

Лукашевич Сильвиуш Болеславович

**Курс отопления и
вентиляции, преподаваемый
в Строительном училище**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-311.8
ББК 84-4
С36

С36 **Сильвиуш Болеславович Л.**
Курс отопления и вентиляции, преподаваемый в Строительном училище /
Лукашевич Сильвиуш Болеславович – М.: Книга по Требованию, 2025. –
146 с.

ISBN 978-5-519-94046-7

ISBN 978-5-519-94046-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2025

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2025

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 первозданном 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.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ЧАСТЬ I.

Техническая Физика.

Въ этомъ отдѣлѣ будутъ рассмотрѣны тѣ явленія и законы физики, знакомство съ которыми необходимо для изученія способовъ отопленія и вентиляціи зданій; большая часть этихъ законовъ и явленій извѣстна изъ элементарной физики, поэтому при рассмотрѣніи ихъ, мы не будемъ останавливаться на теоретическомъ объясненіи, но ограничимся только приведеніемъ формулъ, служащихъ ихъ выраженіемъ, къ виду болѣе удобному для послѣдующихъ вычисленій.

Расширеніе тѣлъ отъ теплоты.

Изъ элементарной физики извѣстно, что почти всѣ тѣла при нагрѣваніи расширяются, причемъ расширеніе прямо пропорціонально температурѣ и коэффициентомъ расширенія тѣла называется увеличеніе единицы начальной его величины, при нагрѣваніи тѣла отъ 0° на 1° .

Соотвѣтственно геометрическимъ элементамъ тѣлъ и коэффициенты будутъ: 1) коэффициентъ линейнаго расширенія, 2) коэффициентъ квадратнаго расширенія и 3) коэффициентъ кубическаго расширенія.

Въ предстоящемъ курсѣ встрѣтятся слѣдующіе вопросы, рѣшаемые на основаніи законовъ расширенія тѣлъ отъ теплоты:

1) По данной величинѣ тѣла при 0° и коэффициенту расширенія найти его же величину при t° и обратно.

2) По данной величинѣ тѣла при t° и коэффициенту расширенія найти его же величину при T° .

3) Дана длина тѣла L_o при 0° и коэффициентъ линейнаго расширенія k , найти длину этого же тѣла при t° .

Единица длины при нагрѣваніи на 1° увеличится на величину k , а при нагрѣваніи до t° , на величину kt ; L_o же единицъ удлинняется въ L_o разъ больше, т. е. на $L_o kt$, поэтому искомая длина тѣла при t° будетъ:

$$L_t = L_o + L_o kt$$

$$\text{или } L_t = L_o (1 + kt). \quad . . \quad (1)$$

Рѣшая же уравненіе относительно L_o , получимъ:

$L_o = \frac{L_t}{1 + kt} . . . (2)$ т. е. по данной длинѣ L_t при t° длина L_o того же тѣла при 0° получится, если L_t раздѣлить на $1 + kt$.

2) Дана длина тѣла L_t при t° и k , найти длину L_T того же тѣла при T .

Вопросъ этотъ на основаніи ур. (1, 2) рѣшается слѣдующимъ образомъ:

Длина L_o даннаго тѣла при 0° по ур. (2) будетъ:

$$L_o = \frac{L_t}{1 + kt} . . . \quad . (a)$$

и за тѣмъ по ур. (1).

$L_T = L_o (1 + kT)$, или, подставляя изъ ур. (a) вмѣсто L_o его величину, получимъ:

$$L_T = L_t \left(\frac{1 + kT}{1 + kt} \right). \quad . . \quad (3).$$

Примѣчаніе. Вопросы, относящіеся до квадратнаго и кубическаго расширенія, рѣшаются на основаніи тѣхъ же формулъ.

Въ таблицѣ № 1, дано значеніе $1 + kt$ для воздуха отъ $T = 1^\circ$ до $T = 2000^\circ\text{Ц}$, при коэффициентѣ кубическаго расширенія $\alpha = 0,003666...$

Примѣчаніе. Хотя болѣе точными изслѣдованіями доказано, что теплоспособность измѣняется съ переменною температурою тѣла, но измѣненіе это столь незначительно, что при большинствѣ вычисленій можно имъ пренебречь, и пользоваться выше приведенною таблицею; исключительные же случаи, когда неточность эта можетъ привести къ замѣтно-ошибочнымъ результатамъ, будутъ указаны ниже.

