+ 30
Сравн. весь, поверх. нагр. котла в %	1	1	+ 6	+ 3,8
Общая пов. нагр. П.+П. в м ²	201	198,67	212,89	210,80
Сравн. весь, общ. поверх. нагр. в %	1	—1,18	+3,9	+ 5

зателей для товарн. паровоз. 04—5-ти осьях.

Неймайеръ.					Примѣчаніе.
III	IV	V	VI	VII	1) Остатокъ чаше паровыхъ трубъ діам. — 125 мм., какъ у котловъ съ перегрѣвателями Шварца и Поткина, можно получить элементамъ Неймайера достигнута увеличенія поверхности перегрѣва отъ 3,5% до 20% противъ Шварца и отъ 10 до 28% противъ Поткина. 2) Высокотемпературная выработка будетъ, если въ чашѣ одѣвать 21 трубу діам. — 125 мм. и шесть элементовъ перегрѣват. Неймайера № IV А или VII Б, при чемъ поверхъ загрѣва чаша увеличится на 3,8%, а поверхность перегрѣва на 10,3% и 11% противъ Шварца и на 10% противъ Поткина. 3) Поверхность перегрѣва элемента сист. Поткина, срабатывая, должна быть неогр. 1,124 кв. м., а не 1,228 кв. м.
172	160	160	174	160	
11×46	51×46	51×46	51×46	51×46	
22	24	24	21	24	
109×127	119×127	119×127	128×134	119×127	
120,4	112,15	112,15	121,8	112,15	
14,24	41,89	41,89	58,66	41,89	
16,28	16,28	16,28	16,28	16,28	
173,97	169,27	169,27	178,69	169,27	
1 : 3,418	1 : 4,68	1 : 4,42	1 : 4,93	1 : 4,37	
II А	II А	III А	VII Б	VI Б	
22	24	24	21	24	
0,377	0,377	0,39685	0,42096	0,4084	
1,4598	1,4598	1,595	1,697	1,61	
12,11	34,08	38,28	86,68	88,75	
+0,6	+3,5	+20	+11	+21	
0,007687	0,007687	0,007428	0,008167	0,007142	
+3,6	+3,6	-0,8	+11	-4,6	
12,06	12,09	12,58	12,7	12,86	
+20	+20	+26	+26	+26	
+3,6	1	1	+3,6	1	
206,08	204	207,55	211,22	208,02	
+3,5	+1,5	+3,25	+8,15	+3,49	

Всѣ приведенныя изображенія и цифровыя данныя съ достаточной убѣдительностью говорятъ за особенно удобную приближенность перегрѣвателя Неймайера къ паровому.

Пароходные котлы съ перегрѣвателями.

Примѣненіе перегрѣвателей Швидта къ пароходнымъ котламъ состоялось еще въ 1898 г. при постройкѣ рѣчного парохода фирмой „Братья Зульдеръ“ въ Винтертуръ для одного изъ Швейцарскихъ озеръ и, такъ какъ въ Швейцаріи топливо очень дорого, то экономія его имѣла очень важное значеніе, а полученные результаты содѣйствовали быстрому примѣненію перегрѣтого пара къ пароходамъ такихъ судоходныхъ рѣкъ, какъ Дунай, Одеръ, Рейнъ, Велга и озеръ итальянскихъ и швейцарскихъ. Въ общемъ уже въ 1906 году было около 67 пароходовъ съ перегрѣвателями общей мощностью въ 30000 лоп. силъ.

При примѣненіи перегрѣтого пара къ пароходамъ, требуется простая одноярусная машина, вѣсъ которой и цѣна значительно меньше машины тройного расширенія. Уходъ за простой машиной легче. Кроме того котлы при перегрѣтомъ парѣ могутъ быть на 10—15³/₄ меньше. (Въ общемъ первоначальныя затраты будутъ меньше).

