

Павловский Александр Кондратьевич

**Курс отопления и вентиляции
Общая сведения и местные приборы**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 316.012
ББК 65.30
А46

А46 **Александр Кондратьевич П.**
Курс отопления и вентиляции: Общие сведения и местные приборы / Павловский Александр Кондратьевич – М.: Книга по Требованию, 2023. – 315 с.

ISBN 978-5-521-27017-0

ISBN 978-5-521-27017-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг — не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель — вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания — решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Нагрѣвательные приборы въ баняхъ.

Каменки	192
Приборы для согрѣванія воды	195

Нагрѣвательные приборы въ прачешныхъ.

Прачешные очаги паровые и огневые	199
Сушильни, утюжныя печи	206
Вентиляція прачешныхъ	214

III. Отопленіе.

Общія свѣдѣнія	217
Температура помѣщеній	218
Нагрѣвательные приборы малой и большой теплоемкости	218
Системы отопленія и требованія, которымъ онѣ должны удовлетворять.	219
Отопленіе комнатными печами	221
Печи малой теплоемкости	222
Примѣненіе металлическихъ печей	228
Расчетъ печей малой теплоемкости	231
Печи большой теплоемкости.	
Прямоугольныя и угловыя кирпичныя печи	237
Круглыя кирпичныя печи	249
Камины и камино-печи	252
Устройство печей большой теплоемкости:	
Устройство основанія	260
Кладка печей и печные приборы	263
Наружная обдѣлка печей	273
Камера и ея примѣненіе	278
Расчетъ печей большой теплоемкости	280
Расположеніе комнатныхъ печей и ихъ общіе недостатки	285

ТАБЛИЦЫ:

№ 1. Теплоемкость твердыхъ, жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ	289
№ 2. Составъ и свойства различныхъ сортовъ топлива	290
№ 3. Коэффициенты теплопроводности нѣкоторыхъ тѣлъ	291
№ 4. Коэффициенты лучеиспусканія нѣкоторыхъ тѣлъ	292

	стр.
№ 5. Всеобщій коефіцієнтъ передачи тепла	293
№ 6. Объемы вентиляціи	297
№ 7. Количество пара, насыщающаго воздухъ при разныхъ температурахъ	298
№ 8. Коефіцієнтъ тренія воздуха въ кирпичныхъ каналахъ . .	299
№ 9. Температура помѣщеній	—
№ 10. Данныя для расчета металлическихъ печей	300
№ 11. Опредѣленіе размѣровъ кирпичныхъ печей по расходу тепла.	301

I. Общія свѣдѣнія.

Основные единицы.

Въ природѣ происходитъ постоянное движеніе теплоты: болѣе нагрѣтыя тѣла передаютъ часть своей теплоты тѣламъ, менѣе нагрѣтымъ, при чемъ происходитъ охлажденіе первыхъ и согрѣваніе вторыхъ. Степень нагрѣтости тѣла характеризуется его **температурой**: при согрѣваніи тѣла температура его повышается, при охлажденіи—понижается. Температура измѣряется градусами, величина которыхъ опредѣляется по одной изъ трехъ шкалъ: Цельсія, Реомюра или Фаренгейта; ниже будутъ примѣняться градусы Цельсія, по шкалѣ котораго температура замерзанія воды принята въ 0° , а температура кипѣнія воды въ 100° .

Количество теплоты измѣряется **единицами теплоты**; за единицу теплоты принимаютъ теплоемкость воды, то-есть количество теплоты, необходимое для согрѣванія 1 килограмма воды отъ 0° до 1° Ц. *).

Если обозначимъ теплоемкость даннаго тѣла черезъ c **), то количество тепла, необходимое для нагрѣванія P килограммовъ этого тѣла на t° , будетъ:

$$W = Pct. . . . (1)$$

Если данъ объемъ тѣла L_t при температурѣ t° и вѣсъ кубической единицы его p , при чемъ требуется опредѣлить количество тепла,

*) Эти единицы теплоты называются килограммо-Цельсiевыми въ отличіе отъ фунто-Цельсiевыхъ единицъ, при которыхъ за единицу теплоты принимаютъ количество ея, необходимое для согрѣванія 1 фунта воды отъ 0° до 1° Ц.