Измѣреніе температуры.

Устройство большинства приборовъ, употребляемыхъ для измѣренія температуры, основывается на разсмотрѣнномъ нами явленіи расширенія тѣлъ при нагреваніи.

Приборы эти извѣстны подъ названіемъ термометровъ.

Для измѣренія среднихъ температуръ обыкновенно употребляются ртутные термометры со шкалами, дѣленія на которыхъ дѣлаются по Реомюру (собственно Делюку), Цельсію и Фаренгейту.

Въ нашемъ курсѣ мы будемъ считать температуру по шкалѣ Цельсія.

Для измѣренія низкихъ температуръ болѣе удобны спиртовые термометры, такъ какъ ртуть замерзаетъ уже при -39°C . и, приближаясь къ этому предѣлу, правильность расширенія ся представляетъ значительныя отклоненія.

Разсмотрѣнные термометры по простотѣ своего устройства, дешевизнѣ и легкости наблюденій надъ ними занимаютъ первое мѣсто между другими приборами, служащими для этой же цѣли; тѣмъ не менѣе и они имѣютъ недостатки, ограничивающіе въ нѣкоторыхъ случаяхъ ихъ употребленіе; недостатки эти слѣдующіе:

1) Наблюденія съ ними можно дѣлать только въ мѣстѣ открытомъ, доступномъ глазу наблюдателя, между тѣмъ какъ при пиротехническихъ изслѣдованіяхъ часто требуется узнать температуру въ мѣстѣ закрытомъ, напр. въ дымовой трубѣ на далекомъ разстояніи отъ отверстія и проч.

2) Ртутные термометры обладаютъ малою чувствительностью,

поэтому въ тѣхъ случаяхъ, когда нужно производить наблюденія надъ быстрыми измѣненіями температуры, они не могутъ быть употребляемы.

3) Съ помощью ртутныхъ и спиртовыхъ термометровъ, можетъ быть удобно опредѣляема только температура тѣлъ жидкихъ и газообразныхъ; для опредѣленія температуры тѣлъ твердыхъ, они не удобны, такъ какъ трудно достигнуть того, чтобы жидкость, заключенная въ резервуаръ термометра, приняла ту же температуру какъ и твердое тѣло.

Между термометрами, устройство которыхъ основано на явленіи расширенія твердыхъ тѣлъ при нагрѣваніи, удобнѣе другихъ металлическій термометръ Брегета. Существенную часть этого прибора (черт. 1) составляетъ спиральная лента *A*, состоящая изъ спая трехъ разнородныхъ металловъ: платины, золота и серебра, коэффициентъ расширенія которыхъ возрастаетъ отъ платины къ серебру; одинъ конецъ спирали подвѣшивается къ перекадинѣ *B*, къ другому же концу прикрѣпляется стрѣлка,двигающаяся по циферблату съ дѣленіями; если серебро обращено во внутрь спирали, то всякое возвышеніе температуры заставляеть ее развертываться и обратно; стрѣлка, слѣдуя за этими движеніями спирали, показываетъ соответствующую температуру и такъ какъ масса и теплоемкость спирали незначительны, то она быстро слѣдуетъ за измѣненіями температуры окружающей среды. Отсюда мы видимъ, что термометръ этотъ сравнительно съ ртутнымъ обладаетъ большею чувствительностью; всѣ же прочіе недостатки, присущіе ртутному термометру, существуютъ также въ этомъ приборѣ и устраняются только въ такъ называемомъ термоэлектрическомъ термометрѣ Беккереля; этотъ послѣдній приборъ основанъ на общеизвѣстномъ явленіи термоэлектрическихъ токовъ, образующихся въ двухъ разнородныхъ пластинкахъ, спаянныхъ по концамъ (черт. 2), при неодинаковой температурѣ спаевъ.