Первые пароходы снабжались перегрѣвателемъ, который монтировался въ жаровой трубѣ, какъ это изображено на черт. 30, таблица 1-я. Обратный пароходный котелъ имѣлъ въ верхней части двѣ или три жаровыхъ трубы С, куда монтировался кольцеобразный пучекъ ителъ изъ желѣзныхъ цѣпчотянутыхъ трубъ; концы трубъ закрѣплены въ крайніе коробки А, состоящей изъ двухъ отдѣленій:—одного для насыщеннаго и другого для перегрѣтого пара. Паръ изъ коробки А вступалъ сначала въ наружный расположенный во большей окружности рядъ ителъ, потомъ переходилъ въ средний и, наконецъ, во внутренній, болѣе короткий рядъ, обойдя который, протекалъ въ коробку А и далѣе въ отводящую трубу Е. Для регулированія тяги, элементъ, по выходѣ изъ жаровой трубы, имѣлъ кожухъ съ отверстіями, которыя могли закрываться задвижкой d, дѣйствующей на рычагъ f. Въ отверстіи b крышки А входила длинная съ мелкими отверстіями трубка, пускала паръ въ которую, можно было отщипать трубки элементъ отъ налета золи, ила и сажи. Предувакие паромъ элементъ производится черезъ 4—8 часовъ въ теченіе ¹/₄ минуты.

Ручка *C*, регулирующий открытие задвижки *d*, может быть соединена с регулятором таким образом, что во время остановки проток горячих газов через перегреватель прекращается. Недостаток перегревателя заключается в большой громоздкости и сложности элемента.

В настоящее время промышленному перегревателю предпочитают перегреватель с элементами, помещенными в диаметральные трубы увеличенного размера (в диаметре 119 или 125 мм.), который давно известен и имеет собой широкие применения на паровозах (см. стр. 36).

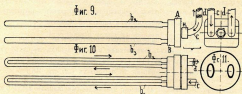
Из черт. 31 (Таб. I-а) видно, что часть диаметральных труб имеет больший диаметр в отдельную дымовую камеру. В каждой из таких труб, устанавливая элемент перегревателя, к которому пар подводится из сборной коробки *C* соединительными трубами *K*. Для того, чтобы через перегреватель проходило большее количество газов из тонки котла, дымовая камера перегревателя имеет прострубный аппарат *F*.

Если имеется необходимость прикрепить перегреватель к существующему котлу с диаметральными трубами на диаметры в 2—3 1/8", то в каждую трубу можно поместить по одной петле трубы небольшого диаметра, как это делает В. Шмидт (черт. 32 таб. II). Но при системе Шмидта получается такая масса труб небольшого диаметра, что они занимают дымовую камеру и сближают проход газов. Крайне того число соединений со сборной коробкой является значительным и самый уход за ними довольно затруднителен; круглое сечение труб перегревателя загораживает диаметральную трубу и делает проток газа во ней крайне затруднительным.

Гораздо более удобную в этом отношении комбинацию представляет собой перегреватель *K*. Наилучше (черт. 33) из овальных или даже круглых труб. Он состоит из головки с закрепленными в ней петлями овальных или круглых труб. К головной головке прикрепляются от четырех до восьми петель и след. одна головка представляет собой сборник для петель, расположенных в 4 или 8 диаметральных трубах.

Каждый элемент представляется таким образом компактное целое, а число соединений элементов с сборной коробкой значительно уменьшается; в случае протара одной какой-нибудь трубки элемент быстро может быть вынут и заменен другим запасным.

Черт. 33.



Кроме того достоинство перегревателя еще заключается в применении труб овалного сечения, которая, имея одинаковую с круглой трубой поверхность нагрева, имеет площадь поперечного сечения почти вдвое меньше, а следовательно, при установке идет в такую трубу в дымовую трубу небольшого диаметра (2—3"), так будет сечение гораздо меньше, чем при применении труб круглых. Если же ко всему вышеприведенному добавить еще то, что объем пара, заключенного в трубах овалного сечения, будет вдвое меньше, а скорость его вдвое больше, то можно быть вполне уверенным в наличии всех данных для получения высшего перегрева.

При устройстве перегревателя при существующих котлах, иногда применяется искусственно увеличение тяги путем установки небольшого сифона. Часто intake сифона наружу производится трубой, выходящей из железной коробки машины, а следовательно, сифон работает только во время хода машины.

Заслонки, регулирующие тягу газов, идущих через перегреватель, иногда соединяются, как и в паровых сь подобиях перегревателями, с автоматическим прибором, закрывающим ее во время остановки машины.

Иногда помещают перегреватель на дымовых паровых котлах, а в некоторых случаях даже в дымовых трубах.