**) Теплоемкость различныхъ тѣлъ показана въ таблицѣ № 1.

необходимое для согрѣванія тѣла до T^0 , то, такъ какъ вѣсь тѣла дается при 0^0 , предварительно необходимо опредѣлить и объемъ его при 0^0 ; послѣдній будетъ:

$$L_0 = \frac{L_t}{1 + \alpha t}, \text{ гдѣ}$$

α —коэффициентъ кубическаго расширенія даннаго тѣла; тогда, на основаніи предъидущаго, количество тепла, необходимое для согрѣванія этого тѣла отъ t^0 до T^0 , получится:

$$W_1 = \frac{L_t \rho c}{1 + \alpha t} (T - t) \dots \dots (2) \quad 6$$

Въ дальнѣйшемъ изложеніи придется встрѣчаться часто съ опредѣленіемъ количества тепла, нужнаго для согрѣванія воздуха; теплостойкость воздуха $c = 0,237$, вѣсь 1 куб. метра воздуха $\rho = 1,293$ кгр. и коэффициентъ кубическаго расширенія его $\alpha = 0,003665$; подставляя эти величины въ ур. (2), получимъ:

$$\begin{aligned} W_1 &= \frac{L_t \times 1,293 \times 0,237}{1 + 0,003665 \times t} (T - t) = \\ &= \frac{0,306 L_t}{1 + 0,003665 \times t} \end{aligned}$$

Знаменатель этого выраженія при небольшомъ t —мало разнится отъ единицы, почему, безъ большой погрѣшности, имъ можно пренебречь; далѣе принимая $L_t = 1$ куб. метру и $T - t = 1^0$, получимъ $W_1 = 0,306$ ед. т.; величина 0,306, выражающая количество тепла, которое нужно затратить для согрѣванія 1 куб. метра воздуха на 1^0 , называется **объемною удѣльной теплотой воздуха**.

Развитіе теплоты.

Развитіе теплоты происходитъ въ природѣ при цѣломъ рядѣ явленій какъ, на примѣръ, при различнаго рода химическихъ процессахъ, при прохожденіи электрическаго тока, при треніи одного тѣла о другое, при сжатіи тѣлъ и проч.; каждое изъ этихъ явленій можетъ быть примѣнено при полученіи тепла. При выборѣ способа полученія тепла для техническихъ цѣлей приходится главнымъ образомъ руковод-

ствоваться экономическими соображеніями, выбирая наиболѣе выгодный способъ; таковымъ въ настоящее время считается одинъ изъ химическихъ процессовъ, называющійся **горѣніемъ**.

Процессъ горѣнія состоитъ въ соединеніи составныхъ элементовъ даннаго тѣла съ кислородомъ и, слѣдовательно, горѣніемъ въ общемъ смыслѣ можно назвать всякаго рода окисленія, какъ напримѣръ гніеніе, ржавленіе металловъ и проч.; при послѣднихъ процессахъ происходитъ также соединеніе кислорода съ составными элементами тѣлъ, но соединеніе это происходитъ медленно и сопровождается сравнительно незначительнымъ выдѣленіемъ тепла въ единицу времени. Въ техникѣ горѣніемъ называется быстро происходящее соединеніе кислорода съ элементами тѣлъ, сопровождающееся значительнымъ возвышеніемъ температуры и выдѣленіемъ большаго количества тепла.

Тѣла, которыми пользуются на практикѣ для горѣнія съ цѣлью полученія теплоты, носятъ общее названіе **топлива**; хорошее топливо должно удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: 1) оно должно давать возможно большее количество тепла при наименьшей стоимости; 2) оно должно легко загораться и не должно заключать въ себѣ много влаги и другихъ негорючихъ примѣсей; 3) при перевозкѣ оно не должно крошиться и 4) продукты горѣнія топлива не должны заключать въ себѣ вредныхъ для здоровья элементовъ и не должны оказывать вреднаго вліянія на прочность стѣнокъ приборовъ, въ которыхъ происходитъ сжиганіе топлива.

Въ видѣ топлива чаще всего примѣняются: дерево, торфъ, ископаемые угли (антрацитъ, каменный уголь и лигнитъ), нефть и ея остатки и, въ незначительной мѣрѣ, нѣкоторые сорта газообразнаго топлива; всѣ эти сорта топлива представляютъ собою тѣла сложные, при чемъ главными, полезными для горѣнія, элементами ихъ являются **углеродъ** и **водородъ**. Горѣніе топлива начинается лишь съ того момента, когда оно зажжено, т. е. доведено до такой температуры, при которой происходитъ разложеніе его на составные элементы, способные въ такомъ состояніи вступать въ соединеніе съ кислородомъ; температура эта называется **начальной температурой горѣнія**. Развившаяся при горѣніи первыхъ частицъ топлива теплота способствуетъ разложенію слѣдующихъ частицъ его и такимъ образомъ начавшееся горѣніе продолжается безостановочно до тѣхъ поръ, пока не сгоритъ все топливо, или-же пока не встрѣтятся обстоятельства, способныя прекратить горѣніе.