Если бы сила тока была пропорціональна разности температуръ спаевъ, то, поддерживая одинъ изъ нихъ при посто-

янной температурѣ, помѣщая другой въ среду, температуру которой требуется опредѣлить и измѣряя силу тока при этомъ происходящую, можно было бы прямо находить разность температуръ, а слѣдовательно и искомую; но многочисленные опыты доказали, что такой простой зависимости между силою тока и разностью температуръ спаевъ не существуетъ, и потому мы должны прибѣгнуть къ устройству болѣе сложнаго прибора. На чертежѣ (3) представленъ приборъ въ томъ видѣ, въ какомъ онъ можетъ быть удобнѣе всего употребляемъ для пиротехническихъ наблюдений; приборъ этотъ состоитъ изъ двухъ проволокъ: желѣзной и мѣдной (вмѣсто проволокъ могутъ быть взяты ленты изъ тѣхъ же металловъ), спаянныхъ вмѣстѣ на одномъ концѣ; мѣдная проволока разрѣзана на двѣ части, сообщающіяся съ двумя зажимными винтами гальванометра; спай *F* помѣщается въ то мѣсто, температуру котораго требуется опредѣлить (спай этотъ при измѣреніи температуры внутри твердаго тѣла можетъ быть обдѣланъ въ видѣ иглы), свободные же концы проволокъ въ сосудъ *A*, наполненный до половины ртутью, причемъ вслѣдствіе металлическаго сообщенія между этими концами они играютъ роль другаго спая; въ этомъ же сосудѣ находится еще обыкновенный ртутный термометръ *K* и мѣшалка *L*; внизу подъ сосудомъ помѣщена спиртовая лампа.

При измѣреніи низкихъ температуръ проволоки изолируются шелкомъ или каучукомъ, при болѣе высокихъ онѣ вкладываются въ двойную фарфоровую трубку, состоящую изъ отдѣльныхъ звеньевъ небольшой длины, какъ показано на черт. (4); этимъ послѣднимъ устройствомъ достигается удобосгибаемость части проволокъ, помѣщаемыхъ въ среду, температура которой опредѣляется. Пока температура обоихъ спаевъ одинакова, до тѣхъ поръ тока не будетъ и стрѣлка гальванометра неподвижна; но какъ скоро одинъ изъ спаевъ, положимъ *F*, нагрѣтся, то вслѣдствіе дѣйствія образовавшагося тока стрѣлка прійдетъ въ движеніе; тогда подогрѣвая сосудъ *A*, мы можемъ привести стрѣлку въ прежнее положеніе, что случится только въ то время, когда температура обоихъ спаевъ будетъ опять одинакова, т. е. когда

находящійся въ сосудѣ нагрѣется до температуры спая I' ; причемъ искомую температуру обоихъ спаевъ можемъ опредѣлить съ помощью термометра K , погруженнаго въ ртуть, которая будетъ при той же температурѣ какъ и спай, въ нее опущенный. Мѣшалка служитъ для достиженія болѣе равномернаго согрѣванія ртути. Наблюденія съ этимъ термометромъ производятся слѣдующимъ образомъ: сначала устанавливають стрѣлку гальванометра на нуль, затѣмъ свободный спай вводятъ въ то мѣсто, температура котораго измѣряется, при чемъ стрѣлка быстро отклоняется, тогда, подогревая ртуть въ сосудѣ A , смотря въ мѣстѣ съ тѣмъ на термометрѣ K и въ тотъ моментъ, когда стрѣлка гальванометра прійдетъ къ O , замѣчаютъ показываемую имъ температуру, которая и будетъ исконою. Описанный нами приборъ сложнѣе ртутнаго термометра, но за то онъ имѣетъ слѣдующія преимущества:

1) Имъ можетъ быть измѣряема температура въ мѣстахъ закрытыхъ, такъ какъ намъ вовсе не нужно видѣть согрѣваемый спай.