По одному из патентов В. Шмидта перегреватель, состоящий из ряда трубчатых пелет помещается в трубу котла (Черт. 34, таб. II). Как видно из чертежа, часть дымовых труб видна в особую коробку, соединяющуюся с внутренней дымовой трубой Т, в которой и расположен перегреватель. Для удаления тяги имеется сифон К. Парь насыщенный подводится трубой W, а перегретый подводится трубой H. Хотя трубы перегревателя и расположены по направлению движения газов, но все-таки сосредоточие такого большого числа труб не

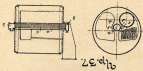


Fig. 37

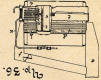


Fig. 36

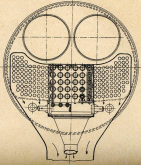
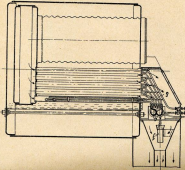
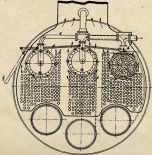
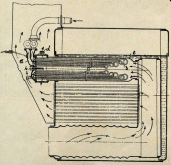
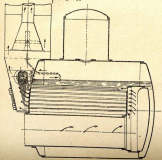


Fig. 31

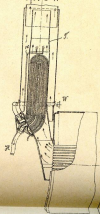
Fig. 30



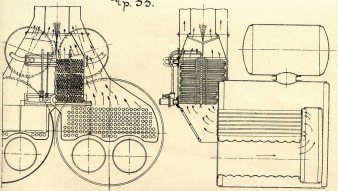
ал.р. 32.



ал.р. 34.



ал.р. 35.



может не влиять на уменьшение тяги. В этом перегревателе Шмидта газ подводится к элементу после того, как он прошел через дымогарную трубу и, следовательно, охладился до температуры 300—400°, поэтому нет основания предполагать, чтобы подобный перегреватель мог дать надлежащий перегрев пара и опутительную экономию в горючем.

Когда высота дымоходной трубы не позволяет получить достаточной длины перегревателя, то последний устраивается в дымоходе, как показано на черт. 35, таб. II. И в этом случае для оттаивания большого количества газов к перегревателю прилагается искусственная тяга сифоном.

Сильно отличающаяся от варианта Шмидта конструкция котла с перегревателем предлагается Мальгорном (Dietrichsdorf bei Kiel).

Его пароходный оборотный котел (черт. 36, Таб. I) имеет пролетную жаровую трубу 1, которая камерой С делится на две части: длинную 1—тонку и короткую, где находится эжектор п—перегреватель.

Основная камера имеет кипильную перегородку г; газы из тонны 1 идут в камеру С и делятся на два потока; один из них направляется в дымогарную трубку d и далее в дымоход е, другой проходит через трубу эжектора перегревателя п и дымогарными трубами h проходит в другой дымоход f. Первый поток газов служит для парообразования, второй, регулирующий особым регулятором, идет, главным образом, для перегрева пара. Элементы перегревателя расположены удобно для наблюдения и могут быть легко зажжены. К недостаткам элемента нужно отнести его громоздкость и сложную конструкцию, эксцентрированную по поверхности перегревателя в одном элементе так, что в случае корки одной какой-либо трубки является необходимость прекращать действие всего элемента. В общем, не смотря на некоторую сложность устройства, комбинацию, предложенную Мальгорном, нужно считать довольно удачной, а то обстоятельство, что газы идут сначала в трубу перегревателя п и потом уже в дымогарник h, заставляет предполагать, что установка должна дать значительный перегрев и большой коэффициент полезного действия.

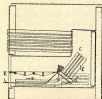
Перегреватель Гроднаста для пароходных оборотных котлов.

Как видно из черт. 37 таб. I, перегреватель состоит из двух коробов a и b, которыми соединены между собой трубами С. Насыщенный пар поступает в одну из коробов b (предпочтительнее в переднюю над отверстием тонны) и, пройдя трубу С и другую коробку b, идет далее в цилиндр машины.

Подобный элемент помещается в жаровой трубе А, проходящей котельного котла; огненные камеры изогнуты так, что жаровая труба перегривателя проходит между ними, но каналы е и г соединяются с противоположной огненной камерой таким образом, что газы из последней проходят в трубу А и, отдав часть тепла перегривателю, уходят в дымовую трубу.

Из приведенного краткого описания уже видна сложность конструкции; устройство каналов е и г, соединяющих огненные камеры с жаровой трубой перегривателя, довольно затруднительно, так как, при желании увеличить число их, является необходимость разбить соединительные трубки на косых отводах труба А. При необходимости устройства двух и трех жаровых труб для перегривателя, является затруднение в размещении их.