Такимъ образомъ для горѣнія необходимо, чтобы оно происходило при температурѣ не ниже начальной температуры горѣнія и чтобы къ топливу доставлялся кислородъ въ необходимомъ для горѣнія количествѣ; послѣдній доставляется обыкновенно въ видѣ составной части воздуха.

Образующіяся при горѣнии соединенія называются **продуктами горѣнія**; выдѣляясь при горѣнии, они обыкновенно сопровождаются элементами, не участвовавшими въ горѣнии, образуя вмѣстѣ такъ называемый **дымъ**. Негорючія части топлива остаются въ видѣ порошкообразнаго или твердаго остатка, называющагося въ первомъ случаѣ **золою**, а во второмъ **шлаками**.

Кислородъ можетъ соединяться съ составными элементами топлива въ различныхъ количествахъ; при соединеніи его съ углеродомъ и водородомъ въ наибольшемъ количествѣ — продукты горѣнія получаются въ видѣ углекислоты (CO_2) и воды (H_2O); горѣніе такого рода, при которомъ кислородъ вступаетъ въ соединеніе съ элементами топлива въ наибольшемъ количествѣ, называется **полнымъ горѣніемъ**.

Съ другой стороны, вслѣдствіе неблагоприятныхъ условій, можетъ случиться, что при горѣнии углеродъ будетъ соединяться только съ одной частью кислорода, образуя окись углерода (CO), или-же часть углерода совсѣмъ не соединится съ кислородомъ, выдѣляясь въ видѣ сажки, или-же, наконецъ, часть топлива, не разложившись на составные элементы, будетъ уноситься съ продуктами горѣнія въ видѣ продуктовъ сухой перегонки (смолы и другихъ углеводородовъ); такое горѣніе, при которомъ продукты его могутъ еще вступать въ дальнѣйшее соединеніе съ кислородомъ, называется **неполнымъ горѣніемъ**. Очевидно, что въ первомъ случаѣ произойдетъ наибольшее перемѣщеніе элементовъ, а слѣдовательно и наибольшее развитіе тепла, поэтому при устройствѣ приборовъ для сжиганія топлива необходимо стремиться къ тому, чтобы горѣніе въ нихъ происходило возможно болѣе полное; при неполномъ-же горѣнии, очевидно, происходитъ потеря части полезныхъ для выдѣленія тепла элементовъ.

Неполнота горѣнія можетъ происходить: 1) отъ недостаточно высокой температуры, при которой должно происходить разложеніе топлива и соединеніе элементовъ его съ кислородомъ и 2) отъ притока воздуха въ недостаточномъ для горѣнія количествѣ. Высокая температура требуется прежде всего для разложенія топлива на составные

элементы; при недостаточно высокой температурѣ часть топлива не разложится на составные элементы и, слѣдовательно, не будетъ соединяться съ кислородомъ и не будетъ выдѣлять тепла. Съ другой стороны кислородъ вступаетъ въ полное соединеніе съ элементами топлива только при достаточно высокой температурѣ, въ противномъ-же случаѣ получается или не полное соединеніе, или-же элементы совсѣмъ не соединяются съ кислородомъ и выдѣляются въ чистомъ видѣ, не участвуя такимъ образомъ въ горѣніи. Въ виду этого приборы для сжиганія топлива должны быть устраиваемы такимъ образомъ, чтобы по возможности не происходило охлажденія въ томъ мѣстѣ, гдѣ происходитъ разложеніе топлива и чтобы соединеніе кислорода съ элементами топлива происходило возможно ближе къ мѣсту разложенія топлива, гдѣ сохраняется еще достаточно высокая температура.