2) Измѣреніе какъ температуры поверхности, такъ и внутреннихъ частей твердыхъ тѣлъ производится довольно точно. Главный недостатокъ этого прибора тотъ, что ртуть въ сосудѣ A , для того чтобы нагрѣться или охладиться, требуетъ довольно продолжительнаго времени, а потому онъ не можетъ служить для наблюденій при быстрыхъ измѣненіяхъ температуры. Но недостатокъ этотъ легко устраняется слѣдующимъ измѣненіемъ; оба конца проволокъ, которые были опущены въ ртуть, погружаются во все время опыта въ воду съ тающимъ льдомъ, вслѣдствіе чего онѣ поддерживаются при постоянной температурѣ 0° ; затѣмъ, помѣстивши спай F въ испытуемое мѣсто, слѣдятъ за движеніемъ стрѣлки гальванометра и отмѣчаютъ въ соотвѣтствующія времена углы ея отклоненія; послѣ окончанія наблюденій, спай F погружаютъ въ сосудъ M съ согрѣваемой ртутью и замѣчаютъ показанія термометра K , соотвѣтствующія тѣмъ же отклоненіямъ стрѣлки, что и даетъ намъ искомую температуру. Употребленіе разсмотрѣнныхъ нами термометровъ

ограничивается точкою кипѣнія ртути (350°Ц.), поэтому для измѣренія высокихъ температуръ употреблялись сначала такъ называемые пирометры, основанные на измѣненіи величины твердыхъ тѣлъ при нагрѣваніи; приборы эти по неточности своихъ показаній теперь оставлены и измѣреніе высокихъ температуръ производится: 1) воздушнымъ термометромъ, 2) или же на основаніи постоянства точки плавленія тѣлъ и 3) теплоемкости.

Воздушный термометръ въ томъ видѣ, въ какомъ онъ былъ окончательно усовершенствованъ Реньо, состоитъ изъ: (черт. 5) стекляннаго резервуара A , соединеннаго съ колѣнчатою трубкою $BCDE$, служащею манометромъ; колѣно ED снабжено шкалою, въ верхней же части трубки BC находится черта a ; въ точкѣ s приборъ соединенъ съ осушительными трубками H и насосомъ p ; здѣсь же находится кранъ q . Нижняя часть трубки BC помѣщена въ желѣзной оправѣ, снабженной краномъ R такого устройства, что съ помощью его или обѣ трубки могутъ быть соединены, или которая нибудь изъ нихъ открытою; для возможности пользованія этимъ приборомъ должны быть извѣстны: емкость резервуара V , трубки $AB—v$ до черты a при 0° , коэффициентъ кубическаго расширенія стекла резервуара k и трубки k_1 . Наблюденія производятся слѣдующимъ образомъ: прежде всего, отдѣливъ манометръ отъ резервуара, наливаютъ въ него ртути такъ, чтобы она стояла на одномъ уровнѣ въ обоихъ колѣнахъ до черты a , затѣмъ высушиваютъ воздухъ въ резервуарѣ A и, погрузивши этотъ послѣдній въ тающій ледъ, ждутъ пока заключенный въ немъ воздухъ охладится до 0° , тогда завинчиваютъ кранъ q , соединяютъ манометръ съ резервуаромъ, наблюдаютъ высоту барометра H и показаніе термометра t , находящагося возлѣ прибора.

Объемъ воздуха, заключеннаго въ резервуарѣ при $0^{\circ}—V$; воздухъ же, заключенный въ трубкѣ, будетъ при t° и объемъ его $v(1 + k_1 t)$ (по ур. 1), поэтому объемъ его же при 0° (по ур. 2) будетъ $\frac{v(1 + k_1 t)}{1 + \alpha t}$, гдѣ α коэффициентъ кубическаго рас-

ширения воздуха = 0,003666, следовательно объемъ воздуха при 0° во всемъ приборѣ будетъ: $\left(V + \frac{v(1+k_1t)}{1+\alpha t}\right)$, при атмосферномъ давленіи H , а при нормальномъ давленіи въ 760 мм. будетъ: $\left(V + \frac{v(1+k_1t)}{1+\alpha t}\right) \frac{H}{760}$.

Затѣмъ погружаютъ резервуаръ въ среду, температуру которой желаютъ узнать; при этомъ, вслѣдствіе увеличенія упругости воздуха отъ теплоты, ртуть въ колѣнѣ BC понижается; тогда въ открытое колѣно DE приливаютъ столько ртути, чтобы уровень ея въ трубкѣ BC оставался постоянно у черты a ; когда полагаютъ, что воздухъ, заключенный въ резервуарѣ, нагрѣлся до температуры окружающей среды, то измѣряютъ разность высотъ (h') столбовъ ртути въ обоихъ колѣнахъ, высоту барометра H' и температуру наружнаго термометра t'° , тогда, называя искомую температуру среды черезъ T , получимъ емкость резервуара при T'° , а следовательно и объемъ заключеннаго въ немъ воздуха равенъ $V(1+kT)$ объемъ же воздуха при 0° будетъ $V\left(\frac{1+kT}{1+\alpha T}\right)$; объемъ воздуха въ трубкѣ Be , при 0° $V\left(\frac{1+k_1t'}{1+\alpha t'}\right)$; следовательно, весь объемъ воздуха, заключеннаго въ приборѣ $v\left(\frac{1+kT}{1+\alpha T}\right) + \frac{v(1+k_1t')}{1+\alpha t'}$ при давленіи $H' + h'$ и при давленіи въ 760 мм.

$\left(\frac{V(1+kT)}{1+\alpha T} + \frac{v(1+k_1t')}{1+\alpha t'}\right)\left(\frac{H'+h'}{760}\right)$; но количество воздуха съ самаго начала опыта до конца его остается постояннымъ, следовательно и объемъ его при одинаковой температурѣ (0°) и давленіи (760) тоже долженъ остаться постояннымъ, поэтому:

$$\left(V + \frac{v(1+k_1t)}{1+\alpha t}\right) \frac{H}{760} = \left(V\left(\frac{1+kT}{1+\alpha T}\right) + \frac{v(1+k_1t')}{1+\alpha t'}\right) \left(\frac{H'+h'}{760}\right);$$

Замѣтимъ, что въ этомъ уравненіи будетъ только одна искомая неизвѣстная величина T , такъ какъ: V , v , k , k' должны быть опредѣлены предыдущими опытами; H , H' , h' , t' , измѣряются непосредственно во время наблюденія; далѣе для краткости обозначимъ слѣдующіе извѣстные члены чрезъ:

$$A = \left(V + \frac{v(1+k_1t)}{1+\alpha t} \right) \frac{H}{760}; \quad B = \frac{H' + h'}{760}; \quad C = \frac{v(1+k_1t')}{1+\alpha t'},$$

тогда уравненіе приметъ видъ:

$$A = \left(V \left(\frac{1+kT}{1+\alpha T} \right) + C \right) B \text{ отсюда: } V \left(\frac{1+kT}{1+\alpha T} \right) = \frac{A}{B} - C$$

$1 + kT = \left[\left(\frac{A}{B} - C \right) \frac{1}{V} \right] (1 + \alpha T)$, рѣшая ур. относительно T получимъ:

$$T = \frac{\left(\frac{A}{B} - C \right) V}{VK - \alpha \left(\frac{A}{B} - C \right)}.$$

Примѣчаніе. Воздушный термометръ можетъ служить для опредѣленія какъ низкихъ, такъ и высокихъ температуръ; въ послѣднемъ случаѣ резервуаръ долженъ быть фарфоровый (Девилль и Тростъ).

Приборъ этотъ даетъ самыя точныя показанія, но устройство его довольно сложно и употребленіе не всегда возможно, напр. имъ не можетъ быть опредѣлена температура въ дымовыхъ трубахъ съ колѣнами, куда бываетъ весьма затруднительно ввести резервуаръ.

Второй способъ измѣренія высокихъ температуръ основанъ на постоянствѣ точки плавленія, при постоянномъ давленіи; для производства наблюденій по этому способу, мы должны имѣть куски металловъ, температура плавленія которыхъ заранее опредѣлена; въ испытуемое мѣсто ставятъ платиновыя чашечки съ кусками отдѣльныхъ металловъ, за тѣмъ, наблюдая за расплавившимися, опредѣляютъ соотвѣтственную температуру.

Ниже показаны наиболѣе употребительныя для этой цѣли металлы и температура ихъ плавленія:

Антимоній	432° Ц.
Цинкъ	360° »
Свинецъ	334° »
1 часть цинка + 3 ч. свинца	289° »
Висмутъ	250° »