Фиг. 38.



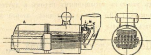
Перегриватель Заломона (фиг. 38) (Альтона) для паровых котлов с оборотом пламени.

Перегриватель состоит из ряда изогнутых желваковых трубок С, укрепленных концами в коробе d, вправо из которой подводится трубой е. Короб d вращается в сильных отводах и приводится вращению вращением К с шарниром i; коробка d может быть поставлена так, что газы при вступлении из точки в огненную камеру будут омывать тепло трубок перегривателя. Если же работа перегривателя не требуется, то действием на ту же кату К можно придать перегривателю положение, указанное пунктиром.

На фиг. № 39 представляется пролетный паровой котел с элементами Нейкнера, установленные в увеличенного диаметра дымовых трубах. Головки элементов соединительными трубами соединяются со верхней коробкой, разделенной на две камеры. В одну из них вправо поступает из котла, в другую перегриватель из перегривателя. Часть увеличенного диаметра дымовых трубок, в которых помещены элементы перегривателя, имеют выходы в дымовую камеру, расположенную внутри дымовика. Заслонки этой внутренней дымовой камеры могут быть

открываемы и закрываемы отъ отдѣльнаго ручнаго привода или отъ автомата. Последній открываетъ изъ только во время пуска въ ходъ машины.

Фиг. 39.



Элементы могутъ быть соединены последовательно по два. Расположеніе и конструкция перегрѣвателя зависятъ быстроты запуску элементовъ въ случаяхъ горни.

Какъ уже было упомянуто въ главѣ объ опредѣленіи поверхности перегрѣвателя, коэффициентъ теплопередачи элементовъ, помѣщенныхъ въ дымовыхъ трубахъ, значительно выше, чѣмъ для перегрѣвателей, расположенныхъ въ дымовыхъ коробахъ, почему при сооруженіи новыхъ котловъ съ перегрѣвателями можно рекомендовать первую комбинацію, какъ для пролетныхъ, такъ и для оборотныхъ переходныхъ котловъ.

Шведскіе рекомендуютъ перегрѣвать паръ на 320—350° и принимать цилиндры, состоящихъ у цилиндра азотскаго давления машины-компаунда.

При приближеніи перегрѣтаго пара къ старой машинѣ съ плоск. золотнижкомъ, перегрѣвъ можетъ быть 260°, въ этомъ случаѣ экономія горючаго масла.

Нѣкоторыя данныя относительно приближенія перегрѣтаго пара въ переходныхъ котлахъ приведены были В. Шмидтомъ въ его докладѣ въ г. Кассель.

1) Построенными заводомъ Зульцера въ Винтертурѣ пароходами съ перегрѣвателемъ въ жаровныхъ трубахъ для Ваденскихъ ж. д. достигнута расходъ угля въ 0,61 кв. на выкат. силу-часъ ¹⁾, т. е. 1,46 угля или 0,973 нефти.

2) На товарномъ, построенномъ 20 лѣтъ тому назадъ, рейскомъ пароходѣ „Haniel“ въ 1907 году были поставлены нов. котлы съ перегрѣвателемъ въ жаровныхъ трубахъ, рассчитаннымъ на перегрѣвъ въ 300°. На пробныхъ поѣздахъ, когда перегрѣватель былъ выключенъ, расходовали въ часъ 1000 кг. угля; когда же были включены перегрѣватели, расходъ горючаго понижался до 800 кг. въ часъ. Машина развивала 1000 л. с.

3) Изъ двухъ одинаковыхъ пароходовъ CW 1 и CW 2 въ Бреславлѣ одинъ былъ оборудованъ перегрѣвателемъ, помѣщеннымъ въ жаровой трубѣ

1) К. У. В. I. 1903. 1000.

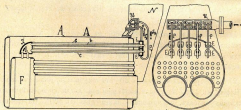
ся расчетом перегреть парь до 260° . Таким образом одна пароды работает насыщенным паром, а другая перегрета; второй расходовала 1,296 кг на каждую, второй же только 0,962, т. е. получалась экономия около 19%.

Перегреватель пара типа Д. Н. Неймайера для котлов существующих с внутренней топкой

Иногда существующие паровые котлы имеют настолько небольшие размеры диаметра диметрических труб, что помещение в них даже элементов перегревателя с эллиптическими трубами делается невозможным. Точно также котлы с недостаточной поверхностью нагрева, работающие слишком форсировано, не всегда могут быть оборудованы выносным элементом перегревателя типа А, В и С, так как при этом весьма стесненное место является невыгодным.