При недостаточномъ количествѣ притекающаго воздуха — кислорода его не хватаетъ для полнаго соединенія со всѣми горючими элементами топлива, почему часть этихъ элементовъ не участвуетъ въ выдѣленіи тепла; надо при этомъ имѣть въ виду, что и избытокъ воздуха также вреденъ, такъ какъ, во первыхъ, излишній воздухъ, притекающій къ топливу, бесполезно охлаждаетъ послѣднее и понижаетъ температуру горѣнія, — а во вторыхъ, смѣшавшись съ продуктами горѣнія, — отнимаетъ отъ нихъ часть тепла и уноситъ его въ дымовую трубу. Для полноты горѣнія количество подводимаго воздуха должно быть строго согласовано съ количествомъ горящаго топлива, при чемъ воздухъ долженъ подводиться такимъ образомъ, чтобы онъ возможно полнѣе перемѣшивался съ элементами разложившагося топлива, для болѣе полнаго соединенія съ ними кислорода воздуха.

Теплопроизводительная способность топлива.

Для сравненія разныхъ сортовъ топлива въ экономическомъ отношеніи необходимо знать, кромѣ стоимости топлива, еще количество тепла, развивающееся при его сгораніи. Количество тепла, развивающееся при полномъ сгораніи 1 килограмма топлива, называется его теплопроизводительною способностью; эта способность зависитъ отъ количества углерода и водорода, входящихъ въ составъ даннаго топлива и являющихся главными, полезными для развитія тепла, элементами:

чѣмъ больше этихъ элементовъ въ топливѣ, тѣмъ больше его теплопроизводительная способность; присутствіе въ топливѣ другихъ элементовъ въ большинствѣ случаевъ только мѣшаетъ горѣнію.

По опытамъ Фавра и Зильбермана теплопроизводительная способность чистаго водорода равна 34462 ед. тепла, а чистаго углерода—8080 ед. тепла; такимъ образомъ каждый изъ этихъ элементовъ въ отдѣльности можетъ считаться лучшимъ топливомъ, но примѣненіе ихъ въ этомъ видѣ встрѣчаетъ на практикѣ затрудненія по экономическимъ соображеніямъ, почему они и сжигаются въ видѣ составныхъ частей топлива. При сгораніи сложнаго тѣла происходитъ сначала разложеніе его на составные элементы и превращеніе ихъ въ газообразное состояніе, при чемъ, какъ и при всякомъ разложеніи и при переходѣ тѣла въ газообразное состояніе,—происходитъ поглощеніе нѣкотораго количества тепла; полученные такимъ образомъ элементы вступаютъ затѣмъ въ соединеніе съ кислородомъ, что сопровождается выдѣленіемъ тепла; слѣдовательно, теплопроизводительная способность, являющаяся результатомъ этихъ двухъ явленій, представляетъ собою разность двухъ количествъ тепла: развиваемаго при сгораніи элементовъ топлива и поглощаемаго при разложеніи топлива на его составные элементы и при превращеніи ихъ въ газообразное состояніе. Эти обстоятельства необходимо принимать во вниманіе при точномъ опредѣленіи теплопроизводительной способности топлива.

Существуетъ нѣсколько способовъ опредѣленія теплопроизводительной способности. Наболѣе точный результатъ получается при опредѣленіи ея помощью калориметровъ, въ которыхъ топливо сжигается въ чистомъ кислородѣ, количество-же выдѣляющейся теплоты измѣряется непосредственно, но для практической цѣли способъ этотъ слишкомъ сложенъ, такъ какъ требуетъ продолжительныхъ испытаній при помощи довольно сложныхъ приборовъ; способъ этотъ примѣняется преимущественно при научныхъ изслѣдованіяхъ.

Если извѣстенъ химическій составъ топлива, то его теплопроизводительная способность можетъ быть опредѣлена при помощи расчета, зная теплопроизводительную способность каждаго изъ элементовъ, входящихъ въ составъ даннаго топлива. Способъ этотъ, предложенный Дюлонгомъ, состоитъ въ слѣдующемъ: предположимъ, что при помощи химическаго анализа опредѣлено, что 1 килограммъ даннаго топлива состоитъ изъ $C\%$ углерода, $H\%$ водорода, $O\%$ кислорода и

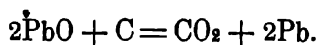
W% гигроскопической воды; весь кислородъ, заключающійся въ топливѣ, Дюлонгъ принимаетъ связаннымъ съ водородомъ въ видѣ воды, вслѣдствіе чего часть водорода не принимаетъ участія въ горѣніи; такъ какъ вода состоитъ изъ 8 частей кислорода (по вѣсу) и 1 части водорода, то полезное для горѣнія количество водорода въ данномъ топливѣ будетъ $H - \frac{0}{8}$ процентовъ; далѣе весь водородъ, сгорая, образуетъ воду, количество которой будетъ $9H\%$; какъ эта, такъ и гигроскопическая, вода уносится вмѣстѣ съ продуктами горѣнія въ видѣ пара, на образованіе одного килограмма котораго, по опытамъ Реньо, расходуется 637 ед. тепла. Зная, что теплопроизводительная способность водорода=34462 ед. т., а для углерода она равна 8080 ед. т., получимъ, что все количество тепла, развивающееся при сгораніи 1 килограмма даннаго топлива, будетъ:

$$f = \frac{C}{100} \times 8080 + \left(\frac{H - \frac{0}{8}}{100} \right) \times 34462 - \left(\frac{9H + W}{100} \right) \times 637 \text{ ед. т. (3)}$$

