

**Ульрих Владимир Андреевич**

# **К учению об экспирационной воде**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3  
ББК 84-4  
В57

В57 **Владимир Андреевич У.**  
К учению об экспирационной воде / Ульрих Владимир Андреевич – М.: Книга по Требо-  
ванию, 2025. – 39 с.

**ISBN 978-5-519-78233-3**

**ISBN 978-5-519-78233-3**

© 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 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.

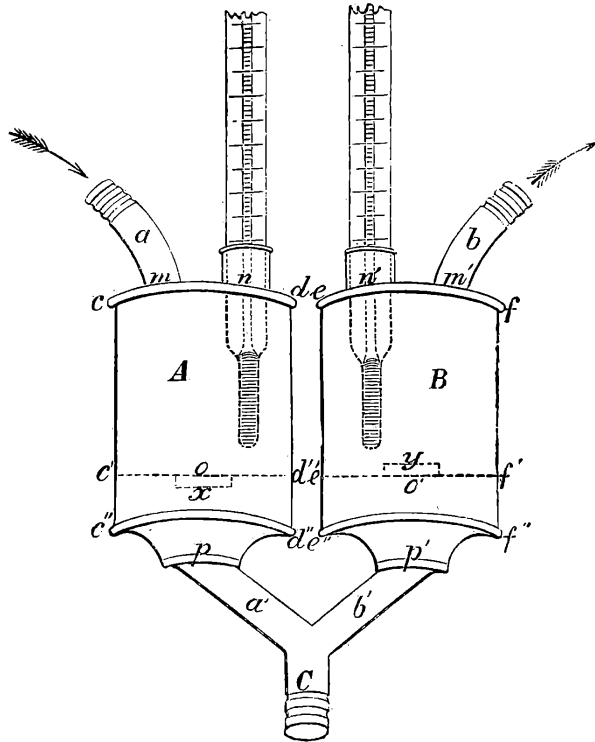


робно ихъ постановку. Для опытовъ служили собаки, по преимуществу большія, здоровыя и молодыя. Животное взвѣшивалось, опредѣлялась температура *in recto*, пульсъ и дыханіе; потомъ собака привязывалась къ операціонному столу, лежа на спинѣ, и ей дѣлалась трахеотомія. Трахеотомія производилась тщательно, почти безъ потери крови; мѣстомъ для введенія дыхательной трубки служилъ разрѣзь 3—4 верхнихъ колець дыхательнаго горла. Дыхательная трубка была стеклянная, изогнутая подъ прямымъ угломъ и по возможности толстая, такъ чтобы она плотно прилегала къ внутреннимъ стѣнкамъ дыхательнаго горла, затѣмъ накладывалась лигатура на трахею въ мѣстѣ, вхожденія въ нее дыхательной трубки, такъ чтобы при актѣ дыханія, какъ вдыхаемый, такъ и выдыхаемый воздухъ, всецѣло проходилъ чрезъ дыхательную трубку. Послѣ трахеотоміи, предъ началомъ опыта, вторично измѣрялась температура, пульсъ и дыханіе.

Для раздѣленія вдыхаемаго воздуха отъ выдыхаемаго, нами были употребляемы два, специально для этого устроенные, прибора, изъ которыхъ какой-нибудь одинъ, глядя по надобности, соединялся посредствомъ гуттаперчевой трубки съ трахеальной канюлей и такимъ образомъ давалъ возможность получать отдѣльно выдыхаемый воздухъ отъ вдыхаемаго.

Вотъ устройство этихъ приборовъ. Приборъ первый, сдѣланный изъ твердаго каучука, состоитъ (фиг. 1) изъ двухъ полыхъ цилиндровъ *A* и *B*, прикрывающихся съ обоихъ концовъ плотно пригнанными на винту крышками *cd*, *c''d''* въ цилиндрѣ *A* и *ef*, *e''f''* въ цилиндрѣ *B*. Въ верхнихъ крышкахъ имѣются четыре отверстія *m*, *n* и *n*<sub>1</sub>, *m*<sub>1</sub>, по два въ каждой, изъ которыхъ два *m* и *m*<sub>1</sub> служатъ для введенія черезъ нихъ въ полость цилиндровъ по тер-

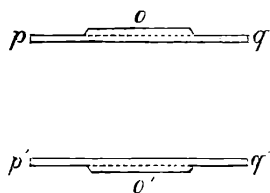
мометру, причемъ термометры сами собою закрываютъ герметически отверстія, черезъ которые вводятся; въ остальные два отверстія ввинчивается по дугообразно



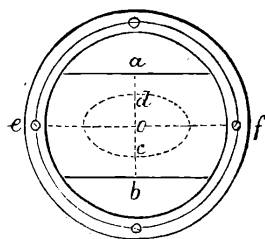
Фиг. 1.

изогнутой трубкѣ, изъ которыхъ одна—*a* служитъ для вхожденія вдыхаемаго воздуха, другая—*b* для выходѣ выдыхаемаго воздуха, какъ это будетъ видно изъ дальнѣйшаго описанія прибора. Нижнія крышки *c''d''* и *e''f''* снабжены по одному отверстию *pp'*, въ которыя вдѣлано по одной изогнутой трубкѣ *a'* и *b'*, которыя, соединяясь вмѣстѣ, образуютъ общую трубку *C*. На полсантиметра отъ нижнихъ крышекъ *c''d''* и *e''f''* имѣются въ каждомъ цилиндрѣ по перегородкѣ *c'd'* и *e'f'*, раздѣляющія каждый цилиндръ на двѣ неравныя части, боль-

шую верхнюю и меньшую нижнюю; каждая перегородка имѣетъ овальное отверстіе  $oo'$ , герметически закрывающееся посредствомъ тонкой эластической перепонки, непроницаемой для воздуха. Въ цилиндрѣ  $A$  перепонка или клапанъ  $x$  прикрѣпляется съ нижней стороны меньшей части цилиндра, а въ цилиндрѣ  $B$ , наоборотъ, клапанъ  $y$  съ верхней, большей части его. Пластины  $pq$  и  $p'q'$  (фиг. 2), закрывающія отверстія  $oo'$ , какъ видно изъ чертежа (фиг. 3), въ ширину  $ab$  въ полтора раза



Фиг. 2.



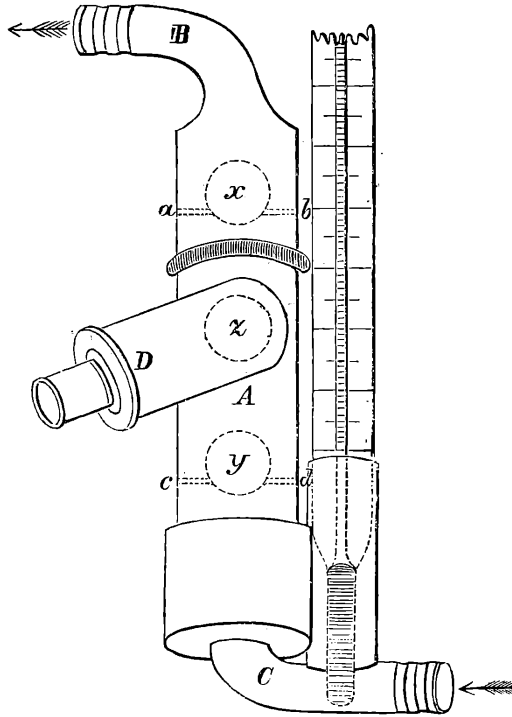
Фиг. 3.

шире діаметра  $cd$ , прикрываемаго ею отверстія  $o$ ; въ длину же онѣ равняются діаметру перегородки  $ef$ ; концы пластинки плотно прикрѣплены посредствомъ кольца къ периферическому краю перегородки.

Теперь объяснимъ дѣйствіе этого аппарата. Трубка  $C$  аппарата (фиг. 1) соединяется посредствомъ гуттаперчевой трубки съ дыхательной трубкой и во время вдыханія мы получимъ разрѣженіе воздуха, какъ въ составляющихъ трубку  $C$ —трубкахъ  $a'$  и  $b'$ , такъ равно и въ частяхъ цилиндровъ ниже перегородокъ  $c'd'$  и  $e'f'$ . Вслѣдствіе неравномѣрнаго давленія клапанъ  $x$  откроется, а клапанъ  $y$  прижметъ собою еще болѣе закрываемое имъ отверстіе. Наоборотъ, при выдыханіи, т. е. при увеличеніи давленія въ вышеозначенныхъ частяхъ прибора, получимъ обратное дѣйствіе, т. е. клапанъ  $x$  закроется, а клапанъ  $y$  откроется. Теперь понятно, что

через трубку *a* будет входить *вдыхаемый* воздух, а через трубку *b* выходить *выдыхаемый* воздух.

Приборъ второй, сдѣланный изъ металла, состоитъ изъ одной цилиндрической трубки (фиг. 4), концы ко-



Фиг. 4.

торой нѣсколько сжаты и изогнуты почти подъ прямымъ угломъ въ противоположныя стороны. Трубка эта имѣетъ двѣ перегородки *ab* и *cd*, которыя раздѣляютъ ее на три части *A*, *B* и *C*; каждая изъ этихъ перегородокъ имѣетъ посрединѣ круглое отверстіе, закрывающееся нижнимъ сегментомъ шарика (діаметръ котораго въ полтора раза больше діаметра отверстія), сдѣланнаго изъ сухаго, легкаго (липоваго) дерева; въ средней части (*A*) трубки сдѣлано отверстіе *Z*, въ которое ввинчивает-

ся трубка *D*, соединяющаяся посредством каучуковой трубки съ трахеальной. Когда весь приборъ находится въ вертикальномъ положеніи, тогда шарики *x* и *y* плотно прилегаютъ и герметически закрываютъ отверстія, имѣющіяся въ перегородкахъ *ab* и *cd*. Во время вдыханія, воздухъ, находящійся въ средней части трубки *A*, разрядится, а потому, вслѣдствіе неравнобѣрнаго давленія, шарикъ *x* плотнѣе приляжетъ къ краямъ закрываемаго имъ отверстія, а шарикъ *y*, вслѣдствіе давленія воздуха снизу, поднимется и дастъ возможность вхожденію воздуха черезъ трубку *C*, почему послѣдняя названа нами вдыхательнымъ концомъ трубки; наоборотъ, при выдыханіи, воздухъ въ средней части трубки *A* сгустится, давленіе его увеличится, почему шарикъ *y* закроетъ отверстіе въ перегородкѣ *cd*, а шарикъ *x* поднимется и тѣмъ откроетъ доступъ для выдыхаемаго воздуха черезъ отверстіе въ перегородкѣ *ab* и черезъ верхнюю часть трубки *B*, которая поэтому будетъ называться *выдыхательнымъ концомъ аппарата*.

Выдыхаемая влага задерживалась помощію *хлористаго кальція* и опредѣлялась взвѣшиваніемъ послѣдняго. Хлористый кальцій приготавлился для этой цѣли пористымъ, въ небольшихъ кускахъ, величиною отъ горошины до лѣснаго орѣха. Обыкновенно брался продажный хлористый кальцій, растворялся въ водѣ, профильтровывался и выпаривался; подъ конецъ выпариванія растворъ постоянно помѣшивался стеклянной палочкой, отчего выпаренная масса представляла пористое строеніе, потомъ эта масса измельчивалась въ куски и снова подвергалась дѣйствію жара, чтобы окончательно вытѣснить оставшуюся въ ней воду; далѣе вся эта масса всыпалась въ Вульфову стеклянку, черезъ которую въ теченіи сутокъ пропускалась струя углекислаго газа.

По прошествіи сутокъ стеклянка эта вмѣстѣ съ хлористымъ кальціемъ взвѣшивалась и снова подвергалась на нѣсколько часовъ дѣйствію углекислоты; если послѣ того вѣсъ ея не увеличивался, что указывало на отсутствіе ѣдкаго кальція, тогда хлористый кальцій считался пригоднымъ для употребленія. Такимъ образомъ приготовленнымъ хлористымъ кальціемъ наполнялись двугорлыя четырехъунцовыя Вульфовы стеклянки, по возможности съ широкими горлами, чрезъ которыя герметически плотно вставлялись двѣ изогнутыя подъ прямымъ угломъ стеклянныя трубки, изъ которыхъ конецъ одной доходилъ до дна сосуда, а другой проходилъ только горло стеклянки. Рядъ такихъ стеклянокъ, соединенныхъ между собою помощью гуттаперчевыхъ трубокъ такъ, что конецъ длинной трубки одной стеклянки соединялся съ концомъ короткой трубки другой и составлялъ приборъ для поглощенія водяныхъ паровъ. Опытъ показалъ, что для полного поглощенія всей влаги требовалось отъ 8 до 9 стеклянокъ въ такомъ ряду, причемъ въ трехъ, четырехъ послѣднихъ стеклянкахъ обыкновенно получалось отъ 0,001 до 0,01 граммовъ воды; иногда же при медленномъ дыханіи животнаго вѣсъ послѣднихъ двухъ, трехъ стеклянокъ не увеличивался, что показывало, что воздухъ, дошедшій до нихъ, абсолютно терялъ всю влагу; но такъ какъ, съ одной стороны, всякая лишняя стеклянка въ аппаратѣ увеличивала препятствіе для прохожденія выдыхаемаго воздуха, съ другой, незначительное количество влаги, оставшееся въ выдыхаемомъ воздухѣ при прохожденіи его черезъ первыя стеклянки аппарата, заставили насъ ограничиться только семью стеклянками, рискуя при этомъ быть неточными на какую-нибудь 0,01 грамма, что въ нашихъ опытахъ не составляло

особенной важности, за то этимъ мы значительно уменьшили препятствіе. Кромѣ того первую стеклянку этого аппарата мы не наполняли хлористымъ кальціемъ, оставляли пустой и только охлаждали ее снаружи, чѣмъ еще болѣе уменьшали препятствіе. Изъ опытовъ мы видѣли, что почти вся влага задерживалась первыми тремя стеклянками, въ остальныхъ же, въ общей сложности, получалось отъ 0,05 до 0,2 грамма воды. Последняя стеклянка, замыкающая аппаратъ, была трехгорлая, въ среднее горло которой вставлялся термометръ для опредѣленія температуры проходящаго воздуха предъ вступленіемъ его въ газоизмѣритель. Передъ началомъ опыта каждая стеклянка этого аппарата взвѣшивалась отдѣльно на точныхъ вѣсахъ, чувствительность которыхъ равнялась 0,0005 грамма.

Объемъ выдыхаемаго воздуха опредѣлялся посредствомъ газовыхъ часовъ Эльстера, весьма чувствительныхъ и точныхъ, устройство которыхъ мы здѣсь не находимъ нужнымъ описывать, только упомянемъ, что они измѣряютъ объемъ воздуха въ кубическихъ футахъ и опредѣляютъ количество пройденнаго черезъ нихъ воздуха съ точностью до  $\frac{1}{1200}$  части кубическаго фута.

И такъ весь нашъ аппаратъ, воспринимающій вдыхаемый воздухъ, опредѣляющій его количество и задерживающій влагу, состоялъ: во 1-хъ, изъ прибора, отдѣляющаго вдыхаемый воздухъ отъ выдыхаемаго; во 2-хъ, изъ ряда Вульфовыхъ стеклянокъ съ хлористымъ кальціемъ, соединенныхъ между собою, задерживающихъ воду и, наконецъ, въ 3-хъ, изъ газовыхъ часовъ Эльстера, опредѣляющихъ количество выдыхаемаго воздуха. Всѣ эти части аппарата связывались между собою гуттаперчевыми трубками.

Понятно, что весь этотъ аппаратъ долженъ былъ

представлять нѣкоторое препятствіе для выдыханія, но препятствіе это, безъ котораго обойтись невозможно, было, на сколько возможно, уменьшено, такъ что мы, дѣлая надъ собою опыты, были въ состояніи безъ особаго утомленія дышать этимъ аппаратомъ въ теченіи 10 минутъ. Для вдыханія обыкновенно служилъ комнатный или внѣшній воздухъ, послѣдній чаще. Во всякомъ случаѣ, разъ опытъ начинался съ вдыханія внѣшняго воздуха, то онъ такимъ образомъ и оканчивался и ни разу не допускалось, чтобы животное во время одного и того же опыта дышало попеременно, то комнатнымъ, то внѣшнимъ воздухомъ: этимъ мы старались избѣжать разницы во влажности того и другого воздуха, которое иногда бывало довольно значительно.

Внѣшній воздухъ получался чрезъ стеклянную трубку, вдѣланную въ оконную раму, одинъ конецъ которой находился въ соприкосновеніи съ внѣшнимъ воздухомъ, а другой, съ помощью гуттаперчевой трубки, соединялся съ вдыхаемой трубкой нашего аппарата. Когда вдыхаемый воздухъ надо было подогрѣвать, то онъ, раньше чѣмъ поступить въ дыхательный аппаратъ, проходилъ черезъ стеклянную трубку, нагрѣваемую снаружи газовыми горѣлками, число которыхъ доходило до 20; уменьшая или увеличивая послѣднія, можно было получить нагрѣваніе, проходящаго черезъ эту трубку воздуха, до желаемой температуры.

Наши газовые часы, какъ сказано было выше, измѣряли объемъ, прошедшаго черезъ нихъ воздуха, въ кубическихъ футахъ, причемъ температура его, при вхожденіи въ газовые часы, обыкновенно равнялась внѣшней комнатной температурѣ и колебалась между 17 и 20° Ц.; но такъ какъ температура выдыхаемаго воздуха была

выше, а слѣдовательно и объемъ его больше, то для опредѣленія этого первоначальнаго объема воздуха мы пользовались слѣдующей формулой

$$V' = \frac{V(1 + 0,00366 \frac{t'}{t})}{1 + 0,00366 \frac{t'}{t}},$$

гдѣ  $V'$  обозначаетъ объемъ воздуха, который онъ имѣетъ тотчасъ по выходѣ изъ легкаго;  $V$  — объемъ его, показанный газовыми часами;  $t'$  — температуру выдыхаемаго воздуха;  $t$  — температуру воздуха предъ вхожденіемъ его въ газовые часы; 0,00366 — коэффициентъ расширенія воздуха.

Для большей наглядности нашихъ таблицъ и единства измѣренія, мы объемъ выдыхаемаго воздуха переводили изъ кубическихъ футовъ въ кубическіе сантиметры, причемъ полагали 1 кубич. футъ равнымъ 28315,29 кубич. сантиметрамъ.

Каждая порція выдыхаемаго воздуха, которую мы брали для опредѣленія въ ней количества воды, равнялась 10 куб. фут. при комнатной температурѣ, т. е. отъ 17 до 20° Ц. и при предполагаемомъ барометрическомъ давленіи равнымъ 760 миллиметрамъ ртутнаго столба. Если при 17° температурѣ и 760 миллиметрахъ барометрическаго давленія объемъ выдыхаемаго воздуха равнялся 10 куб. фут., или 283152,9 куб. сант., то вычисляя по вышеизложенной формулѣ при 35° температурѣ и 760 мм. давленія онъ будетъ равенъ 300431,9 куб. сантиметра.

Такъ какъ объемъ выдыхаемаго воздуха подъ вліяніемъ измѣненія температуры его и подвергается измѣненію, но это послѣднее было не особенно велико, то мы и приняли за норму 300.000 куб. сант., по которой и производили дальнѣйшій расчетъ, т. е. сколько нужно воды для полнаго насыщенія этого объема при извѣст-

ной температурѣ и сколько мы получили его путемъ опыта для этого же объема.

Первое вычисленіе мы производили по слѣдующей формулѣ:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Вѣсъ водянаго пара, потребна-} \\ \text{го для насыщенія 1 куб. сант.} \end{array} \right\} = 0,623 \frac{0,001293}{1 + 0,00366 \cdot t} \cdot \frac{e'}{760},$$

гдѣ 0,623 есть удѣльный вѣсъ водянаго пара; 0,001293— вѣсъ 1 куб. сант. воздуха при 0 и 760 мм. барометрическаго давленія;  $t$ — температура,  $e'$  — упругость пара при температурѣ  $t$ ; 0,00366 коэффиціентъ расширенія воздуха и 760 — барометрическое давленіе.

Для примѣра сдѣлаемъ вычисленіе, сколько вѣситъ водяной паръ, потребный для насыщенія 1 куб. сант. при  $t = 40^\circ$  и 760 мм. барометрическаго давленія; тогда въ вышеприведенной формулѣ, подставивъ вмѣсто  $t$  — 40, вмѣсто  $e'$  — число соотвѣтствующее упругости пара при  $t = 40$ , т. е. 54,906 <sup>1)</sup>). Найдемъ, что 1 куб. сант. пара при  $t = 40$  вѣситъ 0,0000511 грамма, а 300.000 куб. сант. вѣсятъ 15,33 грамма.

Второе вычисленіе, т. е. сколько мы получили изъ опыта водяныхъ паровъ на 300.000 куб. сант., также объяснимъ примѣромъ.

Положимъ при  $t$ , выдыхаемаго воздуха, = 40, черезъ газовые часы прошло 10 куб. фут. воздуха при  $t = 20$  и въ этомъ количествѣ опредѣлено 12,211 граммовъ воды.

По первой формулѣ:

$$V = \frac{V(1+0,00366 \cdot t)}{1+0,00366 \cdot t}$$

опредѣлимъ первоначальный объемъ воздуха при  $t = 40$ , онъ будетъ = 10,68207 куб. фут., или 302465,9 куб. сантиграмма.

<sup>1)</sup> Таблица Реньо (Физика Петрушевскаго).