Во многих случаях перегреватель типа Д является единственно подходящим, так как при нем диметрические трубы остаются совершенно свободными, а эллипс и котел сохраняют свой первоначальный вид. Перегреватель состоит из элементов ЕЕ, расположенных в верхней части самого котла (черт. 40).

Фиг. 40.



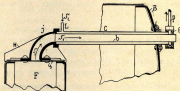
У многих котлов, и особенно мерских, пространство котла над диметрическими трубами бывает особенно велико, почему и помещение в нем элементов перегревателя не представляет никаких неудобств, ни затруднений. Парь, вступив в элемент по стрелке S, выходит из него через головку E и трубу P в сборник U, а из последнего—уже в цилиндры машины. Газы из огневой камеры F по стрелке

В, проходить в коробку J и из нее по трубам b, расположенным внутри труб C, выходить на дымник X. Трубы C могут быть окружены изолирующим слоем из непроводника тепла.

Элемент перегретеля состоит из паровой трубы C, внутри которой расположена одна или несколько обечайки или ребристых диаметрических труб (Фиг. 41), в которых газы из огневой камеры F попадают через отверстие в котлах за и вальце J.

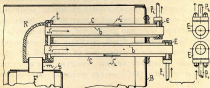
Фиг. 41.

Концы элемента не выходят из котла и влетают в коробку E, которая трубкой P соединяется со сборной паровой коробкой; диаметрная же труба b проходит сквозь коробку E и вылетает таким образом из дымника. В подобный элемент пар подводится из парового пространства через отверстие L в трубу C и протекает по элементу один раз в направлении от огневой камеры к ребристым котлам.



Если требуется больше насыщенного пара, то последний пропускается последовательно по двум элементам, как это представлено на фиг. 42.

Фиг. 42.



В этом случае насыщенный пар поступает из сборной коробки по трубке P из одной из элементов, положивший верхний, протекает он, поступает в камеру I коробки K и выходит через другой элемент в отводящую трубу P из отделения для перегретого пара в

часть. Такъ какъ при большихъ цилиндрахъ машины съ многократнымъ расширениемъ потеря отъ конденсации пара чрезвычайна и доходить до 50% и болѣе, то уменьшеніе этой потери путемъ перегрѣва пара весьма существенно и доводитъ экономію въ топливѣ до разлѣрнъ, превншающихъ теоретическій расчетъ въ нѣсколько разъ.

Это послѣднее обстоятельство дѣлаетъ принятіе перегрѣтаго пара къ судамъ въ видахъ сокращенія расходовъ по ассилотации парового флота не только весьма существеннымъ, но и настоятельно необходимымъ.

На Волгѣ есть не мало пароходовъ съ старыми или неудачно построенными машинами, которые за одинъ рейсъ тратятъ до 4500 пуд. нефти въ то время, какъ новыми пароходами постройки послѣднихъ лѣтъ тѣ же рейсы совершаютъ съ расходами всего въ 3750 пудовъ. Если допустить, что устройство перегрѣвателя дастъ всего 10% экономію, то за одинъ рейсъ парохода получится экономія въ 450 пудовъ нефти на сумму 153 руб., считая цѣну пуда нефти въ 34 коп. Принявъ число рейсовъ за навигацію въ 20, — экономія за одинъ годъ выразится 3060 руб., а если флотъ имѣетъ десять такихъ судовъ, то сбереженіе въ расходахъ по ассилотации выразится крупной цифрой въ 30600 руб. Такое увеличеніе прибыли отъ принятія перегрѣтаго пара къ пароходамъ не можетъ игнорировать ни одно торговое предпріятіе.

Принятіе тепловыхъ двигателей въ брусничныхъ пароходахъ можно считать вопросомъ повелѣ рѣшеннымъ, а слѣдовательно конкуренція тепловыхъ и винтовыхъ фрахтовъ является дѣломъ необходимымъ и притомъ дѣломъ самымъ недалекаго будущаго, поэтому пароходоладельцамъ придется по необходимости подумать объ увеличеніи стоимости ассилотации паровыхъ судовъ, а единственнымъ выходомъ изъ этого положенія можетъ быть только переходъ на работу перегрѣтымъ паромъ.

Нижеверь-Технологъ *К. Ф. Неймайеръ.*