Опредѣленіе теплопроизводительной способности по способу Дюлонга не даетъ вполне точной величины ея, такъ какъ здѣсь не принимается во вниманіе потеря тепла на разложеніе сложнаго тѣла на составные элементы; получаемая вслѣдствіе этого разница не имѣетъ однако особенно существеннаго значенія при опредѣленіи теплопроизводительной способности топлива для примѣненія его въ технику.

Еще болѣе простой, хотя и менѣе точный, способъ опредѣленія теплопроизводительной способности былъ предложенъ Бертье, который, пренебрегая разностью теплопроизводительной способности углерода и водорода, принималъ, что полезныя для горѣнія части топлива состоятъ только изъ углерода; ошибка, получающаяся при этомъ, не особенно велика, такъ какъ количество водорода въ большинствѣ сортовъ топлива весьма незначительно по сравненію съ количествомъ углерода, да кромѣ того водородъ, сгорая, превращается въ воду, на испареніе которой затрачивается извѣстное количество тепла, что уменьшаетъ количество тепла, получающееся при горѣніи водорода. При способѣ Бертье весь вопросъ сводится, слѣдовательно, къ опредѣленію въ данномъ топливѣ количества углерода. Количество его опредѣляется слѣдующимъ способомъ: превращенный въ порошокъ образецъ испытуемаго

топлива вѣсомъ p килограммовъ смѣшивается съ окисью свинца (PbO) и полученная смѣсь прокаливается въ закрытомъ крышкою тиглѣ до тѣхъ поръ, пока изъ тигля не перестанутъ выдѣляться газы, то-есть пока топливо не перегоритъ; горѣніе топлива происходитъ въ этомъ случаѣ за счетъ кислорода, находящагося въ PbO , при чемъ происходитъ раскисленіе послѣдней и выдѣленіе изъ нея чистаго свинца въ видѣ слитка, остающагося на днѣ тигля, освободившійся-же кислородъ соединяется съ углеродомъ въ CO_2 ; реакція, происходящая при этомъ, можетъ быть выражена слѣдующей формулой:



Такъ какъ вѣсъ пая углерода = 12, а вѣсъ пая свинца = 206,4, то, слѣдовательно, при этой реакціи для освобожденія одного килограмма свинца потребуется $\frac{12}{2 \times 206,4} = \frac{1}{84,4}$ кгр. углерода.

Слѣдовательно, если вѣсъ полученнаго въ тиглѣ слитка свинца = q кгр., то количество углерода въ p килограммахъ испытываемаго топлива будетъ $\frac{q}{84,4}$ кгр., а въ одномъ его килограммѣ — $\frac{q}{84,4 \times p}$ и теплопроизводительная способность испытываемаго топлива будетъ равна $\frac{q}{84,4 p} \times 8080$ ед. т.

Способъ этотъ простъ, удобопримѣнимъ и даетъ, хотя и не вполне точный, но для практической цѣли достаточно близкій къ истинѣ результатъ.

Теплопроизводительная способность общеупотребительныхъ сортовъ топлива дана въ таблицѣ № 2.

Показанная въ таблицѣ № 2 теплопроизводительная способность разныхъ сортовъ топлива опредѣлена по формулѣ, принятой Союзомъ среднеевропейскихъ обществъ для наблюдений за паровыми котлами и имѣющей видъ:

$$I = 81 C + 290 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 25S - 6W, \text{ гдѣ черезъ } S \text{—обозначено процентное содержаніе въ топливѣ сѣры.}$$

При выводѣ этой формулы, представляющей собою преобразованную формулу Дюлонга, принято для упрощенія, что потеря тепла на испареніе воды, образующейся при горѣніи водорода топлива, относится не ко всему водороду топлива, а лишь къ свободному водороду въ количествѣ $H - \frac{O}{8}$; тогда формула Дюлонга приметъ видъ: