

11-28

Серія докторскихъ диссертаций, допущенныхъ къ защитѣ въ ИМПЕРАТОРСКОЙ Военно-Медицинской Академіи въ 1901—1902 учебномъ году.

115048

№ 61.

**КЪ МЕТОДИКЪ**  
**ОПРЕДѢЛЕНІЯ ТЕПЛООБМѢНА**  
 МЕЖДУ  
**ЧЕЛОВѢЧЕСКИМЪ ОРГАНИЗМОМЪ**  
 И  
**ВОДЯНОЙ ВАННОЙ.**

**ДИССЕРТАЦІЯ**  
 НА СТЕПЕНЬ ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ  
**В. Н. ПЕСКОВА.**

Изъ клиники діагностики и общей терапіи проф. Яновскаго.

Поворотами диссертации по порученію конференціи были: Профессоръ М. В. Яновскій, Профессоръ С. Я. Терешивъ и приватъ-доцентъ Г. Ю. Явейвъ.

64778



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Морского Министерства, въ Главномъ Адмиралтействѣ.

1902.

115.888  
11-28

Серія докторських дисертацій, допущенихъ къ защитѣ въ ИМПЕРАТОРСКОЙ Военно-Медицинской Академіи въ 1901—1902 учебномъ году.

№ 61.

БИБЛИОТЕКА  
Харьковскаго Медицинскаго  
№ 5048  
Шифр

1-119 2012

КЪ МЕТОДИКѢ

ОПРЕДѢЛЕНІЯ ТЕПЛООБМѢНА

МЕЖДУ

ЧЕЛОВѢЧЕСКИМЪ ОРГАНИЗМОМЪ

ПРОВЕРЕН  
193

И

ВОДЯНОЙ ВАННОЙ.

3785

ДИССЕРТАЦІЯ

НА СТЕПЕНЬ ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ

В. Н. ПЕСКОВА.

ПРОВЕРЕН

Изъ клиники діагностики и общей терапіи проф. Яновскаго.

Цензорами диссертаціи по порученію конференціи были: Профессоръ М. В. Яновскій, Профессоръ С. Я. Терешинъ и приватъ-доцентъ Г. Ю. Яновичъ.

Библиотека-Читальня 4636

Имп. № НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА 1-го Харьк. Мед. Института

Мат. кн. № 14725  
Шифр. посл. 17 "Котлет" 28

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Исраучен  
1908 г.

Типографія Морского Министерства, въ Главномъ Адмиралтействѣ.

1902.

1950  
Переучет-60

7 - Мая 2012

Докторскую диссертацию лекаря Владимира Николаевича Пескова под заглавием: «Къ методикѣ опредѣленія теплообмена между человѣческими организмомъ и воздухомъ ваиной», печатать разрешается, съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи было представлено въ Конференцію ИМПЕРАТОРСКОЙ Военно-Медицинской Академіи 400 экземпляровъ диссертации (125 экземпляровъ диссертации и 300 отдѣльныхъ оттисковъ краткаго резюме (выводовъ))—въ конференцію и 275 экземпляровъ диссертации—въ академическую бібліотеку).

С.-Петербургъ, Марта 16 дня 1902 года.

Ученый Секретарь, Ординарный Профессоръ А. Дивинъ.

НАЧ. КАБ. ПЕД. АКАД.

Человѣкъ принадлежитъ къ числу животныхъ съ постоянной температурой тѣла, и температура эта удерживается на опредѣленной высотѣ съ замѣчательнымъ постоянствомъ почти независимо отъ климата, расы, возраста и пола. Колебанія зависящія отъ этихъ условій крайне невелики и опять всетаки не переходятъ извѣстныхъ строго опредѣленныхъ границъ minimum'a и maximum'a.

Даву \*) намель, что подь тропиками температура тѣла у людей на 0,5° С. выше, чѣмъ у живущихъ въ умѣренномъ климатѣ, а у этихъ послѣднихъ на 0,2° С. выше, чѣмъ у живущихъ въ арктическихъ странахъ. Voileau и Pinkerton изслѣдуя до 4000 субъектовъ, живущихъ въ разныхъ полахъ земного шара, нашли еще меньшую разницу не превосходящую даже 0,5° С. Въ холодное зимнее время температура тѣла человѣка только на 0,1—0,3° С. ниже температуры тѣла въ самые жаркіе лѣтніе дни. Различныя расы людей не даютъ разницы въ температурѣ тѣла, и кровь чукчи, лопаря и самоѣда не холоднѣе крови малайца или индуса. Полъ имѣетъ тоже мало значенія, такъ какъ здѣсь разница ceteris paribus не достигаетъ 0,3° С. Возрастъ играетъ уже большую роль, но и въ этомъ случаѣ разница т-ры всего только до 0,5° С. между крайними возрастами старика 60-ти лѣтъ и новорожденного ребенка.

Нѣкоторыя другія причины измѣняютъ т-ру тѣла, но всетаки незначительно. Напримѣръ, пищевареніе даетъ повышеніе т-ры на 0,2—0,5° С., голоданіе понижаетъ т-ру тѣла на 0,3—0,5° С. (Lichtenfels и Frölich)—конечно, если голоданіе не вызываетъ еще рѣзкихъ измѣненій въ жизнедѣятельности организма.

Нѣкоторые яды повышаютъ т-ру тѣла, другіе повышаютъ ее. Къ первымъ принадлежатъ всѣ antipyretica, alcohol, anethetica,

\*) Landois стр. 485.

Мед. Институтъ  
НАЧ. КАБ. ПЕД. АКАД.

digitalis и вообще всё вещества увеличивающія теплоотдачу. Ко вторымъ принадлежатъ стрихнинъ, кофеинъ, вератринъ и многія бактерійные яды.

Периодическія суточные колебанія т-ры представляютъ постоянное явленіе и разниця здѣсь достигаетъ уже 1°С. Максимумъ т-ры приходится между 5—8 вечера, а минимумъ между 2—6 утра.

Для средней, высшей и низшей, разные авторы, измѣряя т-ру in axilla нашли слѣдующія данныя.

	Maximum.	Minimum.
Bärensprung . . .	37,43	36,31
Davy . . . . .	37,17	36,44
Hallmann . . . .	37,36	36,63
Gierse . . . . .	37,50	36,81
Jürgensen . . . .	37,50	36,40
Jäger . . . . .	37,50	36,70
Liebermeister . .	37,25	36,50
Wunderlich . . . .	37,35	36,60

Изъ всего вышесказаннаго очевидно, что по какимъ то причинамъ человѣческой организмъ имѣетъ необходимость поддерживать свою т-ру на определенной высотѣ и допускаетъ въ здоровомъ состояніи лишь незначительныя колебанія, несмотря на измѣненія окружающей среды и внутреннихъ условий.

Вслѣдствіе этого термометрія человеческого тѣла приобрѣла сразу громадное значеніе для медицины, какъ методъ дающій возможность почти съ математической точностью судить о состояніи организма. Благодаря температурнымъ измѣреніямъ были получены типическія кривыя хода т-ры при разныхъ лихорадочныхъ болѣзняхъ.

Постоянство т-ры тѣла человѣка даетъ право говорить, что человѣческой организмъ обладаетъ способностью регуляціи, такъ какъ теплоотдача несомнѣнно измѣняется въ зависимости отъ окружающихъ условий, между тѣмъ какъ т-ра тѣла остается все таки постоянной, такъ что человѣка можно сравнить съ термостатомъ установленнымъ на температуру съ колебаніями между 36,5—37,5° С.

Теплообразование и теплоотдача въ человеческомъ тѣлѣ и ихъ взаимная связь и зависимость представляютъ изъ себя то, что называется теплообмѣномъ человѣка. Изслѣдовать теплообмѣнъ еще важнѣе, чѣмъ т-ру тѣла, такъ какъ послѣдняя есть лишь частичное выраженіе тепловыхъ явленій организма—извѣстный условный знакъ, и не даетъ еще понятія о теплообмѣнѣ, опредѣлить который можно только производя калориметрическія наблюденія, надъ теплоотдачей и теплообразованіемъ въ тѣлѣ.

Для калориметрическихъ изслѣдованій существуетъ два пути опредѣлить теплопроизводство человѣка: 1) методъ косвенный по даннымъ обмѣна веществъ и 2) методъ непосредственный калориметрической въ буквальномъ смыслѣ слова.

Оставляя въ сторонѣ выгодныя и невыгодныя стороны косвеннаго метода, надо сказать, что пользуясь имъ предполагается, что существуетъ постоянство соотношеній между обмѣномъ веществъ и теплопроизводствомъ. Такого постоянства быть не можетъ потому, что при окисленій или распадѣ изомерныхъ веществъ при одномъ и томъ же обмѣнѣ веществъ теплопроизводство можетъ быть неодинаково. Во вторыхъ только съ нѣкоторымъ приближеніемъ можно опредѣлить, какіе изъ введенныхъ въ организмъ веществъ еще циркулируютъ въ немъ, а какіе уже распались. Если бы можно было поставить опытъ такъ, чтобы изслѣдуемое животное въ началѣ и концѣ опыта было бы одного вѣса не измѣнило бы своего состава, и находилось бы въ азотистомъ равновѣснн въ продолжительномъ времени—только тогда бы можно было получить идентичныя данныя при опредѣленнн теплопроизводства прямымъ и косвеннымъ путями.

Поэтому большинство изслѣдователей находили нѣкоторую разницю въ данныхъ полученныхъ тѣмъ и другимъ методомъ;—впрочемъ разниця эта дѣлается все меньше и меньше, по мѣрѣ усовершенствованія технической стороны методики способовъ опредѣленія теплопроизводства человѣка.

Для калориметрическихъ изслѣдованій, вообще имѣются 4 наиболѣе употребительные способа: 1) способъ смѣшенія 2) способъ таянія льда 3) способъ охлажденія и 4) способъ парового калориметра. Всѣ эти 4 способа нашли себѣ примѣненіе для изслѣдо-

вания теплообмена у человека, как мы это увидим из ниже-  
следующего описания калориметров \*)).

Для определения теплообразования прямым путем существует много разнообразных приборов, но все их можно разделить на две большие категории: 1-ая категория—калориметры определяющие весь теплообмен и 2-ая категория калориметры определяющие большую или меньшую часть теплообмена.

1-ая категория в свою очередь может быть разделена на 2 группы: а) калориметры с постоянной температурой и б) калориметры с переменной температурой.

В калориметрах с постоянной т-рой, т-ра поддерживается или таянием льда или испарением жидкости, или же снятием соответствующего количества тепла. По количеству растаявшего льда или испарившейся жидкости мы можем определить в каждом случае теплопроизводство.

#### А. Калориметры определяющие весь теплообмен.

а) Калориметры с постоянной т-рой.

1) Калориметр Lavoisier и Laplace'a—теплоотдача определяется здесь по количеству растаявшего льда. Способ этот дает больше ошибки, так как из воды от таяния примешивается еще вода получающаяся от сгущения выдыхаемых животным паров.

2) Калориметр Rosenthal'a состоит из двух вложенных один в другой ящиков. Во внутреннем помещается животное, а между стенками обоих ящиков наливается ацетиальдегид, кипящий при 21°С. Весь аппарат погружается в воду т-ра, которой близка к точке кипения ацетиальдегида.

При таких условиях все тепло выделяемое животным пойдет на превращение данной жидкости в пары, которые собираются в приемник и количество полученной жидкости служит указателем тепла отданного животным аппарату.

3) Калориметр d'Arsonval'a состоит из двух вложенных друг в друга цилиндров. Пространство между стенками их

\*) Описание калориметров взято мною из диссертации д-ра Ляхчева.

наполнено водою. В это пространство ведут 2 отверстия: нижнее для притока холодной воды и верхнее для оттока воды вытесненной. В этом пространстве проходит 2 змеевика: один для пропуска выходящего из аппарата воздуха, а второй наполненный нефтью и идущий к регулятору.

При нагревании нефть расширяется, давит на упругую перепонку в регуляторе и таким образом открывает кран для притока холодной воды. При охлаждении объем нефти уменьшается и кран закрывается, холодная вода перестает притекать. Количество тепла выделенное животным определяется количеством вытесненной воды. Чтобы получить непрерывную кривую теплоотдачи d'Arsonval направил воду выходящую из калориметра в особый счетчик Marey'a. Чтобы уничтожить теплоотдачу всего аппарата d'Arsonval поместил весь свой калориметр еще в двустенный цилиндр, между стенками которого налита вода, автоматически поддерживающаяся на определенной т-ре. В таком аппарате ошибки могут происходить от 2-х причин: 1) от испарения воды и во вторых, от того, что калориметр окружен предохранительным аппаратом только со боков, а не сверху. Ошибки сам автор определяет в 2%—3% и считает такие результаты более чем удовлетворительными.

Нижеследующие калориметры той же категории и группы представляют приборы в которых охлаждение происходит в окружающую среду путем лучеиспускания. Этот метод представлять из себя разновидность метода называемого в физике «калориметрическим методом охлаждения» (по скорости охлаждения).

4) Прибор Nipn'a является наиболее простым представителем таких калориметров. Nipn заставлял человека ходить по топчану, помещенному под деревянным колоколом и следил за т-рой под колоколом. Т-ра, конечно, поднималась, но затѣм наступал момент, когда т-ра становилась постоянной, т. е., когда человек выделял тепла столько же, сколько колокол терял лучеиспусканием в окружающую среду. Чтобы определить это количество тепла, удаляли человека из под колокола и зажигали там газовый рожок с тем расчетом, чтобы получить

ту же постоянную т-ру. что при опыте с человеком. Такой способ исследования, конечно, может дать лишь приблизительные данные.

5) D'Arsonval предложил калориметр, состоящий из большого медного двустенного колокола, под которым помещается человек. Пространство между стенками закрыто герметически и наполнено воздухом. Колокол этот на блоках может подниматься и опускаться, причем при опускании нижним краем входит в желобок наполненный глицирином—таким образом пространство под колоколом изолируется от внешней среды. Междуствнное пространство этого колокола соединяется с U—образным манометром, другое колено которого сообщается с другим герметически закрытым и наполненным воздухом сосудом. Получается таким образом дифференциальный термометр. Если в большом масштабе. По манометру можно судить о разности т-ры между калориметром (колоколом) и сосудом, а так как согласно закону Ньютона, этой разности пропорциональны тепловые потери калориметра, то по высоте стояния манометра можно судить о количестве тепла воспринимаемого калориметром, при условии, что он установился в равновесии. Для вентиляции вводился воздух через верхнюю трубку, выходит же через трубку внизу аппарата. Такого рода прибор дает много неточностей зависящих от 5-ти причин: 1) Взаимие вентиляционного воздуха. 2) Охлаждение аппарата через соприкосновение с полом помещения. 3) Неполное равенство т-ры среды, окружающей калориметр и т-ры воздуха в сосудах. 4) Изменение степени лучеиспускания тепла в зависимости от изменения поверхности калориметра (наприм. осблдане шчи). 5) Движение воздуха в комнате.

6) Rubner пользовался следующим прибором. Медный двустенный ящик с животным внутри помещается в другой медный же ящик и вместе с ним погружен в ванну наполненную водой. В ванне помещается еще 4 замкнутые сосуда, сообщающиеся трубками между собой и с особым прибором записывающим объем воздуха этих сосудов. С таким же записывающим прибором соединено междуствнное пространство медного ящика. Вода в ванне подогревается и благодаря регуляции т-ра автоматически поддерживается на одном уровне. Записываются

таким образом 2 кривых: 1) объема воздуха междуствнного пространства и 2) объема воздуха 4-х коррекционных сосудов. Вычитая из первой вторую, мы получим величину, по которой можем судить о разнице т-ры калориметра и окружающей среды. Ошибки в таком приборе доходят до 3%.

b) Калориметры с постоянной температурой.

Большинство таких калориметров—водные; основаны они на методе называемом в физике «методом смещения».

1) калориметр Dulong'a (почти такой же Despretz) состоит из 2-х концентрических металлических ящиков. Во внутренней из них помещается животное. Пространство между этими ящиками наполнено водой. Через верхнюю крышку проходят 2 трубки для обмена воздуха, при чем выводная трубка переходит в змеевик, помещенный с междуствнным пространств, и затем уже выходит наружу. В междуствнном пространств помещены 2 термометра: 1 сверху, другой внизу; кроме того там же имеются мшшалки для перебивания воды. Входящий и выходящий воздух проходит через газометры. Dulong вел опыты так, чтобы в первую половину опыта т-ра калориметра была бы ниже окружающей среды, а во вторую выше ее т-ры (метод Rumford'a). Чтобы не вводить поправки на испарение воды воздух предназначенный для вентиляции насыщался водяными парами и предварительно пропускался через раствор йодной щелочи, чтобы удалить углекислоту.

2) D'Arsonval пользовался воздушным калориметром представляющим из себя 2 колокола вложенных один в другой причем наружный нижним краем касается пола, а внутренней, не доходящий до пола, на верху кончается трубой. Оба эти колокола соединены между собой и оба вместе поднимаются на блоках. Под колокол становится человек, тогда воздух нагревается, выходит через трубу вверх, а новый воздух притекает через междуствнное пространство, и омывая стоячаго под колоколом человека, выходит через верхнюю трубу. В труб этой установлен чувствительный анемометр. Принимая во внимание т-ру комнаты, барометрическое давление и зная число оборотов анемометра, можно определить количество тепла отдляемое человеком находящимся под колоколом.

3) Калориметр Пашутина (описан в диссертации Костюрина) послужил образцом для калориметра, которым пользовался д-р Лихачев; д-р Лихачев увеличил размеры калориметра и произвел в нем некоторые изменения. Калориметр д-ра Лихачева состоит из большого двустенного цилиндра с выдвинутым дном и крышкой. Между стенками наливается вода.

Весь калориметр поддерживается на подставке и окружен кожухом. Между кожухом и двустенным цилиндром находится воздух. В верхней части внутреннего цилиндра находится трубка, идущая мѣвником в междустенном пространстве и затѣм уже выходит наружу—эта трубка для воздуха выходящего из внутреннего цилиндра. В одном мѣсте наверху имеется отверстие, через которое в калориметр входит человек. Отверстие это герметически закрывается и затѣм уже междустенное пространство наполняется водою. Перемѣшание воды производилось пропусканием через воду воздуха, прогоняемым в междустенном пространстве снизу вверх. Т-ра измерялась в междустенном пространстве (3 термометра) и под кожухом (8 термометров). Определялась также т-ра комнаты, и влажность воздуха в ней. Газообмен определялся по способу проф. Пашутина. Произведенные контрольные опыты показали; что ошибки аппарата не велики: — всего только около 2% (немного меньше).

Д-р Лихачев отсчитывал т-ру воды калориметра через каждые  $\frac{1}{2}$  часа, т-ру испытуемого субъекта через 2 часа. Удельная теплоемкость человеческого тѣла принималась равной 0,80 \*\*).

Таким образом было определено теплопроизводство за 24 часа (при покой) в 1.982,0 килокалории, а на 1 кило вѣса 33,072 килокалории.

Колебания теплопроизводства (теплоотдачи) и других данных по периодам приблизительно соответствуют суточным колебаниям т-ры тѣла, но не вполне.

Колебания эти были: (все данные были вычислены за 2 часа времени).

Для температуры *) между . . . . .	36,7 — 35,8
> общей теплоотдачи между . . . . .	200,637—109,508
> теплоотдачи лучеиспусканием	
и проводимостью . . . . .	154,027— 75,288
> теплоотдачи испарением . . . . .	46,610— 84,220
> теплопроизводства . . . . .	200,637—113,520

В других опытах у д-ра Лихачева получились результаты близкие к этому примѣру или аналогичные, этому (1-му) случаю, который я взял для примѣра из диссертации д-ра Лихачева

Из всего вышесказанного видно, что благодаря работам по способу калориметров, для определения всего теплообмена получены очень точные результаты—ошибки только около 2%—3%. Данные благодаря таким работам очень ценны, но вообще при исследованиях с такими калориметрами приходится встречаться с разнообразными неудобствами, которые и дѣлают их мало пригодными для работ с клинической цѣлью.

Во первых аппараты эти крайне громоздки, сложны, требуют много времени и отъ исследователя и отъ испытуемого и стѣсняють послѣднего, ставя его въ неудобные условия; 2) нельзя раздѣлять теплоотдачу на части и таким образом выяснить, какъ топографически изменяется отдача; 3) трудно получить кривую теплоотдачи, а это очень важно, особенно, если эта кривая будетъ получаться автоматически. Къ этой цѣли стремились въ всехъ приборах d'Arsonval и Rubner (3 и 6) стр. 5, 6). Я нарочно позволил себѣ вкратцѣ описать разные типы калориметровъ, чтобы съ одной стороны указать, какие способы измерять теплоотдачу были предложены, и вмѣстѣ съ тѣмъ, характеризовать точность такихъ приборовъ для сравненія съ калориметрическими ваннами, а съ другой стороны указать какое мѣсто эти послѣднія занимають среди калориметровъ разныхъ типовъ.

\*\*) Принимая удѣльную теплоемкость воды = 1,0.

\*) Т-ра тѣла определялась in axilla.

### В. Калориметры определяющие не весь теплообмен.

Ко второй категории аппаратов для исследования не всей теплоотдачи, а большей или меньшей части ее принадлежит почти исключительно водяные калориметры — ванны. Для исследования теплоотдачи частей тела употребляется еще калориметр d'Arsonval'a (частичный калориметр Calorimètre locale), основанный на испарении сфинктовой кислоты. Описание его имеется в диссертации д-ра Лихачева, упоминают же, об нем потому что, кажется, это чуть ли не единственный не в водяной калориметр, употребляющийся для частичной калориметрии.

Переходя к описанию калориметрических исследований посредством ванны, я должен здесь же указать, что этим способом при всех усовершенствованиях мы можем определять лишь большую часть (около 85%) теплоотдачи и теплопродукции, но отнюдь не всю теплоотдачу, так как остаются неопределенными, теплоотдача кожей головы, дыханием, а также вес газообмена. Зато имеются большие преимущества: 1) быстрота и простота производств наблюдений, что крайне важно для клиники, 2) удобство для испытуемого, 3) возможность изучения влияния разных водолечебных мероприятий на теплоотдачу, т. е., выяснение многих вопросов гидротерапии и бальнеологии. Вот в виду этого я охотно взял на себя труд разобрать вопросы методики теплообмена между ванной и человеческим организмом и, если удастся, улучшить в чем будет возможно методику исследований посредством ванны.

Первые опыты определять теплопроизводство человека посредством ванны, были произведены Шарлингом 1849 г. Затѣм подобные же опыты производили Гирнъ и Фогель; всѣ эти при экспериментатора употребляли способ крайне неточный и потому это можно назвать скорее попыткой определения теплообмена, а не производством исследования. Больше или менее точные опыты были произведены Либермейстером начиная с 1859 года. Свои классические исследования этот автор опубликовал в известном сочинении о лихорадкѣ, вышедшем в свѣтъ въ 1875 году.

Либермейстеръ применялъ 2 способа для опредѣленія теплопроизводства человѣка.

Первый способъ основывается на томъ принципѣ, что, если мы поставимъ человѣческое тѣло въ такіе условія, что прекратимъ теплоотдачу въ окружающую среду, то результатомъ этого будетъ поднятіе т-ры тѣла.

Зная величину этого поднятія, вѣсъ тѣла и его удѣльную теплоемкость мы черезъ помноженіе этихъ трехъ величинъ, получимъ количество тепла, произведенное человѣкомъ за данное время.

Для исследования Либермейстеръ ставилъ термометръ подъ мышку испытуемому субъекту и, когда температура устанавливалась на опредѣленной высотѣ, онъ не вынималъ термометра, погружалъ испытуемаго въ ванну той же температуры, что была на термометрѣ. Первое время температура периферическихъ частей была, конечно, ниже подмышечной т-ры, поэтому для уравниенія температуры ихъ съ подмышечной т-рой, Либермейстеръ подливалъ въ ванну теплую воду до тѣхъ поръ пока, при измѣреніи т-ры периферическихъ частей посредствомъ прикладыванія плавающихъ термометровъ къ кожѣ въ разныхъ мѣстахъ, онъ не находилъ той же т-ры, что in axilla. Затѣмъ выждалъ, когда наступитъ равновѣсіе всѣхъ частей тѣла и ванны, исследователь начиналъ наблюдать величину поднятія т-ры тѣла, и въ то же время поддерживаетъ т-ру воды въ ваннѣ на уровнѣ подмышечной т-ры, подливая по немногу горячую воду, но мѣря поднятія т-ры in axilla.

Недостаткомъ этого метода является прежде всего то, что множителемъ при вычисленіи приходится имѣть удѣльную теплоемкость тѣла человѣка, которая по исследованиямъ однихъ, авторовъ = 0,80, другіе считаютъ ее близкой къ теплоемкости воды, а именно 0,97, третьи наиболѣе точной цифрой считаютъ 0,83. Это и не удивительно потому, что тѣло человѣка состоитъ изъ разнообразныхъ по теплоемкости составныхъ частей, да и части эти входятъ въ организмъ каждаго человѣка въ различномъ количествѣ—такъ что собственно имѣть возможности опредѣлить теплоемкость человеческого тѣла вообще.



Rosenthal \*) напелъ слѣдующія данныя для удѣльной теплоемкости различныхъ частей человѣческаго тѣла (принимая удѣльную теплоемкость воды за 1,0).

Кровь . . . . .	1, 02	Компактная кость . . .	0, 30
Артеріальная . . . .	1,031	Губчатая > . . . .	0, 71
Венозная . . . . .	0,892	Жировая ткань . . . .	0,712
Мышечная ткань . . .	0,825		

Изъ этого одного уже видно, какую разницу можно получить не зная, сколько костной, мышечной и жировой ткани входитъ въ вѣсъ испытываемаго человѣка.

Второе, что нужно указать, что теплоотдача вѣсакъ происходитъ (не говоря даже о теплоотдачѣ кожей головы и дыханіемъ, что происходитъ при всякомъ способѣ изслѣдованія теплоотдачи посредствомъ ваннъ), такъ какъ воду мы поднимаемъ спустя нѣсколько времени послѣ того, какъ замѣтимъ повышеніе т-ры подъ мышкой.

Въ третьихъ подмышечная т-ра не есть т-ра всего тѣла, а есть только условное выраженіе т-ры тѣла, правда весьма близкое къ средней т-рѣ тѣла.

Другой способъ примѣнявшійся Либермейстеромъ на холодныхъ ваннахъ (Д-ръ Кёрнигъ впоследствии съ успѣхомъ примѣнялъ его на теплыхъ ваннахъ), заключается въ слѣдующемъ. Тѣло испытываемаго человѣка погружается въ ванну опредѣленной т-ры, а черезъ известный промежутокъ времени опредѣляется насколько она стала теплѣе (или холоднѣе, если т-ра ванны выше т-ры тѣла человѣка). Если т-ра тѣла человѣка оставалась за это время на одномъ уровнѣ, то надо предположить, что теплообразование = теплоотдачѣ. Зная количество воды въ ваннѣ можно легко вычислить количество тепла, отданнаго человѣкомъ водѣ ванны.

\*) Landois стр. 481.

На практикѣ встрѣчаются слѣдующія затрудненія. Т-ра ванны измѣняется вслѣдствіе теплоотдачи въ окружающую среду, поэтому приходится дѣлать поправку на это охлажденіе. Можно поступить двояко: 1) изслѣдовать охлажденіе до опыта за  $\frac{1}{2}$  часа, измѣненія т-ры ванны во время опыта, и затѣмъ изслѣдовать охлажденіе послѣ опыта, тоже за  $\frac{1}{2}$  часа. Сложивъ 1 и 3 величинны и взявъ половину ихъ суммы, мы получимъ приблизительную величину предполагаемаго охлажденія за полчаса во время опыта. (Если опытъ длится не полчаса, а болѣе или менѣе, то надо ваятую сумму 1-ей и 3-ей величинны раздѣлить на 60, чтобы получить предполагаемое охлажденіе за 1' въ теченіе опыта и отсюда уже вычислить охлажденіе за все время опыта). 2) Можно сдѣлать ванну съ тѣмъ же количествомъ воды, и той же т-ры, что во время опыта и дать ей остывать въ продолженіи времени равномъ времени опыта.

Теоретически это наиболѣе вѣрный способъ, но практически оказывается, что т-ра комнаты мѣняется, насыщается водяными парами—а все это вліяетъ на скорость и степень охлажденія, т. е., получаются невѣрные результаты.

Кромѣ этой поправки надо еще ввести поправку на нагреваніе самой ванны, т. е., опредѣлить количество тепла потребное чтобы нагрѣть самую ванну на  $1^{\circ}$  С., какъ принято говорить въ физикѣ «привести сосудъ въ воду».

Если т-ра человѣка находящагося въ ваннѣ не будетъ мѣняться, то мы при изслѣдованіи можемъ имѣть 4 случая:

1) Т-ра ванны за все время опыта остается безъ перемѣны—это значитъ, что теплоотдача тѣла въ ванну равна величинѣ охлажденія ванны за тоже время. Опредѣливъ насколько должна была бы ванна охладиться за это время въ градусахъ Цельсія и помноживъ это число градусовъ на количество литровъ, мы получимъ величину охлажденія ванны и вмѣстѣ съ тѣмъ и величину теплоотдачи тѣла въ ванну.

2) Т-ра ванны понижается за время опыта—это значитъ, что теплоотдача тѣла въ ванну меньше, теплоотдачи ванны въ воздухъ. Тогда мы опредѣляемъ разность между охлажденіемъ за

время опыта и охлаждением только ванны за то же количество времени и эту разность в градусах Цельсия множим на число литров воды.

3) Т-ра ванны повышается за время опыта—это значит, что теплоотдача тела ванн, больше теплоотдачи ванны в окружающую среду. Определив насколько градусов нагрелась ванна, мы эту величину складываем с числом градусов предполагаемого охлаждения и эту сумму множим на количество литров воды в ваннѣ.

4) Если ванна теплѣ тела человѣка, то надо опредѣлить величину охлаждения ванны безъ человѣка и съ нимъ; полученную разность этихъ величинъ помножить на число литровъ воды; тогда мы узнаемъ количество тепла, отданное ванной человѣку.

Во всѣхъ этихъ четырехъ случаяхъ вѣ число литровъ воды входитъ и тепловой эквивалентъ ванны приведенный вѣ воду.

Если же т-ра тѣла измѣняется за время опыта, то надо взять разность т-ры вѣ началѣ и концѣ опыта, эту разность вѣ градусахъ Цельсия помножить на вѣсѣ тѣла и затѣмъ помножить на 0,88 (удѣльную теплоемкость человеческого тѣла)—тогда получимъ потерю тепла вслѣдствіе пониженія т-ры тѣла.

Что касается 4-го случая, то математически онъ входитъ во 2-ой случай, только съ обратнымъ знакомъ передъ большими скобками.

Если мы назовемъ:  $a$  — вѣсѣ воды вѣ ваннѣ вѣ килограммахъ,  $b$  —тепловой эквивалентъ ванны,  $t$  начальную т-ру  $t_1$  т-ру вѣ моментъ входа вѣ ванну,  $t_2$  т-ру вѣ моментъ выхода изъ ванны,  $t_3$  конечную т-ру,  $T$ —т-ру тѣла передъ ванной,  $T_1$  т-ру тѣла человѣка послѣ ванны,  $A$  вѣсѣ тѣла вѣ килограммахъ, то мы получимъ слѣдующія формулы для теплоотдачи  $W$  вѣ каждомъ изъ случаевъ.

$$\text{для I-го (*) } W = \frac{(t-t_1) + (t_2-t_3)}{2} \cdot (a+b) \dots \dots \dots (1)$$

(\*) Цифровая данная вслѣдъ будутъ вѣ килограммъ.

$$\text{для II-го } W = \left[ \frac{(t-t_1) + (t_2-t_3)}{2} - (t_1 - t_2) \right] (a+b) \dots (2)$$

$$\text{для III-го } W = \left[ \frac{(t-t_1) + (t_2-t_3)}{2} + (t_1 - t_2) \right] (a+b) \dots (3)$$

$$\text{для IV-го } W = \left[ (t_1 - t_2) - \frac{(t-t_1) + (t_2-t_3)}{2} \right] (a+b) \dots (4)$$

Если же т-ра тѣла за это время переизмѣнилась, то надо ввести поправку  $E$  по формулѣ:

$$1) E = (T - T_1) \cdot A \cdot 0,88 \text{ если т-ра понизилась и } \dots \dots \dots (5)$$

$$2) E = (T_1 - T) \cdot A \cdot 0,88 \text{ " " " повысилась послѣ опыта } \dots (6)$$

Вѣ первомъ случаѣ полученная величина этой поправки будетъ указывать, сколько килокалорій потеряло вслѣдствіе пониженія т-ры самое тѣло за время опыта, во второмъ сколько приобрѣло за тоже время.

Нужно не забывать, что при изслѣдованіяхъ посредствомъ ванны мы опредѣляемъ не всю теплоотдачу, и такимъ образомъ вводимъ поправку для перехода отъ теплоотдачи къ теплопродукціи, получаемъ не все теплообразование, а только соответствующую часть.

Winternitz вѣ 1871 году сдѣлалъ нѣсколько возраженій противъ самаго метода предложеннаго Либермейстеромъ и указалъ на причины неточностей сопряженныхъ съ этимъ методомъ.

1) Результаты изслѣдованій, сдѣланныхъ по методу Либермейстера получаются разные вѣ зависимости отъ того, какая т-ра принимается вѣ расчетъ—подмышечная или ректальная.

2) Подмышечная т-ра не можетъ служить мѣриломъ, такъ какъ нѣкоторые охлаждающіе моменты могутъ вызвать даже повышеніе подмышечной т-ры.

3) Несмотря на всѣ предосторожности съ дѣлью достигнуть равномернаго смѣшенія воды, нельзя считать равномерно-температурной большее количество воды вѣ особенности вѣ то время, когда тамъ помѣщается тѣло отдающее тепло.

4) Трудно, если не невозможно, сдѣлать термометрическія наблюденія точными и чувствительными.

5) Погруженіе члѣвѣка вѣ ванну съ большимъ количествомъ воды дѣлаетъ колебанія т-ры во время опыта слабыми отчего чувствительность метода еще уменьшается.

6) Вследствие своей большой теплоемкости, вода есть вещество вообще слишком малочувствительное къ изменениямъ т-ры.

7) Нельзя говорить о правильности охлаждения или нагревания воды.

Къ этимъ возраженіямъ Winternitz'a нужно прибавить указанія д-ра Чеснокова, работавшаго въ клиникѣ проф. Воткина. Этотъ изслѣдователь указалъ, что ошибки могутъ происходить еще отъ слѣдующихъ причинъ:

1) Поправка для произвольнаго охлаждения ванны за время опыта высчитывается эмпирически, а въ дѣйствительности охлажденіе ванны, когда въ ней находится человѣкъ, происходитъ быстрѣе, т. е., что величина охлаждения можетъ быть высчитана менѣе дѣйствительной.

2) Охлажденіе воды замедляется, если не размѣшивать воду.

3) Пониженіе ртутнаго столба термометра идетъ не равномерно, а толчками, что зависитъ отъ тонкости термометрической трубочки.

Самъ Либермейстеръ подробно разбирая свой методъ въ сочиненіи о лихорадкѣ (Handbuch der Pathologie und Therapie des Fiebers) указываетъ на возможность ошибокъ, но говоритъ, что ошибки эти не достигаютъ такой величины, чтобы могли заставить сомнѣваться въ достовѣрности результатовъ изслѣдованія.

Профессоръ Вехтеревъ въ своей докторской диссертациі, говоритъ, что пользуясь методомъ Либермейстера, онъ получалъ хорошіе результаты. При изслѣдованіи онъ пользовался термометрами дѣльными на  $\frac{1}{20}^{\circ}$  C (фирмы Гейслера), причемъ съ приближеніемъ отсчитывать до  $\frac{1}{100}^{\circ}$  C.

Количество воды въ ваннѣ было во всѣхъ опытахъ 200 литровъ. Измѣряя т-ру воды въ ваннѣ въ разныхъ мѣстахъ и на разной глубинѣ, даже по соедѣнству съ тѣломъ человѣка, Вехтеревъ получалъ разницу только до  $0,03^{\circ}$  C. Д-ръ Кернигъ желая избѣгнуть ошибки въ измѣреніяхъ опредѣляя т-ру воды въ ваннѣ на разной глубинѣ и бралъ среднюю.

Проф. Вехтеревъ говоритъ, что, повторяя опыты д-ра Кернига, ему не удавалось получить разницы много болѣе въ  $0,01^{\circ}$  C. Т-ру тѣла проф. Вехтеревъ измѣрялъ всегда въ rectum, какъ болѣе постоянную, чѣмъ подмышечная т-ра. Удѣльная теплоем-

кость тѣла принималась за  $0,83^*$ ). О т-рѣ въ rectum и о удѣльной теплоемкости тѣла Вехтеревъ говоритъ, что эти данныя приблизительныя и извѣстная ошибка вѣсело получается. Измѣряя т-ру въ rectum изслѣдователь предварительно нагревалъ термометръ и такимъ образомъ достигъ того, что черезъ 3—5 минутъ термометръ уже показывалъ (постоянную) т-ру recti.

При всѣхъ опытахъ продолжительность пребыванія въ ваннѣ была 30 минутъ. Тепловоу эквивалентъ ванны = 2,5 килокалорин. Комната, гдѣ производилось изслѣдованія, предварительно нагревалась до  $25-28^{\circ}$  C. Въ теченіи получаса опредѣлялось охлажденіе ванны, затѣмъ садился человѣкъ въ ванну и за эти  $\frac{1}{2}$  часа тоже опредѣлялась т-ра ванны и наконецъ опредѣлялось охлажденіе въ продолженіи  $\frac{1}{2}$  часа послѣ выходанія изъ ванны. 1-ая величина складывается съ третьей и затѣмъ дѣлится на 60, такимъ образомъ получается средняя (предполагаемая) скорость охлаждения ванны въ 1 минутъ, которая и служитъ основаніемъ для поправки за время опыта.

Чтобы показать какіе результаты получились у проф. Вехтерева при опытахъ надъ здоровыми людьми, я приведу изъ 8 опытовъ 3.

I. Служитель Т. Вѣсъ тѣла 59,6 кило.

Температура до ванны 37,4, послѣ ванны 37,4.

Время	Ванна	Комната
10 ч. 59 м.	35,50	27,4
11 > 10 >	35,17	—
— > 18 >	34,80	27,2
— > 30 >	34,35	26,8

Погруженіе въ ванну (въ 11 ч. 30 м.).

11 ч. 33 м.	34,25	—
11 > 36 >	34,15	—

\*) Landois стр. 482. Примѣчаніе В. Данилевскаго.



ПЕРЕВІРНО

Время.	Ванна.	Комната.
— ч. 38 м. 30 с.	34,07	26,7
11 » 42 »	33,95	—
— » 46 » 15 »	33,80	—
— » 50 » 45 »	33,65	26,5
— » 54 » 15 »	33,55	—
12 » для	33,40	26,4
Вышел из ванны (в 12 ч.).		
12 ч. 7 м. 30 с.	33,15	26,1
— » 19 »	32,75	25,9
— » 33 » 44 »	32,20	25,9

Скорость охлаждения воды до погружения была в 1' — 0,0387° С., после выхода из ванны — 0,03557 в 1'. Средняя за 1' — 0,03713. Охлаждение за время пребывания человека в ванне (30') = 0,95° С.

Все количество тепла потерянное в ванну испытуемым определяется следующим образом:

$$0,03713 \cdot 30 \dots = 1,1139$$

$$(1,1139 - 0,95) \cdot 202,5 = 33,1 \text{ ккалорий.}$$

V (\*) Служитель Ф. Вѣсъ тѣла 63,2 кило.

Время	Ванна	Комната
9 ч. 48 м. 59 с.	34,11	26,9
10 » — »	33,70	26,8
10 » 16 » 30 »	33,22	25,8
10 » 22 »	33,00	26,8

(\*) Нумерация опытов оставлена той же, что в подлинникѣ.

Погружение в ванну в 10 ч. 31' ч. (т-ра тѣла 36,7).

Время.	Ванна.	Комната.
10 ч. 31 м.	32,75	—
34 » 30 с.	32,65	26,7
41 м.	32,50	—
45 » 30 с.	32,40	26,5
49 »	32,35	—
51 »	32,30	26,4

Выход из ванны в 11 ч. (т-ра тѣла 36,7).

11 ч. — м.	32,05	—
— » 12 » 30 с.	31,72	—
— » 26 » 59 »	31,30	26,2

Скорость охлаждения до погружения = 0,03362 в 1 минуту, после выхода из ванны — 0,02778 в 1'. Средняя в 1' — 0,0307.

Вычисление теплопотери в ванну будетъ:

$$0,0307 \cdot 29 \dots = 0,8903$$

$$(0,8903 - 0,7) \cdot 202,5 = 44,7 \text{ ккалорий.}$$

VII. Служитель Б. Вѣсъ тѣла 58,3 кило.

Время	Ванн	Комната
7 ч. 44 м.	31,77	27,2
— » 56 »	31,50	—
8 » 06 »	31,25	—
8 » 15 »	31, 0	27,1

Погружение в ванну в 8 ч. 15 м. (т-ра тѣла 36,7).

8 ч. 19 м. 15 с.	30,97	—
— » 22 » 15 »	30,95	26,8
— » 29 » 15 »	30,90	—
— » 35	30,85	—

Время.	Ванна.	Комната.
8 ч. 38 м.	30,80	26,4
— » 42 » 30 с.	30,75	—
— » 45 »	30,72	26,2
Вышелъ изъ ванны; въ 8 ч. 45 м. (т-ра тѣла 36,6).		
— м. 54 с.	30,55	26,8
9 » 1 »	30,35	25,6
9 » 17 »	29,98	25,4

Скорость охлаждения до погружения = 0,02483 въ 1', послѣ вы-  
хода изъ ванны = 0,02312; средня за 1' = 0,02397.

Потеря тепла въ ванну за 30 минутъ будетъ:

$$0,02397 \cdot 30 \dots \dots = 0,7191$$

$$(0,7191 - 0,28) \cdot 202,5 = 88,6 \text{ килокалорій}$$

Для вывода изъ этихъ (8-ми) опытовъ, авторъ для сравненія пользовался формулой Иммермана:  $W = w \sqrt{rL} : \sqrt{r'l}$ , гдѣ  $W$  и  $w$  теплотери двухъ сравниваемыхъ субъектовъ,  $R$  и  $r$  въ ихъ тѣла, а  $L$  и  $l$  ростъ ихъ.

При выводахъ своихъ авторъ подтверждаетъ нѣкоторыя данныя полученныя Либермейстеромъ и кромѣ того указываетъ, что при теплотери въ предѣлахъ 70 — 90 килокалорій за  $\frac{1}{2}$  часа т-ра тѣла еще не измѣняется. При болѣе же значительной отдачѣ тепла наступать уже пониженіе температуры.

Я нарочно болѣе подробно привелъ опыты Бехтерева, чтобы на нихъ указать, насколько и въ чемъ справедливы возраженія Винтерница и замѣчанія д-ра Чеснокова (стр. 15—16). Что касается перваго и втораго возраженія Winternitz'a, то оно только отчасти относится къ опытамъ проф. Бехтерева, такъ какъ онъ пользовался 2-мъ способомъ Либермейстера, а въ тѣхъ случаяхъ, когда нужно было ввести поправку на измѣненіе т-ры тѣла, брать такую изъ данныхъ рѣстальной т-ры, какъ болѣе постоянной и не такъ легко подвергающейся вліяніямъ извнѣ.

Третье возраженіе очень существенно, и въ своихъ опытахъ Бехтеревъ самъ находилъ разницу т-ры воды въ ваннѣ до 0,03; вообще же 0,01—0,02 С, да это надо замѣтить въ предположеніи, что смѣшиваніе воды не измѣняетъ условій опыта. Бехтеревъ не указываетъ, какъ онъ производилъ помѣшиваніе. Предполагая ошибку въ 0,01—0,02° С, мы получимъ ошибку въ 2—4 килокалорій, что даетъ уже 1—2% ошибки.

Четвертое возраженіе не было исключено въ опытахъ Бехтерева потому, что отсчитываніе т-ры производилось также, какъ и у предыдущихъ изслѣдователей.

Пятое возраженіе само собой разрушается, если термометрическія наблюденія производятся точно и если смѣшеніе воды совершенно.

При разсмотрѣніи таблицъ охлаждения ванны до и послѣ опыта, видно, что особенной правильности не наблюдается и потому при вычисленіи средней, для поправки охлаждения ванны за время нахожденія въ ней человѣка, у проф. Бехтерева могла получиться еще нѣкоторая ошибка.

Что касается причинъ ошибокъ указанныхъ д-ромъ Чесноковымъ, то наиболѣе серьезно 1-ое указаніе, касающееся, такъ сказать, самого метода. Очевидно, что при сравненіи надо будетъ по возможности ставить ванну въ условія одинаковыя, какъ во время пребыванія въ ней человѣка, такъ и безъ него.

Второе указаніе можно исполнить постоянно помѣшивая воду.

Третье указаніе—ошибку можно избѣгнуть отсчитывая черезъ лупу т-ру 2 раза и взявши среднее между ними.

Въ послѣднее время Lefèvre много занимался калориметрическими изслѣдованіями посредствомъ ваннъ и опубликовалъ свои работы въ 1896 году. Работы эти крайне интересны, такъ что я позволю себѣ сдѣлать нѣсколько выдержекъ изъ его статей.

Прежде всего Lefèvre приводитъ Винтерницевскія указанія о невозможности посредствомъ ваннъ получить точныя результаты и вмѣстѣ съ тѣмъ указываетъ посредствомъ чего можно улучшить методку и такимъ образомъ уменьшить ошибки.

Возражая Винтерницу онъ говоритъ, что:

1) Слабая чувствительность обуславливаемая большою теплоемкостью воды, можетъ быть хорошо уравновѣшена напряженностью прихода тепла, благодаря большому сопряженію съ жидкостью.

2) Что можно избѣгнуть неточности счисленія т-ры, сосчитывая т-ру черезъ луну 2 раза, за 15" до и послѣ момента счисленія, и взявши среднее  $\left(\frac{t + t_1}{2}\right)$

3) Что можно значительно уменьшить количество воды въ калориметрѣ.

Повторяя опытъ Винтерница, Лефеврѣ взялъ стаканъ (въ 300 куб. сант.—воду т-ры 41° С) и нашелъ при этомъ, что, если смѣшивать воду, то можно говорить о равнотемпературности и равномѣрности охлаждения ея. Дѣлая затѣмъ опытъ съ ванной, въ которой было налито 100 литровъ воды онъ нашелъ, что большое значеніе имѣетъ т-ра окружающей среды. Когда т-ра эта близка къ т-рѣ воды ванны, тогда явленіе идетъ регулярнѣе. При несмѣшеніи воды разица т-ры въ разныхъ мѣстахъ ванны можетъ достигать до 0,5° С. При смѣшеніи теплопотери больше, чѣмъ безъ смѣшенія и отношеніе ихъ = 6 : 5. = (150:125). Затѣмъ онъ взялъ 2 калориметра въ 100 и 72 литрѣвъ и опредѣлялъ теплопотери ихъ при прочихъ равныхъ условіяхъ — отношеніе этихъ теплопотери оказалось 3:7 (3 для большаго).

Производя свои изслѣдованія Лефеврѣ имѣлъ 2 калориметра большой и малый:

*Малый калориметръ*, длиною 110 сант., высотой 45 сант., ширина дна 50 сант., наверху ширина 60 сант. Выѣстимость такого калориметра 60—70 литрѣвъ. Форма его—овальная ванна. Тѣло погружается не все. Лефеврѣ садился въ калориметръ согнувшись и прижавъ ноги къ животу и вѣстакі колѣни выходили изъ воды; выходила изъ воды и часть груди. Смѣшиваніе воды производилъ авторъ, покачиваясь туловищемъ впередъ и назадъ.

*Большой калориметръ*. Форма его, прямой цилиндръ съ эллиптическимъ дномъ; высота 59 сант., большая ось эллипа 70 см., малая 47. см. Выѣстимость 90—100 литрѣвъ. Смѣшеніе воды также движеніемъ туловища.

Положеніе въ ваннѣ болѣе удобное; тѣло все погружается въ воду, только верхняя часть груди выѣ воды.

Термометры предварительно вывѣрjались, отсчитываніе т-ры производилось черезъ луну за 15" до и послѣ момента и бралось среднее  $\left(\frac{t + t_1}{2}\right)$ . При этомъ, (говоритъ Лефеврѣ) ошибки достигаютъ только  $\frac{1}{3000}$  ° С. (0,002 ° С.). Количество воды опредѣлялось взвѣшиваніемъ.

Работая съ такими калориметрами Лефеврѣ нашелъ, что теплоотдача имѣетъ два періода: 1) періодъ непостоянства (état variable) и 2) постоянства теплоотдачи (periode de régime), который наступаетъ черезъ 3—4—6 минутъ отъ начала опыта.

Для примѣра привожу нѣсколько таблицъ изслѣдованія.

1.\*) Ванна 5° С продолжалась 12 минутъ. Вѣсъ тѣла субъекта 64 kilo. Т-ра комнаты 17—18° С.

Общая теплопотеря 284,0 килокалорій.

За 1-ый періодъ теплоотдача колеблется между 81,0—21,0 килокалоріями.

Постоянный періодъ наступилъ черезъ 3—4 минуты; теплоотдача въ 1 мин. = 18,0 килокалорій.

II. Ванна 12° С. продолжительность ея 12 минутъ, температура комнаты 12° С.

Общая теплопотеря 195,0 килокалорій.

Колебанія въ 1-омъ періодѣ между 56,0—12,0 килокалоріями 2-ой періодъ наступилъ черезъ 4—5 минутъ, теплоотдача въ немъ въ 1 минуту 11,75 килокалорій.

III. Ванна 18° С., продолжительность ея 12 минутъ, т-ра комнаты 18° С.

Общая теплоотдача 126,0 килокалорій.

Колебанія въ 1-омъ періодѣ отъ 36,0—9,0 килокалорій.

Второй періодъ наступилъ черезъ 6 минутъ и теплоотдача въ 1 минуту 7,2 килокалорій.

\*) Во всѣхъ этихъ 5 опытахъ вѣсъ тѣла 64,0 kilo; калорій всадъ большій (килокалорій).

IV. Ванна 24° С, продолжительность ея 15 минутъ

Общая теплоотдача 88,5 килокалорій.

Колебания въ 1-омъ періодѣ отъ 27,0—5,0 килокалорій.

Второй періодъ наступилъ черезъ 15 минутъ, — въ 1 минуту теплоотдача 4,0 килокалорій.

V. Ванна 30° С продолжалась 30 минутъ.

Общая теплоотдача 50,0 килокалорій.

Въ 1-омъ періодѣ колебания между 13,0—2,0 килокалоріями.

Второй періодъ наступилъ черезъ 15 минутъ.

Теплоотдача въ 1 минуту 1,9 килокалорій.

Произведя рядъ подобныхъ изслѣдованій Lefèvre пришелъ къ слѣдующимъ выводамъ:

а) Вліяніе температуры воды:

При 5° С. въ 1 минуту теплоотдача до 80 килокалорій

> 12° С. > > > > 55 >

б) Вліяніе количества воды въ калориметрѣ.

Чѣмъ больше воды въ калориметрѣ, тѣмъ больше теплоотдача въ 1' при прочихъ равныхъ условіяхъ.

Въ калориметрѣ съ 72,25 кіло воды колебанія теплоотдачи были между 27,0—88,0 килокалоріями, если же воды было 68 кіло, то колебанія были между 25,0—80,0 килокалоріями въ 1 минуту.

с) Движеніе туловища нѣсколько быстрее и уже ceteris paribus вмѣсто 114 получено 118 килокалорій.

д) Субъективныя причины:

1) Послѣ покоя въ 3 минуты теплоотдача 85,0 килокалорій.

2) > работы, > > > 91,5 >

Передъ ванной сидѣль раздѣвшись 15 секундъ — колебанія теплоотдачи въ ваннѣ были 36,0—125,9.

То же, но сидѣль только \*3 секунды и колебанія уже были между 38,0—128,0.

Такимъ образомъ, говорить Lefèvre, для сравненія результатовъ надо, для одного и того же субъекта, чтобы:

1) Начальная т-ра ванны была бы та же.

2) > комнаты > >

3) Одинаковое количество и равенство (?) размаховъ туловищемъ для смѣшенія воды.

4) Идентичность физиологическаго состоянія человѣка, т. е., пульса, т-ры ректальной, мышечной и кожной и т. д.; при такихъ условіяхъ получаютъ результаты весьма близкіе другъ къ другу. Напримѣръ Lefèvre на себѣ нашелъ въ 1895 году 27-го ноября теплоотдачу 115,6 килокалорій.

Ceteris paribus 1895 г 4-го декабря—114,75 килокалорій.

Вычисления производилъ Lefèvre по способу Либермейстера Напримѣръ.

Среднее нагреваніе ванны (которая была холоднѣе т-ры комнаты) было 0,0087 въ 1 минуту, а въ 5 минутъ 0,0435.

Т-ра воды при погруженіи въ ванну (въ 12 час. 32 мин.) = 11,707;

при выходѣ изъ ванны (въ 12 ч. 37 м.) = 13,359; разность = 1,652.

Нагреваніе воды только тѣломъ = 1,608 = (1,652—0,0435).

Вѣсъ воды 68,78 кіло, тепловой эквивалентъ ванны = 1,5 килокалорій. (68,78 + 1,5) · 1,608 = 113,01 килокалорій.

Въ дальнѣйшихъ своихъ опытахъ Lefèvre нашелъ нѣкоторыя данныя, которыя я позволю тоже привести здѣсь, потому, что онѣ иногда могутъ служить объясненіемъ ошибокъ, получающихся при повтореніи опытовъ.

1) Если животное погрузить въ холодную ванну (5° С), а затѣмъ въ болѣе теплую (15° С), то оно теряетъ тепла въ 15 градусной ваннѣ вдвое менѣе, чѣмъ, если бы оно было сразу погружено въ ванну 15° С.

2) Измѣря т-ру въ пяти мѣстахъ: 1) rectum, 2) os, 3) axilla, 4) regio inguinalis, 5) cutis umbilici, Lefèvre нашелъ, что: 1) послѣ кратковременнаго погруженія (на 15 секундъ) въ ванну 12° С т-ра вездѣ поднялась на 0,15—0,40° С., на кожѣ же осталась безъ измѣненія. 2) Если вмѣсто погруженія сдѣлать душъ на 15 минутъ, то во время душа т-ра вездѣ поднялась на 0,10—0,25° С, послѣ же душа черезъ 10 минутъ т-ра ниже первоначальной на 0,15—0,30° С.

Рассматривая опыты, произведенные Лефевром, мы находим у него улучшение метода и потому более точные результаты. Улучшение метода заключается главным образом в следующем: 1) Уменьшение количества воды и 2) большая точность при отсчитывании  $t$ -ры.

О количестве воды в 70 литров, как это было у Лефевра в малом калориметре, надо сказать, что такое уменьшение количества воды лишает свои неудобства: 1) Тело погружается все, а раз оно погружается не все, да еще находится в неудобном положении, то кровообращение и теплоотдача изменяются, тем более, что при смещении тела, то погружается в воду, то выходит из нее. 2) Заметны ошибки могут происходить от того, что при смещении воды розмахами туловища оно, то смачивается водою, то высушивается во время движения на воздухе. 3) Самые розмахи есть физическая работа, заметно повышающая теплообразование и теплоотдачу. Сам же Lefèvre указывает что малейшее изменение в постановке опыта и результаты получаются уже другие, а вместе с тем в самое производство опыта вводить смещение воды туловищем, как техническую сторону опыта. 4) Смещение таким способом все-таки нельзя назвать совершенным. 5) При небольшом количестве воды (70 литров) температура ванны значительно изменяется во время опыта и потому самый опыт идет на все время при одинаковых условиях. Например в ванне  $5^{\circ} \text{C}$ . за 5 мин. общая теплопотери была 284 килокалории, из чего следует, что ванна за это время нагрелась более чем на  $4^{\circ} \text{C}$ . (в комнате было  $17-18^{\circ} \text{C}$ .), т. е., в начале опыта температура ванны была  $5^{\circ} \text{C}$ . в конце же этого опыта—около  $10^{\circ} \text{C}$ .

Изменение это настолько значительно, что, мне кажется, нельзя говорить о теплоотдаче за 5 минут ванне в  $5^{\circ} \text{C}$ ., а скорее надо говорить о теплоотдаче в ванну  $7-8^{\circ} \text{C}$ . или, еще вбросе, ванне с переменной температурой между  $5-10^{\circ} \text{C}$ .

Таким образом Лефевр, желая увеличить интенсивность прихода тепла, и тем увеличить точность числения температуры и вместе с тем уменьшить возможность ошибки при помножении температуры на количество воды, совершенно невольно изме-

нил условия опыта. Впрочем, он сам сознал это неудобство и потому стал пользоваться калориметром в 100 литров и наконец даже в 130 литров, причем оказалось, что чем больше калориметр, тем (ceteris paribus) больше теплоотдача, короче сказать, указание на неудобство очень малого количества воды справедливо.

Еще, что можно улучшить в методике Лефевра, это по возможности уменьшить теплообмен между ванной и воздухом комнаты, т. е., чтобы ванна-калориметр охлаждалась (герметизировалась) возможно меньше. Это важное условие, потому что, хотя метод высчитывания средней скорости охлаждения как бы устраняет все ошибки, заключая их в равной степени за все три периода, но практически надо не забывать, что общая ошибка выражается в процентном отношении к теплопотери ванны за все три периода, и если за все время опыта ванна теряет много тепла, общая ошибка, будучи невелика в процентном отношении, будет абсолютно довольно значительна, а будучи пересчитана в процентное отношение к теплоотдаче субъекта, будет и в процентах очень значительной.

Избегнуть этой ошибки, или вбросе уменьшить ее, можно двумя: 1) или держать температуру комнаты возможно ближе к температуре ванны; 2) или же покрыть ванну плохонепроводящей тепло оболочкой. Имев в виду, что удельная теплоемкость воздуха не велика ( $0,237$  при постоянном давлении и  $0,169$  при постоянном объеме \*), мы невольно получим изменение температуры воздуха комнаты — поэтому лучше предпочесть второй способ.

Проф. Бехтерева в своих опытах пользовался первым способом, для чего предварительно нагрывал комнату до  $27-28^{\circ} \text{C}$ . В первом опыте у него ванна ( $200 + 2,5$ ) охладилась за 29 минут до опыта на  $1,15^{\circ} \text{C}$ ., за время опыта на  $1,1189$ , после выхода из ванны еще на  $1,20^{\circ} \text{C}$ ., т. е., в первый 29 минут ванна потеряла 232,9 килокалорий, за второй период (30 минут) 225,6, а в третий (33 минуты 44 сек.) еще 243 килокалорий, т. е., за все время 701,5 килокалорий, между тем как вся теплоотдача испытуемого субъекта за 30 мин. = 33,1 ки-

\* Физика Гано, стр. 411.



локалоріи, средняя же теплопотеря ванны за  $\frac{1}{2}$  часа = 232,9 килокалоріи. У Лефевра подобные цифры меньше, так как количество воды меньше и колебания температуры рѣзче благодаря этому, но все-таки и у него въ опытахъ это условіе могло дать замѣтную ошибку.

Изъ всего вышесказаннаго видно, что калориметрическіи опредѣленія посредствомъ ваннъ зависятъ отъ разнообразныхъ условій и желаніе сдѣлать методикку изслѣдованій точной встрѣчаетъ серьезныя препятствія.

Взявъ на себя трудъ, по предложенію проф. Яновскаго, по возможности улучшить методикку опредѣленія теплообѣта между ванной и находящимся въ ней тѣломъ человека, я рѣшилъ прежде всего конструировать особую ванну-калориметръ, устранивъ ее съ цѣлью имѣть возможность точно вести всѣ наблюденія. Сначала я опису построенный мною аппаратъ, а затѣмъ уже укажу, чѣмъ я руководствовался при устройствѣ аппарата и какими требованіями я стремился удовлетворить. Такой порядокъ я выбираю съ цѣлью, чтобы при слѣдующихъ опытахъ съ аппаратомъ уже не возвращаться къ его описанію.

Главную часть аппарата представляетъ мѣдная ванна. Ванна эта имѣетъ форму саркофага; сдѣлана изъ мѣди, вслѣдствіе снѣжной мѣдию же вглядъ; въ верхней части ванны имѣется отверстіе. Вся ванна снаружи и внутренне края отгибовъ отверстія вымучены оловомъ. Въ днѣ ванны имѣется отверстіе въ 2,5 сантиметра въ діаметрѣ для выпускной трубы.



Рис. 1.

На рисунокѣ № 1 имѣется вертикальный продольный разрѣзъ ванны; А представляетъ головной конецъ ванны, С обозначаетъ

ножной конецъ ванны: длина 165 см., высота у головного конца 40 см., у ножного конца 35 см. и по срединѣ въ сѣченіи, обозначенномъ буквой *b*, 37,5 см.

Изъ рисунка видно, что верхнее отверстіе ванны меньше ея горизонтальнаго сѣченія и не доходитъ до ножного конца ванны на 25 см. Ножной конецъ ванны въ этомъ мѣстѣ закругленъ. Вокругъ отверстія ванны имѣется отогнутый подъ угломъ 45° rantъ; высота его 4 сантиметра. Буквой *t* обозначена выпускная труба ванны.

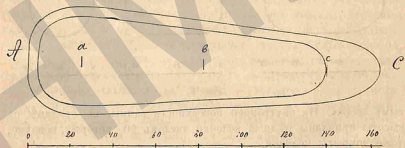


Рис. 2.

Рисунокъ № 2 представляетъ горизонтальное сѣченіе ванны на уровнѣ середины ея высотъ (20—17,5 см.). Наружный контуръ есть сѣченіе стѣнки ванны, внутренній контуръ показываетъ форму и расположеніе верхняго отверстія. Изъ рисунка видно, что отверстіе это вслѣдствіе ванны на 5 см. съ каждаго края и у головного конца, у ножного же конца не доходитъ на 25 см. На 1-мъ и 2-мъ рисункахъ буквами *a*, *b*, *c* обозначены сѣченія 3-го рисунка. Ширина ваннъ въ сѣченіи *a* = 55 см., въ сѣченіи, *b* = 45 см., въ сѣченіи *c* = 30 см.

На нижележащемъ рисунокѣ № 3 показаны 3 сѣченія, *a*, *b*, *c*, на которыхъ согласно масштабу видно, что ширина *a* = 55 см., высота 40 см., ширина *b* = 45 см., высота 37,5 см.; на сѣченіи *c* — ширина = 30 см., высота 35 см. Всѣ эти сѣченія вертикальныя поперечныя, причѣмъ *a* отстоятъ отъ головного конца на 25 см., *c* на 25 см. отъ ножного конца, а *b* находится какъ разъ по срединѣ длины ванны.

Если сравнить все три рисунка, то станет понятной общая форма ванны и форма ее верхнего отверстия, доходящая как раз до сечения *c* (рис. № 3), почему это сечение является уже замкну-

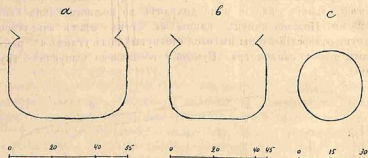


Рис. 3.

тым сверху. На внутренней поверхности ванны по средине ее высоты принаены медные колечки числом 20, которые, конечно, тоже покрыты полудой.

Внутри ванны по средине ее высоты повешена сетка сделанная из веревочек толщиной в 2 миллиметра. Сетка эта по своему обводу имеет ряд медных крючков, которые и зацепляются за колечки.

Снаружи ванна покрыта тремя слоями войлока. Слои эти расположены так, что швы войлока не приходится друг над другом. Войлок, конечно, предварительно высушен. Толщина каждого войлока около 0,7 сантиметра, т. е., все 3 слоя составляют около 2-х сантиметров толщины. Поверх войлока ванна обтянута толстой плотной парусиной, которая промазана непромокаемым составом, а затем выкрашена эмалевой краской. Вдоль верхнего отверстия ванны, по наружной стороне отгиба прилегающая парусина и войлок смазаны суриком, а затем обтянуты железным обручем, который затянуть вокруг ранта натуго, посредством стягивающего винта, находящегося у ножного конца отверстия; кроме того, этот железный обруч приклепан в 4-х местах к ранту отверстия. Весь этот обруч, конечно, тоже выкрашен эмалевой краской. У нижней выпускной трубы

парусина и войлок тоже на сурик и туго затянуты вокруг трубы медной проволокой. Таким образом, войлок отовсюду закрыт непромокаемой оболочкой и тем самым устраняется возможность его намокания и притяжения им влаги из воздуха. Внизу парусиной оболочки (по дну ванны) припечены к парусине две продольные полосы из парусины же шириною в 7 см. и длиною 145 сантиметров. Посредством этих полос прикрплены ко дну оболочки два деревянных полоза; на этих полозьях и стоит ванна, не касаясь другими местами нижней части своей оболочки стола, на который поставлена вся ванна. Обе полосы парусины и полозы тоже выкрашены эмалевой краской. Деревянный стол, на котором поставлена ванна, имеет следующие размеры: длина его = 250 сантиметров, ширина 122 сантиметра и высота 45 см. Стоит он на 6-ти ножках; размеры стола значительно больше ванны, что дает возможность подойти к ней отовсюду, находясь на стол. Вместимость ванны, если налить ее до краев около 220 литров; если же в ванну помещается человек, то тогда объем воды будет около 125—150 литров, смотря по объему помещенного человека. При среднем весе человека около 65—70 kilo, воды будет вмещаться 150 литров.

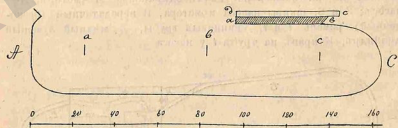


Рис. 4.

Ножная часть отверстия ванны на протяжении 40 сантиметров закрыта деревянной доской *a* *b* (рисунки 4 и 5) заштрихованной косыми черточками. Доска эта плотно пригнана к форме отверстия и между ней и отгибом проложена резина. Доска эта закреплена четырьмя медными винтами, проходящими насквозь ранта

отверстия. Поверх этой доски положена вторая доска квадратной формы, длиной и шириной по 43 см. (на 4-м и 5-м рисунках доска обозначена буквами  $d-c$  и не заштрихована). Эта доска привинчена к первой. Обѣ доски выкрашены со всѣхъ сторонъ эмалевой краской.

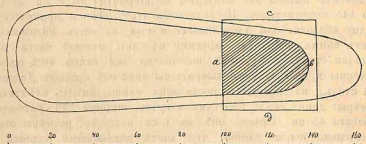


Рис. 5.

На доскѣ установленъ электромоторъ (М) и насосъ (N).

На рисункахъ 6-мъ и 7-мъ видно расположение двигателя и насоса. На 6-мъ рисункѣ имѣется видъ сверху, на 7-мъ сбоку. Обозначение на обоихъ рисункахъ одинаково: М—моторъ, N—насосъ; S и S, шкивы насоса и мотора, R передаточный (безконечный) ремень  $t$  и  $t_1$ , свинцовыя трубы, Z мѣдный луженый цилиндръ, K край на трубѣ  $t$  у насоса.

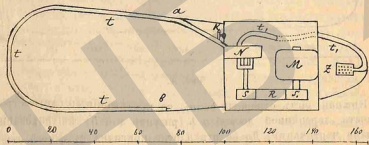


Рис. 6.

Изъ насоса идутъ двѣ свинцовыя трубы; одна изъ нихъ начинается въ нижнемъ концѣ ванны цилиндромъ Z, (на этомъ поломъ цилиндрѣ на всѣхъ стѣнкахъ имѣются дырочки), идетъ внутри ванны, поднимается къверху, проходитъ насосною обѣ доски

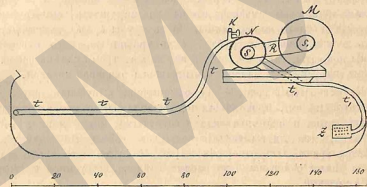


Рис. 7.

( $a-b$ ;  $d-c$ ) и входитъ въ насосъ въ центрѣ его задней стороны—это будетъ присасывающая труба насоса; на рисункахъ (6-мъ и 7-мъ) она обозначена буквами  $t_1-t_1$ , внутренний диаметръ этой трубы 1,25 см.

Съ верхней части периферии насоса начинается другая труба, которая, изгибаясь книзу, опускается въ ванну, достигаетъ середины ея высоты (уровень, гдѣ припаяны колечки для стѣнки) и на этомъ уровнѣ огибаетъ по стѣнкѣ ванны всю головную половину ванны—это будетъ выбрасывающая труба насоса. На рисункахъ 6-мъ и 7-мъ видно ея расположение; обозначена она буквами  $t-t$ . На протяженіи отъ насоса до уровня колечекъ, на трубѣ нѣтъ дырочекъ, на всемъ же остальномъ протяженіи отъ  $a$  до  $b$  имѣется рядъ дырочекъ; дырочки эти 3-хъ сортовъ: 1) горизонтальныя, 2) наискось къверху подъ угломъ  $45^\circ$ , и 3) наискось книзу подъ угломъ  $45^\circ$ ; кромѣ того всѣ эти отверстия имѣютъ небольшой уклонъ къ нижнему концу ванны. Конецъ трубы  $t-t$ ,  $b$  закрыть и въ немъ имѣется только небольшая дырочка. Такая же дырочка находится въ мѣстѣ  $a$ , гдѣ происходитъ переходъ

трубы из вертикального положения в горизонтальное. Труба эта прикреплена проволокой к колечкам. Тотчас около насоса имеется отверстие от трубы  $t-t$ , равного ей диаметра (1,25 см.), которое заканчивается краном К. Труба  $t_1-t_1$  при прохождении ее через доски, на которых расположены насос и мотор, вылана сурьковой замазкой, чтобы не нарушить герметическое закрытие ножного конца ванны. Часть трубы  $t_1-t_1$ , находящаяся над доской, насос и труба  $t-t$  до уровня верхнего отверстия ванны покрыты, так же, как и вся ванна, тремя слоями войлока, затѣм парусиной и наконец выкрашены эмалевой краской.

Къ отверстию  $t$  (рис. № 1) привинчена выпускная труба въ диаметръ 2,5 см., проходящая под настольной стола, на которомъ стоитъ ванна и оканчивающаяся загнутымъ вниз концомъ—эта труба служитъ для выпуска воды изъ ванны. По срединѣ ея имѣется кранъ. Отъ отверстия  $t$  (рис. № 1) до этого крана и эта труба также обложена 3-мя слоями войлока, парусиной и выкрашена краской.

Теперь перейду къ описанію насоса и электромотора. Описывал ихъ я буду предполагать, что наблюдатель стоитъ лицомъ къ ихъ шкивамъ такъ, что насосъ будетъ находиться отъ него влѣво, а моторъ вправо. При описаніи надо имѣть въ виду 6-й и 7-й рисунки.

Насосъ N центробѣжный; число оборотовъ его можетъ доходить до 2500 <sup>1)</sup> въ минуту; при данной установкѣ онъ даетъ (1500 оборотовъ) 20 литровъ въ 1 минуту.

Если открыть кранъ К, то полученное изъ него количество воды будетъ равняться половинѣ производительности насоса, потому что труба  $t-t$  и ея отверстіе къ крану К одинаковаго диаметра, а сумма площадей дырочекъ трубъ  $t-t$  равняется площади ея поперечнаго сѣченія. Чтобы пустить въ дѣйствіе насосъ, надо налить ванну водой такъ, чтобы уровень воды покрывалъ всѣ отверстія трубъ  $t-t$ , затѣмъ открыть кранъ К, всосать черезъ него воду и тотчасъ же закрыть кранъ К, т. е., прежде, чѣмъ пустить въ дѣйствіе насосъ, надо его и обѣ трубы наполнить во-

<sup>1)</sup> При этомъ числѣ оборотовъ насосъ даетъ 35 литровъ въ 1'.

доу, такъ какъ присасывающая сила насоса для воздуха очень мала, когда же онъ наполненъ водою, онъ будетъ дѣйствовать хорошо. (Плотность воздуха въ 770 <sup>\*\*</sup>) разъ меньше плотности воды).

Для смазки насоса имѣются два отверстія: одно тотчасъ же за шкивомъ, другое на сальникѣ насоса. Первое отверстие покрыто мѣдной отвинчивающейся шляпкой, второе открытое. Смазку насоса (вазелиномъ) приходится дѣлать раза 2 въ 1 часъ.

Для приведения въ дѣйствіе насоса имѣется электромоторъ (М). Моторъ этотъ рассчитанъ на однофазный токъ въ 105 вольтъ, съ 84 переѣмами въ 1 секунду (5000 переѣвъ въ 1 минуту)—таковой токъ даетъ электрическая станція Медицинской академіи. При работѣ моторъ даетъ 1300 оборотовъ въ минуту и работа его—0,2 лошадиной силы. Передача къ насосу безконечнымъ ремнемъ. Насосъ даетъ большое число оборотовъ, такъ какъ шкивъ его меньше шкива мотора.

Смазка оси мотора фитильная; близъ шкива и на другомъ концѣ оси якоря мотора имѣются цилиндрики, которые отверстия вытоены и въ нихъ до половины наливается вазелинъ; при завинчиваніи этихъ цилиндриковъ фитиль присасываетъ вазелинъ и передаетъ его оси. Вазелинъ, конечно, для смазыванія долженъ быть нагрѣтъ до жидкаго состоянія.

На стѣнѣ близъ ванны имѣется доска, на которой находится добавочное сопротивление и двухполюсный переключатель, для приведения мотора въ дѣйствіе. Если положить переключатель направо, то моторъ начнетъ работать давая 1200 оборотовъ въ минуту; при такомъ положеніи переключателя вводится въ дѣйствіе добавочное сопротивление и *обѣ* обмотки мотора: тонкая и толстая; затѣмъ мы переключаемъ токъ влѣво — тогда моторъ продолжаетъ работать, давая уже 1300 оборотовъ; при этомъ положеніи вводится только толстая обмотка мотора — *въ этомъ положеніи онъ и долженъ работать*. При включеніи обѣихъ обмотокъ моторъ не долженъ работать долго, такъ какъ вслѣдствіе включенія тонкой обмотки моторъ можетъ испортиться, и обмотка

<sup>\*\*</sup>) Физика Гано, стр. 155.

эта может перегореть. Это надо не забывать и следить, чтобы при работе ручка переключателя всегда находилась вправо. Так как ремень для передачи натянут туго, то даже при положении переключателя направо мотор не придет сам в действие, а потому лучше всего принять за правило пускать в действие мотор (и вместе с тем насос), положив ручку переключателя вправо и толкнуть от себя шкив мотора; тогда мотор начнет вращаться в сторону против движения солнца — это и будет должное вращение мотора и насоса. Чтобы остановить мотор, достаточно выключить ток, придав ручке среднее положение. Для соединения мотора с переключателем имеется два штепселя; черный надо вставлять в правое отверстие, а выкрашенный на половину белой краской — в левое отверстие, выкрашенное соответствующим образом. При невёрном вставлении штепселей и включении тока, перегорит предохранитель, находящийся на потолке коридора госпиталя близ магистрали электрического провода. (Ванна-калориметр находится в клинике профессора Яновского в ванной комнате № 32).

Доска с переключателем и добавочным сопротивлением находится на стене (около которой стоит стол с ванной-калориметром), направо; левые ванны на той же стене имеются деревянная полка на железных кронштейнах, на которую становится термограф системы Рашара<sup>\*</sup>). Этот термограф устроен по общему типу пишущих приборов Рашара с некоторыми изменениями, увеличивающими его чувствительность. Самый аппарат закрыт колпаком, имеющим в передней стенке стекло, из задней стенки аппарата выходит медная трубочка длиной в 150 сантиметров, заканчивающаяся спиралью. На протяжении 50 сантиметров (включая сюда и спираль) трубочка эта позолочена, чтобы часть ее, опускаемая в ванну, могла бы оставаться неизменной в разнообразных жидкостях. Если посмотреть на барабан аппарата сверху, то мы увидим там пуговку и рычажок. Пуговка закрывает отверстие для завода часового механизма барабана, который заводится ключом (толстой его поло-

виной) против солнца (влево). Полный оборот барабана происходит в 156 мин., и расстояние между риском начерченными красными кривыми чертами барабан проходит в 6 минут. Рычажок наверху барабана служит для приведения в действие часового механизма барабана: — если надавить рычажок — начинается движение барабана, поднимать рычажок — барабан останавливается. Прямо перед барабаном находится вертикальный стержень, прилегающий к нему, мы удаляем пишущий рычаг от барабана и тем прекращаем писание кривой температуры. На конец пишущего рычага надевается особое перо, в которое помещается капля специально приготовленных чернил (простая ушасе-треблять нельзя). У начала рычага имеется винчивающаяся пуговка, посредством которой можно регулировать степень прижатия рычага, а вместе с ним и пера к барабану. Перо должно очень слабо касаться барабана, потому что только при этом условии оно будет точно записывать кривую температуры. Необходимо также следить, чтобы чернила не попадали бы ни на какие части аппарата, так как вследствие их жидкости они могут испортить аппарат. Чернила в перо могут находиться около недели, и только раз в неделю следует промывать перо в дистиллированной воде. Перед каждым действием аппарата, а также при перемене листка бумаги на барабан, нужно проверить установку пишущего рычага посредством сравнения с ртутным термометром. Для регуляции служить штифтик, находящийся посредствии аппарата над верхней кривой пластинкой, который по желанию может быть вращаем посредством того же ключа, что и для завода часового механизма. Другая (меньшая) половина этого ключа приспособлена для вращения маленького штифтика, находящегося над началом рычага и служащего для ограничения его подвижности вниз. На листках имеются горизонтальные черточки для обозначения температуры между + 8 и + 47° С. Каждый градус занимает 4 миллиметра.

Весь аппарат находится на полке, а вышеупомянутая спираль опускается в ванну под сетку, и таким образом аппарат, будучи приведен в действие непрерывно, записывает температуру воды ванны. Часть трубочки от аппарата до спирали не чувствительна к колебаниям температуры окружающей среды.

\* Сделан Рашаром (в Париже) по специальному заказу.

Комната, въ которой находится ванна-калориметръ, удобна для поддерживанія опредѣленной температуры въ ней, потому что въ одной части ея находится помѣщеніе для горячихъ воздушныхъ ваннъ, и кромѣ того имѣется дверь въ корридоръ.

Отворяя дверь въ корридоръ, мы можемъ понижать температуру комнаты, отворяя же дверь въ теплую воздушную ванну, мы получимъ притокъ теплаго воздуха.

Описавъ ванну и всѣ ея части, я перехожу къ указанію, почему и съ какою цѣлью было предпринято известное устройство аппарата.

Ванна сдѣлана такой формы, что облегалъ со всѣхъ сторонъ человѣка, она не съсѣняетъ его—онъ находится въ свободномъ положеніи и, между тѣмъ, количество воды вѣсакъ не велико 125—150 метровъ, и вода вездѣ покрываетъ тѣло человѣка.

Съ другой стороны, форма ванны такова, что нигдѣ не имѣется угловъ; это необходимо, чтобы смѣшеніе воды могло быть совершенно. Прежде чѣмъ дѣлать ванну, я пробовалъ разнообразными способами смѣшивать воду въ сосудахъ различной формы, при чемъ оказалось, что наибольшая разниа температуры воды получалась въ углахъ сосудовъ. Напримѣръ, я взялъ сосудъ, имѣющій форму призмы съ квадратнымъ дномъ, сталъ мѣшать воду вертикально вращающейся мѣшалкой. При этомъ получилось, что объемъ воды, соответствующій цилиндру, вписанному въ призму, былъ смѣшанъ хорошо, въ углахъ же сосуда разниа температуры достигала до  $0,3^{\circ}$  С. Вотъ почему въ ваннѣ нѣтъ нигдѣ угловъ, а вездѣ закругленія.

Всѣ части аппарата, въ которыхъ проходитъ или находится вода, покрыты оболочкой изъ войлока и парусины, чтобы по возможности уменьшить теплоотдачу лучеиспусканіемъ съ этихъ поверхностей, а также проведеніемъ. Чтобы еще уменьшить это послѣднее, ванна поставлена на полой и стоитъ на деревянномъ столѣ. Такимъ образомъ вся теплоотдача ванны будетъ происходить почти исключительно съ поверхности воды. Теплоотдача проведеніемъ и лучеиспусканіемъ съ поверхности боковъ и дна ванны рѣзко измѣняется въ зависимости отъ окружающихъ условий, и уменьшеніе этихъ формъ теплоотдачи должно дѣлать остываніе

равномѣрнымъ. Кромѣ того, вообще, уменьшеніе теплопотерь ванны желательно съ цѣлью сдѣлать колебанія ея температуры болѣе рѣзкими отъ помѣщенія туда человѣка, а также и съ цѣлью уменьшенія общей ошибки при вычисленіи (смотри стр. 27).

Для смѣшенія воды въ ваннѣ установлены насосъ и двигатель. Насосъ выбранъ центробѣжный, такъ какъ такіе насосы удобны для работы съ электромоторомъ и, кромѣ того, давая большое число оборотовъ, они даютъ полное смѣшеніе воды въ самомъ насосѣ; производительность насоса достаточна для смѣшенія воды въ ваннѣ, а вмѣстѣ съ тѣмъ давленіе въ трубахъ невелико и вслѣдствіе этого нагреваніе воды отъ смѣшенія должно быть тоже незначительно. Самое же важное, это полная равномерность дѣйствія насоса, что необходимо для вычисленія поправки на нагреваніе отъ смѣшенія. Кромѣ того, если бы давленіе въ трубахъ было значительно, можно было бы ожидать вліяніе удара воды о тѣло находящагося тамъ человѣка.

Направленіе отверстій дырочекъ имѣть дѣлать вызвать токъ воды, омывающей со всѣхъ сторонъ человѣка и протекающей отъ плечъ къ ногамъ и затѣмъ уже поступающей въ цилиндръ Z (рис. № 6 и 7). Цилиндръ сдѣланъ дырчатымъ, чтобы присасывать воду со всѣхъ своихъ поверхностей.

Двигатель выбранъ электрической (а не керосиновой или бензиновой), какъ вполне равномерно работающей и дающей ничтожное количество тепла.

При аппаратѣ имѣется термографъ. Записи термографа, конечно, не могутъ быть такъ же точны, какъ показанія ртутнаго термометра, но здѣсь надо имѣть въ виду непрерывность записи, полученіе кривой и возможность изучать двумя путями измѣненіе температуры ванны.

Весь методъ опредѣленія теплообмѣна между ванной и находящимся въ ней человѣкомъ основывается на правильности остыванія ванны и, если этой правильности не существуетъ, то вся методика будетъ ошибочна. Поэтому прежде всего я рѣшилъ изслѣдовать остываніе воды въ ваннѣ. При этомъ я старался поддерживать температуру комнаты на опредѣленномъ уровнѣ; вода въ ваннѣ непрерывно смѣшивалась дѣйствіемъ насоса. Каждый опытъ продолжался 2 часа, а слѣдующій производился уже на

другой день и для начала опыта бралась та температура ванны, на которой остановились въ предыдущемъ опытѣ, а температура комнаты поддерживалась по возможности всегда на одной же высотѣ. Болѣе 2-хъ часовъ опытъ вести утомительно, да и кромѣ того воздухъ комнаты всетаки насыщается парами, и условия опыта такимъ образомъ измѣняются. Исслѣдованіе производилось со 150 литрами воды. Температура отмѣчалась каждые 5 минутъ (вслѣдствіи я опущу способъ отмѣтки и записи температуры).

Температура комнаты во время этихъ 3-хъ опытовъ (по 2 часа каждый) поддерживалась на уровнѣ 25,0° С., при чемъ колебанія ея были между 24,8—25,2° С.

1-ая ТАБЛИЦА.

Время.	Температура воды ванны.	Разность за 5'.	То-же за 20'.	Время.	Температура воды ванны.	Разность за 5'.	То-же за 20'.
12 ч. — м.	40,00			1 ч. 25 м.	37,30		
>> 5 >	39,81	0,19	0,73	>> 30 >	37,16	0,14	0,54
>> 10 >	39,63	0,18		>> 35 >	37,03	0,14	
>> 15 >	39,45	0,18		>> 40 >	36,90	0,13	
>> 20 >	39,27	0,18		>> 45 >	36,77	0,13	
>> 25 >	39,09	0,18	0,67	>> 50 >	36,64	0,13	0,50
>> 30 >	38,92	0,17		>> 55 >	36,52	0,12	
>> 35 >	38,76	0,16		2 > — >	36,40	0,13	
>> 40 >	38,60	0,16		2 > 5 * >	36,28	0,12	
>> 45 >	38,44	0,16	0,60	>> 10 >	36,16	0,12	0,48
>> 50 >	38,29	0,15		>> 15 >	36,04	0,12	
>> 55 >	38,14	0,15		>> 20 >	35,92	0,12	
1 > — >	38,00	0,14		>> 25 >	35,80	0,12	
>> 5 >	37,85	0,15	0,56	>> 30 >	35,69	0,12	0,46
>> 10 >	37,71	0,14		>> 35 >	35,57	0,11	
>> 15 >	37,57	0,14		>> 40 >	35,46	0,12	
>> 20 >	37,44	0,13		>> 45 >	35,35	0,11	

\*) Часы опыта пересчитаны на часы какъ-бы продолженіе опыта такъ, что 2 поставлено вмѣсто 12 ч. второго опыта и т. д.

Время.	Температура воды ванны.	Разность за 5'.	То-же за 20'.	Время.	Температура воды ванны.	Разность за 5'.	То-же за 20'.
2 ч. 50 м.	35,23			4 ч. 30 м.	33,25		
>> 55 >	35,12	0,12	0,44	>> 35 >	33,16	0,09	0,37
3 > — >	35,01	0,11		>> 40 >	33,07	0,10	
>> 5 >	34,90	0,10		>> 45 >	32,98	0,09	
>> 10 >	34,80	0,10		>> 50 >	32,89	0,09	
>> 15 >	34,69	0,10	0,42	>> 55 >	32,80	0,09	0,36
>> 20 >	34,59	0,10		5 > — >	32,71	0,09	
>> 25 >	34,49	0,11		>> 5 >	32,62	0,09	
>> 30 >	34,39	0,10		>> 10 >	32,53	0,09	
>> 35 >	34,29	0,10	0,40	>> 15 >	32,44	0,09	0,35
>> 40 >	34,19	0,10		>> 20 >	32,36	0,09	
>> 45 >	34,09	0,10		>> 25 >	32,27	0,08	
>> 50 >	33,99	0,10		>> 30 >	32,18	0,09	
>> 55 >	33,90	0,10	0,38	>> 35 >	32,10	0,09	0,34
4 > — >	33,81	0,09		>> 40 >	32,02	0,08	
>> 5 >	33,71	0,09		>> 45 >	31,93	0,08	
>> 10 >	33,62	0,10		>> 50 >	31,85	0,08	
>> 15 >	33,53	0,09	0,37	>> 55 >	31,77	0,08	0,32
>> 20 >	33,44	0,09		6 > — >	31,69	0,08	
>> 25 >	33,35	0,09					

Разсматривая эту таблицу остывания 150 литров \*) при постоянном смѣшеніи, мы видимъ, что остываніе идетъ почти съ математическою правильностью. Если же попробовать вычислить величину остыванія за 20 минутъ, взявши среднеарметическое изъ двухъ остываній: предыдущаго и послѣдующаго періода за 20 минутъ, то получается или вполнѣ точная величина или величина съ ошибкой не превосходящей 0,005° С.

Изъ этого можно сдѣлать выводъ, что вычисленіе средняго остыванія можетъ давать очень точныя данныя, если только теплоотдача ванны будетъ происходить почти исключительно съ поверхности жидкости, и температура комнаты будетъ поддерживаться на опредѣленномъ уровнѣ, съ небольшими кратковременными колебаніями.

Убѣдившись, что остываніе 150 литровъ, при вышеуказанныхъ условіяхъ опыта, идетъ съ большею правильностью, я предположилъ, что теплоотдача ванны въ окружающую среду происходитъ почти исключительно съ поверхности жидкости. Чтобы проверить это предположеніе, я рѣшилъ изслѣдовать остываніе при тѣхъ же условіяхъ (т. е. при температурѣ комнаты 25° С. и при постоянномъ смѣшваніи) уже не 150 литровъ, а 200 ¹).

При этомъ поверхность жидкости остается такою же, какъ и въ опытѣ съ 150 литрами, начальная температура воды взята та же, т. е., 40° С. Если предположеніе, что теплоотдача идетъ только съ поверхности жидкости, справедливо, то скорости остыванія 150 и 200 литровъ должны быть обратно пропорціональны массамъ (начальная температура одна и та же 40° С.), а произведеніе изъ скорости остыванія на массу должно быть величиной постоянной, т. е. и 150 и 200 литровъ за часъ должны потерять одно и то же количество калорій тепла.

\*) Воды называлось въ действительности не 150 литровъ, а 147; 3,0 килокалорій тепловой эквивалентъ аппарата. Во всѣхъ слѣдующихъ опытахъ всѣхъ такъ же онъ принятъ въ расчетъ, т. е., при 200,0 воды было 197 литровъ.

¹) Отношеніе 150 и 200 къ теплоемкости комнаты остается почти однимъ и тѣмъ же, а отношеніе 150 : 200 уже замѣтно, поэтому надо ожидать результатовъ опыта какъ бы при прочихъ равныхъ условіяхъ.

Самое производство опыта было то же, что и со 150 литрами. Результаты получились слѣдующіе:

Па-я ТАБЛИЦА.

Время.	Температура подъ ванной.	Разность за 5'.	То-же за 20'.	Время.	Температура подъ ванной.	Разность за 5'.	То-же за 20'.
12 ч. — м.	40,00			2 ч. — м.	37,28		
» » 5 »	39,87	0,13	0,51	» » 5 »	37,18	0,10	0,88
» » 10 »	39,74	0,13		» » 10 »	37,08	0,10	
» » 15 »	39,61	0,13	0,48	» » 15 »	36,99	0,09	0,36
» » 20 »	39,49	0,12		» » 20 »	36,90	0,09	
» » 25 »	39,37	0,12	0,46	» » 25 »	36,81	0,09	0,34
» » 30 »	39,25	0,12		» » 30 »	36,72	0,09	
» » 35 »	39,13	0,12	0,44	» » 35 »	36,63	0,09	0,32
» » 40 »	39,01	0,12		» » 40 »	36,54	0,08	
» » 45 »	38,89	0,12	0,42	» » 45 »	36,45	0,08	0,30
» » 50 »	38,77	0,11		» » 50 »	36,36	0,08	
» » 55 »	38,66	0,11	0,41	» » 55 »	36,28	0,08	0,28
1 — —	38,55	0,11		3 — —	36,20	0,08	
» » 5 »	38,44	0,11	0,41	» » 5 »	36,12	0,08	0,30
» » 10 »	38,33	0,11		» » 10 »	36,04	0,08	
» » 15 »	38,22	0,11	0,42	» » 15 »	35,96	0,08	0,28
» » 20 »	38,11	0,11		» » 20 »	35,88	0,08	
» » 25 »	38,00	0,11	0,41	» » 25 »	35,80	0,08	0,28
» » 30 »	37,89	0,11		» » 30 »	35,72	0,07	
» » 35 »	37,79	0,10	0,41	» » 35 »	35,65	0,07	0,28
» » 40 »	37,69	0,10		» » 40 »	35,58	0,07	
» » 45 »	37,59	0,10	0,41	» » 45 »	35,51	0,07	0,28
» » 50 »	37,48	0,11		» » 50 »	35,44	0,07	
» » 55 »	37,38	0,10	0,41	» » 55 »	35,37	0,07	0,28
2 — —	37,28	0,10		4 — —	35,30	0,07	



Разсматривая эту таблицу, мы опять находим, что вычисление средняго остывания посредством среднеарифметической из остывания предыдущаго и послѣдующаго периодовъ даетъ, или вполне точную величину, или же величину съ ошибкой, не превосходящей 0,005° С. Кромѣ того, если сравнить скорости остыванія 150 литровъ и 200, то мы получимъ нижеслѣдующую таблицку № 3.

Для 150 литровъ.		Килокалорій.	Для 200 литровъ.		Килокалорій.
За первый часъ . . .	2,0°С	300,0	За первый часъ . . .	1,45°С	290,0
За второй » . . .	1,60°С	240,0	За второй » . . .	1,27°С	254,0
За третій » . . .	1,38°С	207,0	За третій » . . .	1,06°С	216,0
За четвергъ » . . .	1,21°С	181,5	За четвергъ » . . .	0,90°С	180,0
Всего . . .		6,19 928,5	Всего . . .		4,70°С 940,0
Остываніе.		Потери тепла.	Остываніе		Потери тепла.

Изъ таблицы № 3 видно, что количества калорій, потерянныхъ за 1 часъ, вслѣдствіе остыванія 150 и 200 литрами, близки другъ къ другу, и общія теплопотери за 4 часа для 150 литровъ будетъ 928,5, а для 200 литровъ 940,0, т. е. что разница всего будетъ только 11,5 килокалорій на 940,0, что составитъ только 1,22% разницы. Такая небольшая ошибка даетъ право думать, что теплоотдача лученспусканіемъ съ поверхности боковъ ванны, дна, и теплопотери проведеніемъ ничтожны и что вса теплопотери ванны идетъ почти исключительно съ поверхности воды, благодаря чему и удается получить такія правильныя таблицы для остыванія воды, что необходимо, какъ основное условіе самой методики. Ошибка же 1,22% можетъ зависѣть отъ получающейся неизбѣжно нѣкоторой разницы условій опыта со 150 и 200 литрами воды.

Кромѣ этого способа <sup>1)</sup>, можно еще иначе произвести повѣрку.

<sup>1)</sup> Таблица № 3.

Для остыванія воды, разъ оно идетъ правильно, мы имѣемъ въ физикѣ <sup>2)</sup> формулу

$$\lg t_0 - \lg t = K \frac{Z}{P}, \dots \dots \dots (7)$$

гдѣ  $t_0$  и  $t$  начальная и конечная температуры за извѣстный промежутокъ времени,  $Z$  промежутокъ времени въ минутахъ,  $P$  масса воды, а  $K$  постоянный коэффициентъ, пропорціональный поверхности охлажденія и зависящій отъ ея специальныхъ свойствъ. Попробуемъ приложить эту формулу къ таблицѣ № 1-й и 2-й.

Изъ этой формулы мы прежде всего видимъ, что

$$K = \frac{(\lg t_0 - \lg t) \cdot P}{Z} \dots \dots \dots (8)$$

т. е. будетъ величиною постоянной.

Подставимъ въ эту формулу данныя за 4 часа изъ первой и второй таблицы, тогда получимъ:

$$\text{Для 1-й таблицы (для 150 литровъ)} K = \frac{(\lg 40,0 - \lg 33,81) \cdot 150}{240} = \frac{(1,60206 - 1,52905) \cdot 150}{240} = 0,045625,$$

$$\text{а для 2-й таблицы (для 200 литровъ)} K = \frac{(\lg 40,00 - \lg 35,30) \cdot 200}{240} = \frac{(1,60206 - 1,54777) \cdot 200}{240} = 0,045242.$$

Такимъ образомъ мы видимъ, что  $K$  въ обоихъ случаяхъ остается почти безъ переменъ и можетъ быть принятъ приблизительно = 0,045.

Это даетъ право думать, что теплоотдача происходитъ въ ваннѣ почти исключительно съ поверхности воды, такъ какъ, если бы она происходила замѣтнымъ образомъ еще какъ-нибудь иначе, то тогда не получились бы такія близкія цифры при вычисленіи  $K$  по той и другой таблицамъ.

<sup>2)</sup> Физика Хвольсона.

Если мы для каждой из таблиц (1-я и 2-я) напомним формулу остывания за тот же промежуток времени и при одинаковой начальной температурѣ, то получимъ

$$\text{для I таблицы } lgt_0 - lgt = K \frac{z}{P}$$

$$\text{» II » } lgt_0 - lgt_1 = K \frac{z}{P_1}$$

Раздѣливъ вторую формулу на первую, получимъ:

$$\frac{lgt_0 - lgt_1}{lgt_0 - lgt} = \frac{P}{P_1} \dots \dots \dots (9)$$

Подставимъ данныя изъ обѣихъ таблицъ за 4 часа и тогда

$$\frac{lgt_{40,0} - lgt_{35,3}}{lgt_{40,0} - lgt_{33,81}} = \frac{150}{200} = 0,75.$$

Произведя дѣйствія въ лѣвой половинѣ уравненія, мы найдемъ ея равной 0,744, т. е., очень близкой къ 0,75—это и будетъ еще разъ повтореніемъ проверки указанной въ таблицѣ № 3, но въ болѣе точномъ видѣ, указывающемъ, что при остываніи разности логарифмовъ температуръ обратно пропорціональны массамъ воды (формула № 9).

И при такомъ способѣ проверки мы видимъ, что формула остыванія воды (на стр. 45 № 7) приложима къ таблицамъ, т. е., что остываніе въ нашей ваннѣ есть явленіе, идущее правильно.

Опытовъ съ остываніемъ воды было произведено мною нѣсколько и при разныхъ температурахъ, но я привелъ только 2 таблицы (для 150 — 200 литровъ) при температурѣ 25° С. воздуха, потому что въ комнатѣ, гдѣ стоитъ ванна-калориметръ, легче всего поддерживать эту температуру и при ней было произведено большинство и другихъ опытовъ. Такъ какъ каждый разъ при опытѣ условія мѣняются, то, конечно, каждый разъ придется эмпирически вычислять остываніе за 1-й и 3-й періоды и отсюда уже выводиться предполагаемое остываніе за время нахождения въ ваннѣ человѣка, пользоваться же таблицами (№ 1 и 2) для подсчетовъ остыванія въ другихъ опытахъ нельзя.

Слѣдующее условіе, которому необходимо удовлетворить, это равномерность температуры во всѣхъ частяхъ ванны. Чтобы изслѣдовать вопросъ о смѣшеніи, я произвелъ рядъ опытовъ, причемъ каждый видъ опыта былъ сдѣланъ по 4 раза, а въ нижеуказанныхъ данныхъ приведено для образца по 1-му опыту.

О п ы т ь № 1.

Налито въ ванну 140,0 \*) литровъ воды температуры 25,0° С., затѣмъ осторожно сверху прилито 10,0 литровъ воды 5° С., а затѣмъ двумя проверенными термометрами съ дѣлениями на  $\frac{1}{50}$ ° С. въ разныхъ мѣстахъ на днѣ и въ верхнемъ слое измѣрялось температура.

1 ч. 20 м.	Тотчасъ послѣ прилитія воды.	Разница до 3—3,5° С.
1 ч. 25 м.	Черезъ 5 мин.	» » 1,6 »
1 ч. 30 м.	» 10 » »	» » 1,4 »
1 ч. 35 м.	» 15 » »	» » 1,25 »
1 ч. 38 м.	» 3 » смѣшеніе насосомъ.	Нѣтъ разницы нигдѣ.

О п ы т ь № 2.

Налито въ ванну 140 литровъ воды 30° С., затѣмъ прилито 10,0 литровъ кипятку. Измѣреніе температуры такъ же, какъ въ первомъ опытѣ даю слѣдующіе результаты:

1 ч. 55 м.	Тотчасъ послѣ прилитія воды.	Разница до 4—4,5° С.
2 ч. — м.	Черезъ 5 мин.	» » 1,5 »
2 ч. 5 м.	» 10 » »	» » 1,3 »
2 ч. 10 м.	» 15 » »	» » 1,1 »
2 ч. 13 м.	» 3 » смѣшеніе насосомъ.	Нѣтъ разницы нигдѣ.

\*) Всѣхъ въ дѣйствительности воды было на 3 литра меньше, такъ какъ 3 тепловой эквивалентъ ванны.

## Опыт № 3.

Налито 140 литров воды температуры  $25^{\circ}\text{C}$ ., прилито 10 литров воды температуры  $5^{\circ}\text{C}$ ., затѣмъ рукой производилось энергичное смѣшиваніе воды въ продолженіи 3-хъ минутъ и, по окончаніи смѣшеніи, измѣрена температура на днѣ и въ верхнемъ слоеѣ. Найдена разнида  $0,02^{\circ}\text{C}$ .. Послѣ этого производилось смѣшеніе насосомъ и уже черезъ 30 секундъ разниды температуры найти не удавалось.

## Опыт № 4.

Воды взято 140 литров температуры  $30^{\circ}$  и прилито 10 литров кипятку. Произведено энергичное смѣшиваніе рукой въ продолженіи 3-хъ минутъ и по окончаніи смѣшеніи найдена разнида въ  $0,02^{\circ}\text{C}$  между верхнемъ и нижнимъ слоями. Послѣ  $30^{\circ}$  дѣйствія насоса разнида эта исчезла и нигдѣ не удалось поднѣмать разниды даже въ  $0,005^{\circ}\text{C}$ ..

Изъ этихъ четырехъ опытовъ видно что: -1) вода само собою смѣшивается крайне медленно, такъ какъ даже черезъ 15 минутъ разнида температуры слоеѣ больше  $1^{\circ}\text{C}$ .; 2) что для смѣшенія воды въ такомъ состояніи насосомъ требуется 3 минуты; 3) что смѣшеніе рукой, даже энергичное, не уничтожаетъ разниды  $0,02^{\circ}\text{C}$ ., т. е., что этимъ способомъ смѣшать воду вполнѣ не удастся и 4) что для уничтоженія разниды въ  $0,02\text{C}$  достаточно смѣшенія насосомъ въ продолженіи 30 секундъ.

Для опредѣленія совершенства смѣшенія воды насосомъ я произвелъ дѣльный рядъ опытовъ при разныхъ температурахъ, подливая то холодную, то теплую или горячую воду, измѣняя количество воды отъ 150 до 200 литровъ и при всѣхъ этихъ условіяхъ, измѣряя температуру въ самыхъ разнообразныхъ слояхъ и мѣстахъ ванны, уже черезъ 3 — 4 минуты мнѣ не удавалось уловить разниды температуры, хотя на термометрахъ, дѣленныхъ на  $\frac{1}{50}^{\circ}\text{C}$ .. можно отсчитывать до  $0,005^{\circ}\text{C}$ .. При такихъ опытахъ оказалось, что температура воды не играетъ особой роли,

количество же воды имѣть значеніе. При 150 литрахъ воды полное смѣшеніе наступало черезъ 3 минуты, при 200 же литрахъ черезъ 4 минуты, при 175 литрахъ приблизительно черезъ  $3\frac{1}{2}$  минуты.

## Опыт № 5.

150 литровъ воды смѣшано дѣйствіемъ насоса и затѣмъ смѣшеніе прекращено въ 2 ч. 10 м. Измѣреніе температуры на днѣ и на верху дало слѣдующее:

	На верху.	На днѣ.	Разнида.
2 ч. 10 мин.	32,34	32,34	0,0
> 12 >	32,32	32,31	0,01
> 15 >	32,21	32,20	0,01
> 18 >	32,13	32,12	0,01
> 20 >	32,12	32,11	0,01
> 23 >	32,10	32,08	0,02
> 25 >	32,08	32,05	0,03
> 40 >	31,84	32,81	0,03

Затѣмъ произведено смѣшеніе насосомъ въ продолженіи 30 секундъ и разниду уловить уже не удастся.

Изъ опыта № 5 видно, что, если смѣшать воду и затѣмъ прекратить смѣшеніе, то уже черезъ 2 минуты разнида достигаетъ въ  $0,01^{\circ}\text{C}$ ., которая и держится до 10 минутъ, а при дальнѣйшемъ стояніи разнида эта увеличивается до  $0,03^{\circ}\text{C}$ .. Больше этой разниды не получается, хотя я и пробовалъ еще черезъ 15 минутъ стоянія, не смѣшивая воду, опредѣлять разниду. Смѣшеніе насосомъ въ продолженіи 30 секундъ снова сбѣгло воду (150 литровъ) равнотемпературной.

## О п ы т ь № 6.

Въ ванну 150 литровъ воды посаженъ человекъ, а затѣмъ произведено измѣреніе температуры въ разныхъ мѣстахъ. Вода не смѣшивается ни чѣмъ. Температура ванны 30,13° С.:

Температура около стѣнки ванны.	Около тѣла человека (1 сант.).	Разница.
30,14	30,19	0,05° С.
30,15	30,20	0,05 >
30,20	30,26	0,06 >

Измѣряя температуру на днѣ и въ верхнихъ слояхъ за это же время получены слѣдующія данныя:

На днѣ.	На верху.	Разница.
30,10	30,20	0,10° С.
30,15	30,24	0,09 >
30,17	30,26	0,09 >

Черезъ 2 минуты дѣйствія насоса разницѣ нигдѣ нѣтъ, и только на разстояніи менѣе 0,5 сантиметра отъ тѣла человека термометръ начинаетъ показывать повышение температуры отъ 0,02 до 0,04° С. Тогда какъ безъ смѣшенія уже за 1,5 отъ тѣла человека получалось повышение въ 0,01° С., а мѣстами даже и до 0,02° С.

## О п ы т ь № 7.

Въ той же ваннѣ, что въ опытѣ № 6, сидящій въ ней человекъ для смѣшенія произвелъ 20 раскачиваній въ 1 минуту турловищемъ тѣла (какъ у Лефевра см. стр. 22) и затѣмъ измѣрена температура въ разныхъ мѣстахъ.

У стѣнки ванны.	У тѣла человека (на разстояніи 1 сант.)	Разность.
30,22	30,24	0,02° С.
На днѣ.	На верху.	
30,18	30,22	0,04 >

Черезъ 1 минуту смѣшенія насосомъ разница эта уже исчезла.

## О п ы т ь № 8.

Въ ванну 150 литровъ температуры 30° С. помѣщенъ человекъ. Температура измѣряется въ разныхъ мѣстахъ. На днѣ, на верху, у стѣнки ванны, у тѣла человека начиная съ разстоянія отъ тѣла въ 2 см. и до 0,5 см. отъ тѣла. Черезъ 2 минуты смѣшенія насосомъ нѣтъ нигдѣ замѣтной разницы даже въ 0,005° С. и только ближе 0,5 сантм. отъ тѣла человека термометръ начинаетъ показывать повышение температуры.

Такимъ образомъ изъ опытовъ надъ смѣшиваніемъ воды мы видимъ 1) что насосъ воду смѣшиваетъ совершенно черезъ 3 минуты, 2) вода, смѣшанная и затѣмъ оставленная безъ смѣшенія распределяется слоями не равномерной температуры, 3) что при помѣщеніи человека въ ванну и безъ смѣшанія воды, при этомъ получаются разницы температуры, достигающія до 0,10° С. и что вокругъ человека образуется слой воды толщиной около 1,0 — 1,5 сантиметровъ, температура котораго выше на 0,3 — 0,4° С., чѣмъ въ ваннѣ, 4) для уничтоженія этой разницы довольно 2-хъ минутъ дѣйствія насоса, 5) что смѣшеніе раскачиваніемъ тѣла несовершенно и что при этомъ разница температуры все-таки можетъ достигать даже 0,2—0,04° С., 6) что при помѣщеніи человека въ ванну вездѣ одинаковая и только ближе 0,5 сантиметра отъ тѣла человека температура выше, т. е., человекъ окруженъ тонкимъ слоемъ воды въ 0,5 сантиметра, гдѣ и происходитъ теплообмѣнъ съ ванной.

Рядъ подобныхъ же опытовъ, произведенныхъ надъ горячими ваннами (отъ 40 — 38° С.) далъ аналогичные результаты съ тою

только разницею, что близъ тѣла человѣка температура была выше, чѣмъ въ ваннѣ.

На основаніи всѣхъ вышеизложенныхъ наблюденій надъ смѣшеніемъ воды, можно сдѣлать слѣдующіе окончательные выводы:

1) Только смѣшеніе насосомъ даетъ хорошіе результаты; при этомъ а) для смѣшенія воды (150 литровъ) любой температуры достаточно 3-хъ минутъ; б) для смѣшенія воды, разниці температуры которой въ разныхъ слояхъ невелика (0,05—0,10°) достаточно 30 секундъ; в) если находится въ ваннѣ человѣкъ и вода за это время не смѣшивается, то для смѣшенія достаточно 2 минуты; д) если же при томъ же условіи вода смѣшивалась движеніемъ туловища, то для окончательнаго смѣшенія достаточно 1 минуты дѣйствія насоса.

2) Смѣшеніе воды рукой, движеніями туловища и т. п. не уничтожаетъ разницѣ температуры въ 0,02—0,03° С.

3) Чтобы поддерживать воду въ равнотемпературномъ состояніи надо непрерывно производить смѣшеніе насосомъ.

Во всѣхъ предыдущихъ опытахъ, а также при изслѣдованіи остыванія 150 и 200 литровъ, въ дѣйствительности воды бралось на 3 литра меньше т. е. 147 вмѣсто 150; 197 вмѣсто 200 и т. п. Это было сдѣлано такъ потому, что тепловой эквивалентъ всего аппарата (т. е. ванны, насосы и трубы) равняется 3,0 килокалоріямъ. То-же самое надо не забывать и при всѣхъ дальнѣйшихъ опытахъ<sup>1)</sup>, гдѣ я уже не буду оговариваться объ этой поправкѣ.

Чтобы указать какимъ образомъ былъ опредѣленъ тепловой эквивалентъ аппарата я опишу 4 произведенные для этого опыта. Во всѣхъ этихъ опытахъ наливалось опредѣленное количество воды опредѣленной температуры, а затѣмъ приливалось 10 литровъ воды другой температуры и высчитывалась потеря тепла для нагреванія аппарата на 1° С; чтобы сдѣлать поправку на остываніе температура отсчитывалась черезъ 5 минутъ послѣ момента смѣшенія, а остываніе опредѣлялось за 5 минутъ до и послѣ пятиминутнаго періода, когда происходило смѣшеніе воды. Насосомъ

<sup>1)</sup> Кромѣ 4-хъ опытахъ для опредѣленія теплового эквивалента аппарата, гдѣ вода бралась, то количество, что указано въ текстѣ.

производилось, конечно, смѣшеніе все время; т. е. 15 минутъ. Во всѣхъ этихъ 4-хъ опытахъ въ 1-й граффѣ указаны количества воды, во второй ея температура, а въ третьей соответствующее число калорій (килокалорій).

Опытъ № 9.

130 литровъ.	30° С	3900,0 килокал.
10 "	48° С	480,0 "
Получилось:		4390,0 "
140 "	31,18°	—4365,2 "
Остываніе за 5 минутъ 0,080° С		14,8 "
140,0 × 0,080 = 11,2		11,2 "
		на 1,26° 3,6 "
		на 1° С = 2,858 "

Опытъ № 10.

140,0 литровъ.	Температура 32° С	4480,0 "
10 "	45°	450,0 "
Получилось:		4930,0 "
150 "	32,78	—4917,0 "
Остываніе за 5 минутъ = 0,07		13,0 "
150,0 × 0,007 = 10,5		—10,5 "
		на 0,85 2,5 "
		на 1° С = 2,941 "

## Опыт № 11.

140,0 литров.	Температуры 25° C	3500,0 килокал.
10,0 >	44° C	440,0 >
		<hr/> 3940,0 >
Получилось:		
150,0 >	Температуры 26,22°	—3933,0 >
Остывание за 5 минут 0,02 C°		7,0 >
150,0 × 0,02° C = 3,0		— 3,0 >
	на 1,24° C	4,0 >
	на 1°	<u>= 3,225 &gt;</u>

## Опыт № 12.

187,0 литров.	Температуры 25,0° C	4685,0 >
10 >	5° C	50,0 >
		<hr/> 4735,00 >
Получилось:		
197,0 >	Температуры 24,02	—4731,94 >
Остывание не было, так как темпер.	на 1,02—	3,06 >
комнаты была близка к темпер. воды	на 1° =	3,00 >

В этом опыте сначала комната была холоднее (на 0,5°), а во второй половине опыта теплее на столько же (то же на 0,5° C).

Разматривая эти 4 опыта (9, 10, 11 и 12), мы замечаем, что величины теплового эквивалента при всех определениях мало разнятся между собою — наибольшая разница 0,367. Взавши среднее из 4-х величин, мы получаем 3,006, которая очень близка к величине полученной в 4-м опыте, как и нужно ожидать, так как этот опыт был произведен наиболее

точно, т. е., без поправки на остывание, которая была исключена. Из этих же опытов мы видим, что аппарат дает возможность уловить величину 0,4 килокалорий что, впрочем, и будет предельно наименьшей ошибкой.

Поправка на нагревание от смешения в этих опытах не делалась потому, что остывание за каждые 5 минут определялось за все 3 периода при постоянном смешении.

Производя смешение работой насоса и струями воды, получающимися из отверстий трубы в ванне, мы производим механическую работу, которая впрочем производит какое-нибудь нагревание воды в ванне. Разъ это такъ, то нужно определить, какое-же количество тепла может получиться от смешения, потому что эта величина будет служить поправкой при всех опытах с ваннами, в которых человек будет отдавать тепло. Для этой цели я производил смешение воды (150-ти литров) в продолжение 2-х часовъ, а температуру комнаты поддерживать возможно ближе к температуре ванны. Такихъ опытовъ было произведено четыре: 1) при температурѣ 25° C., 2) при температурѣ 24,3° C., 3) при температурѣ 23,6 и 4) при температурѣ 23° C. Все они дали одинаковые результаты, а потому я приведу только одинъ. Во всехъ этихъ опытахъ смешение производилось 150-ти литрами воды.

## Опыт № 13.

Время.	Температура воды.	Температура комнаты.
1 ч. дня.	24,30	24,3
15	24,31	24,3
30	24,32	24,4
45	24,33	24,3
2 часа.	24,34	24,3
15	24,35	24,4

30	24,36	24,3
45	22,37	24,3
3 часа.	22,38	24,3

Таким образом мы видим, что нагревание от смещения воды шло совершенно равномерно по  $0,01^{\circ}\text{C}$ . каждые 15 минут. Нагревание, конечно, и должно идти совершенно равномерно, так, как мотор каждую минуту дает совершенно точно 1300 оборотов. Равномерность работы мотора, а вместе с тем и насоса, следовательно и равномерность нагревания очень важное условие, как это дает нам право говорить, что от смещения за 1 час получается 6,0 килокалорий тепла, т. е., каждая минута смещения дает 0,1 килокалория или 100 калорий (малых).

За 2 часа работы сам электромотор довольно сильно нагревается и потому является вопрос, не может-ли это тепло лучеиспусканием влиять на температуру воды в ванне. Проведением теплоотдача мотора очевидно ничтожна, потому что от ванны его отделяет деревянная доска в 7 сантим. толщиной (доски  $a-b$  и  $dc$  на рисунке 5 и 4 стр. 31—32). Хотя уже сама равномерность нагревания говорит против этого, я всетаки для выяснения этого вопроса поставил 2 опыта.

В первом опыте я повторил опыт № 13, с той только разницей, что через 1 час смещения я поставил между мотором и насосом вертикальный пробковый экран толщиной во 1 сантиметр, а шириною и длиною по 25 сантим. и продолжал смещение. Нагревание от смещения осталось без перемены, т. е., то-же  $0,04^{\circ}\text{C}$ . за 1 час.

Очевидно тепло отдаваемое мотором невелико и потому не может заметным образом влиять на температуру воды в ванне. Желая всетаки приблизительно определить количество тепла, отдаваемое мотором рядом стоящим предметам, я произвел второй опыт, а именно поставил на табурет возможно ближе к мотору ведро с 10 литрами воды той-же температуры, что и воздух, и вместе с тем продолжал 2 часа смещение 150 литров воды в ванне. Температуру комнаты старался поддержи-

вать возможно ближе к температуре воды в ведре \*), Воду эту в ведре каждые 15 минут помешивал термометром. При этом оказалось, что за 2 часа вода в ведре нагрелась от мотора на  $0,03^{\circ}\text{C}$ ., т. е. за 1 час мотор отдавал 10,0 литров воды 0,15 килокалория или 150 малых калорий. Поэтому неудивительно, что тепло, образуемое самим мотором, не влиять на температуру ванны, так как даже, если предположить, что в ванну будет излучаться столько-же тепла, как вблизи поставленному сосуду с 10 литрами воды, то и тогда окажется, что ванна получит за 2 часа 0,3 килокалория, что даст повышение температуры для 150 литров лишь в  $0,002^{\circ}\text{C}$ .

Если мы теперь обратимся к одной из формул указанных на страницах 14—15, то мы увидим, что ни в одной из этих формул не введена поправка на нагревание от смещения и это нужно не забывать, пользуясь данными формулами.

Во все формулы входит множитель  $(a+b)$ , где  $a$ —весь воды находящейся в ванне, а  $b$  тепловой эквивалент аппарата. Величина  $b$ , как мы уже видели (стр. 53—54) равняется 3,0 килокалориям. Что же касается количества воды, то оно, конечно, может быть взято больше и меньше в пределах между 125—175 литрами. Но так как все поправки вычислены на 147 литров, то при этом количествах  $b$  и удобней всего вести опыты, тем более, что человек среднего роста помещается свободно в этом количестве воды и покрывается ею вполне. Количество воды, нагреваемое в ванну, определяется двойным взвешиванием на десятичных весах, достаточно чувствительных; взвешивается отдельно каждое ведро воды, которое содержит около 10 литров. Лучше всего взвешивание производить и до опыта, и после опыта, чтобы таким образом контролировать количество воды и возможность убыли или прибавки ее в ванне. Когда испытуемый выходит из ванны, то он на теленосит некоторое количество воды. Желая определить это количество, на случай возможности поправки, я заставлял выходящего из воды

\*) Температура комнаты в этом опыте определялась термометром двукратным в  $1/10^{\circ}\text{C}$ .

становится на сухую простыню и вытирается второй. Зная вбѣсъ, обихъ сухихъ простынь и взвѣсивъ ихъ послѣ вытиранія тѣла, мы узнаемъ количество воды, которое унесено тѣломъ изъ ванны;— количество это оказалось равняется 100,—125,0 граммъ воды. Небольшая ошибка при взвѣшиваніи воды все-таки можетъ получиться, но надо замѣтить, что способъ двойного взвѣшиванія даетъ точные результаты и такимъ образомъ эта ошибка очень не велика. Кроме того, количество воды представляетъ при вычисленіи болѣеиш множество и поэтому значеніе ошибки мало вліяетъ на точность конечнаго результата. Другое дѣло ошибка при отсчетѣ температуры; эта ошибка будетъ имѣть громадное значеніе, такъ какъ ошибка въ  $0,01^{\circ}$  C. уже будетъ соответствовать 1,5 килокалоріи, ошибиться же при отвѣшиваніи воды на 1500 граммъ невозможно, развѣ чувствительность вѣсовъ при нагрузкѣ 10 kilo = 1,0 грамму.

Для опредѣленія температуры воздуха я пользовался термометромъ дѣленнымъ на  $\frac{1}{10}^{\circ}$  C. Термометръ этотъ подвѣшивается на бичевкѣ и виситъ далеко отъ мотора (на разстояніи около 1 метра), для исключенія нагреванія термометра моторомъ. Съ такой же цѣлью термометръ повѣшенъ достаточно высоко (на 0,75 метра) отъ головы испытуемаго субъекта, чтобы выдыхаемый имъ теплый воздухъ не вліялъ на показанія термометра, указывающаго температуру воздуха комнаты.

Наблюдатель, отсчитывая температуру этого термометра, не долженъ также дышать близъ термометра, такъ какъ и это можетъ быть причиной ошибки показанія температуры. Соблюденіе вышеуказанныхъ предосторожностей имѣетъ особенное значеніе при опытахъ для опредѣленія нагреванія воды отъ смѣшенія, такъ какъ въ этомъ случаѣ требуется поддерживать ту же температуру въ комнатѣ, что въ ваннѣ.

Во всѣхъ вышеописанныхъ опытахъ я пользовался термометрами съ дѣленіями на  $\frac{1}{10}^{\circ}$  C.; такіе термометры необходимы для вычисленія поправки и пробѣрныхъ опытовъ, для веденія же наблюденій надъ людьми достаточно пользоваться термометрами съ дѣленіями на  $\frac{1}{20}^{\circ}$  C., при чемъ, такъ какъ эти дѣленія довольно еще велики, то черезъ луду можно отсчитывать до  $0,01^{\circ}$  C. Движеніе ртутнаго столбика термометра идетъ скачками, поэтому,

чтобы получить точныя показанія, я производилъ отсчетъ 3 раза: 1-й разъ за 15 секундъ до момента, второй разъ въ пущный моментъ и затѣмъ черезъ 15 секундъ послѣ, и бралъ среднее изъ этихъ трехъ данныхъ. Такимъ образомъ удается избѣгнуть ошибокъ даже при быстромъ измѣненіи температуры.

Другой причиной ошибокъ можетъ служить параллаксъ: поэтому я употреблялъ зеркальную линейку, въ которой сдѣлано два отверстія: одно внизу, другое наверху; въ отверстія эти вставлены два резиновыхъ колечка, посредствомъ которыхъ и прикрѣпляется эта зеркальная линейка къ термометру и вмѣстѣ съ тѣмъ можно линейку двигать вверхъ и внизъ по термометру. Резиновыя колечки на обратной сторонѣ зеркальной линейки закрѣплены проволокой. Такимъ образомъ, производи отсчетъ температуры, въ зеркалѣ видишь свой глазъ и потому можно наблюдать, чтобы зрачекъ приходился каждый разъ на опредѣленномъ уровнѣ.

Термометры, конечно, должны быть свѣрены между собою и, по крайней мѣрѣ, одинъ изъ нихъ долженъ быть пробѣренъ по нормальному термометру. Такъ какъ въ каждомъ ртутномъ термометрѣ происходитъ съ теченіемъ времени перемѣщеніе основныхъ точекъ, требуется время отъ времени, только приблизительно черезъ 1—2 мѣсяца пробѣрка термометровъ по нормальному. Вслѣдствіе волности показанія термометра запаздываютъ. Кроме того, при каждомъ нагреваніи или охлажденіи получается временное перемѣщеніе нулевой точки. Поэтому требуется выждать нѣкоторое время, пока показаніе термометра не станетъ опредѣленнымъ.

Среди другихъ причинъ, могущихъ дать ошибку, хотя и гораздо меньшія; надо указать на вліяніе давленія воздуха и жидкости, въ которой измѣряется температура, а также на значеніе ртутнаго столбика, находящагося надъ уровнемъ жидкости.

Внѣшнее давленіе, слагающееся изъ давленія атмосферы и давленія столба жидкости, который находится выше резервуара термометра, повышаетъ показанія термометра. Повышеніе \*)  $\beta$ , вызванное давленіемъ въ 1 миллиметръ ртутнаго столба (при  $0^{\circ}$  и широтѣ  $45^{\circ}$ ) называется *коэффициентомъ внѣшнго давленія*.

\*) Обозначенія тѣ же, что въ физикѣ Хвольсона, откуда взяты эти данныя. Т. III, стр. 35—40.



Внутреннее давление вызывается ртутным столбиком и зависит от его длины, температуры и наклона к горизонту; оно вызывает уменьшение показаний термометра. Уменьшение  $\beta_1$  вызвано, как и выше, давлением в 1 миллиметр ртутного столба, называется *коэффициентом внутреннего давления*.

Если давление воздуха не 760 миллиметров, а какое-либо другое, то надо ввести поправку по формуле

$$\gamma_0 = -\beta_0 (P - 760),$$

где  $P$  есть наблюдаемое давление.

Если длина ртутного столбика, считая от середины резервуара термометра при измеряемой температуре  $t^\circ$  равна  $l_t$ , плотность ртути  $\delta_t$  при  $t^\circ$  и  $\delta_0$  при  $0^\circ$ , наклон стержня к горизонту  $\alpha$ , то надо ввести поправку:  $\gamma_1 = \beta_1 l_t \frac{\delta_t}{\delta_0} \sin \alpha$

Вся же поправка  $\gamma$  на давление выразится формулой

$$\gamma = \beta_1 l_t \frac{\delta_t}{\delta_0} \sin \alpha - \beta_0 (P - 760) \quad (20)$$

Коэффициент  $\beta_0$  колеблется для разных термометров между 0,0001 и 0,0004 (для верте dir  $\beta_0 = 0,00012071$ .)

$\beta_1 = \beta_0 + 0,0000154$  (это конечно не вполне точное выражение).

*Поправка на выступающий наружу ртутный столбик.*

Когда термометр не весь погружен в среду (жидкость), температура которой измеряется, то температура столбика ртути, выступающего из жидкости будет уже не  $T$  (температура жидкости), а потому и длина его (столбика) будет другая, чем если бы весь термометр находился в жидкости. Поэтому необходимо ввести поправку, которая растет вместе с разностью между температурой жидкости  $T$  и температурой воздуха  $\zeta$ , и длиной выступающего столбика (или числа градусов  $n$  занимаемых столбиком ртути). Эта поправка  $\sigma$  может быть довольно значительна. Если мы обозначим коэффициент кажущегося расширения ртути в стекле через  $\alpha$ , среднюю температуру высту-

пающего столбика через  $\tau$  и наконец температуру, которую показывает термометр, через  $t$ , то исконое будет:

$$T = t + \sigma = t + n\alpha(T - \tau) \quad (21)$$

Когда  $T - \tau$  большая величина, то в последнем члене можно написать  $t$  вместо  $T$ , т. е., положить, что:

$$T = t + n\alpha(t - \tau) \quad (21a)$$

Формула №21 будет более точная, чем эта (21a) и

$$T = \frac{t - n\alpha\tau}{1 - n\alpha}$$

Величина  $\sigma$  может быть довольно значительна. Например, полагая, что  $\alpha = 0,000155$  мы получим такие величины для  $\sigma$

$t - \tau$	$n = 10^\circ$	$n = 50^\circ$	$n = 100^\circ$
$10^\circ$	0,016	0,078	0,155
$50^\circ$	0,078	0,333	0,775
$100^\circ$	0,155	0,755	1,550
$150^\circ$	0,233	1,163	2,325

Чтобы определять  $\tau$ , рядом с термометром, для которого вычисляется поправка, помещают другой термометр так, чтобы резервуар этого второго термометра находился рядом с серединой столбика ртути первого термометра. Температура показываемая вторым термометром и будет близка к величине  $\tau$ .

Вместо формулы 21 и 21a можно еще пользоваться формулой

$$T = t + 0,000156 (n - \beta) (t - \zeta),$$

где  $\beta$  есть постоянное число, определяемое эмпирически из сравнения  $T$  и  $t$  сначала для термометра вполне погруженного в жидкость и затем выступающего из нее столбиком длиной в  $n$  делений шкалы.

Разсматривая формулу (на стр. 60) № 20, мы видим, что применительно къ нашимъ опытамъ поправка  $\gamma$  будетъ очень мала, тѣмъ болѣе, что для точности счисления даже не важно знать абсолютную температуру, а все время вычисленіе дѣлается по разности температуръ. Одно, что нужно не забывать—это не наклонять термометръ при отсчетѣ температуры, т. е., избѣгать увеличенія ошибки, вслѣдствіе увеличенія  $\sin \alpha$  (формула № 20) при наклоненіи термометра.

Что касается поправки  $\sigma$ , то и она при условіяхъ опыта не можетъ быть значительна, такъ какъ обычная разниця между температурой воздуха и ванны не превышаетъ  $15^{\circ}\text{C}$ , т. е.,  $t - \tau$  будетъ около  $10^{\circ}\text{C}$ , колебанія же температуры въ ваннѣ не бывають болѣе  $2^{\circ}\text{C}$  и потому поправка эта ( $\sigma$ ) можетъ достигать только 0,0032 такъ, что ей можно пренебречь \*).

Чтобы опредѣлить насколько точныя данныя можно получить работая съ ванной-калориметромъ, я произвелъ 10 повѣрочныхъ опытовъ при разныхъ температурахъ. Изъ всѣхъ этихъ опытовъ я приведу 3. Общій ходъ опытовъ былъ таковъ. Въ латунный цилиндръ, вѣсомъ въ 1500 граммъ, емкостью въ 8 литровъ, наливается вода другой температуры, чѣмъ вода въ ваннѣ. Горлышко этого цилиндра заткнуто пробкой, въ которую вставленъ термометръ. Рядомъ съ горлышкомъ имѣется трубочка, сквозь которую проходитъ стержень мѣшалки. Такимъ образомъ въ цилиндрѣ мы можемъ все время помѣшивать воду и наблюдать ея температуру. Цилиндръ этотъ ставится въ ванну такъ, чтобы вода покрывала верхнее дно цилиндра, а пробка и трубочка, черезъ которую проходитъ стержень мѣшалки, были бы надъ водой. Опытъ ведется такъ же, какъ и надъ человекомъ (котораго и замѣняетъ сосудъ съ водой), т. е., опредѣляется остываніе ванны за 20 минутъ, затѣмъ ставится цилиндръ, опредѣляется измѣненіе температуры въ водѣ ванны и въ цилиндрѣ за эти 20 минутъ, вынимается цилиндръ съ водой изъ ванны и опять опредѣляется остываніе ванны за 20 минутъ. Сравнивая приходъ тепла въ ваннѣ

\* Вь опытахъ для составленія таблицъ остыванія, стр. 40, 41 и 43, поправки необходимо ввести, что и было сдѣлано.

съ расходомъ тепла въ цилиндрѣ, мы опредѣлимъ предѣлы ошибки аппарата.

О п ы т ь № 14.

Вѣсъ цилиндра 1500 граммъ (удѣльная теплоемкость латуни = 0,057 \*). Въ цилиндръ налито 8 литровъ воды температуры  $47,50^{\circ}\text{C}$ . Въ ваннѣ 150 (147) литровъ воды температуры  $26,75^{\circ}\text{C}$ .

	Время.	Ванна.	Сосудъ (цилиндръ).
1-й періодъ	{ 11 ч. 5 м.	26,75	
	{ 11 > 25 м.	26,73	
Поставленъ цилиндръ.			
2-й >	{ 11 > 25 >	26,73	47,50
	{ 11 > 45 >	27,60	31,30
Вынуть цилиндръ.			
3-й >	{ 11 > 45 >	27,60	
	{ 12 > 05 >	27,55	

Остываніе за 1-й періодъ  $0,02^{\circ}\text{C}$ , за 3-й— $0,05^{\circ}\text{C}$ . Среднее остываніе за 20 минутъ =  $0,035^{\circ}\text{C}$ . За 2-й періодъ ванна нагрѣлась на  $0,87^{\circ}\text{C}$ . Слѣдовательно приходъ тепла въ ваннѣ будетъ  $(0,87 + 0,035) \cdot 150 = 135,75$  килокалорій. Отсюда надо вычесть 6,0 килокалорій — приходъ тепла вслѣдствіе смѣшенія (насосъ работавъ весь часъ) тогда получимъ: 129,75 килокалорій.

Вычислимъ теперь расходъ тепла въ цилиндрѣ, для этого сначала приведемъ въ воду самый цилиндръ  $(1500 \times 0,057 = 85,5$ , т. е. цилиндръ соотвѣтствуетъ 85,5 граммамъ воды) и тогда получаемъ, что цилиндръ съ водой соотвѣтствуютъ 8085,5 граммамъ воды, т. е. 8,0855 литра. Остываніе цилиндра  $16,2^{\circ}\text{C}$ , что даетъ  $(8,0955 \times 16,2) = 131,794$  килокалорій.

Разность  $131,794 - 129,750$ , равняющаяся 2,044 килокалорій представляетъ изъ себя ошибку. Въ процентахъ это будетъ  $1,58^{\circ}$ .

\*) Физика Гано, стр. 409. Точная цифра будетъ 0,05701.

Въ двухъ нижеуказанныхъ опытахъ постановка такая же, какъ и въ этомъ опытѣ такъ, что я проведу только вычисление.

## О п ы т ь № 15.

Время.	Ванна.	Сосудъ съ водой.
12 ч. 05 м.	27,60	
12 > 25 >	27,55	
Поставленъ цилиндръ		
12 > 25 >	27,55	3,9°
12 > 45 >	26,55	22,0°
Внутрь цилиндра.		
12 > 45 >	26,55	
1 > 05 >	26,53	

Среднее остываніе 0,035. Остываніе за 2-й періодъ 1,0°; разность = 0,965. Расходъ тепла въ ваннѣ 0,965.150 = 144,75 килокалорій.

Нагрѣваніе цилиндра = 18,1° С, что дастъ приходъ тепла (8,0855 × 18,1) равный 146,34755 килокалорій.

Разница 146,348 — 144,75 = 1,598 килокалорій, что въ процентахъ будетъ 1,10% ошибки.

## О п ы т ь № 16.

Время.	Ванна.	Сосудъ (цилиндръ)
1 ч. дня.	45,00° С	
1 > 20 м.	39,25° С	
Поставленъ цилиндръ.		
1 > 20 >	39,25° С	16,0° С
1 > 40 >	37,60° С	34,2° С

## Вынуть цилиндръ.

1 ч. 40 м.	37,60° С
2 часа.	37,05° С

Остываніе за 1-й періодъ 0,75, за 2-й 0,55; среднее остываніе 0,65. Остываніе ванны за 2-й періодъ = 1,65° С. Разность (1,65 — 0,65) = 1,0°. Расходъ тепла въ ваннѣ будетъ (150 × 1° С.) = 150 килокалорій. Нагрѣваніе цилиндра = 18,2° С., что составитъ приходъ тепла (8,0855 × 18,2) въ 147,156 килокалорій.

Разница между расходомъ тепла въ ваннѣ и приходомъ тепла въ цилиндрѣ = 2,844 = (150,0 — 147,156) килокалорій. Въ процентахъ ошибка будетъ 1,89%. Въ остальныхъ 7-ми повѣрочныхъ опытахъ ошибки колебались также въ предѣлахъ между 1,5% — 2%, что и нужно считать ошибкой аппарата. Такая ошибка вполне допустима, такъ какъ даже въ сложныхъ калориметрахъ (см. стр. 5 и 7) получались ошибки до 3%. Такимъ образомъ, мы видимъ, что посредствомъ нашей ванны-калориметра можно съ достаточной точностью опредѣлить теплоотдачу человѣка ваннѣ, если ванна холодная, и теплопріемъ изъ ванны, если ванна горячая. До тѣхъ поръ, пока температура тѣла человѣка будетъ оставаться безъ измѣненія теплопродукція будетъ равняться теплоотдачѣ и полученныя данныя и будутъ выражать весь теплообмѣнъ между ванной и человѣкомъ. Когда же температура тѣла человѣка будетъ измѣняться, придется ввести поправку, принимая во вниманіе весь человѣка, теплоемкость его тѣла и измѣненіе температуры тѣла (см. формулу 5 и 6 на стр. 15). Только благодаря этой поправкѣ, мы можемъ получить данныя всего теплообмѣна между человѣческимъ организмомъ и ванной. Здѣсь мы встрѣчаемся съ дѣльми рядомъ трудностей.

Изъ этихъ трехъ величинъ: удѣльной теплоемкости, вѣса тѣла и температуры его, мы, строго говоря, можемъ знать только одну — это вѣсъ тѣла. Что же касается теплоемкости, то на стр. 11, я уже указывалъ, что опредѣлить величину ея мы можемъ только приблизительно, такъ какъ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, мы имѣемъ дѣло съ другимъ составомъ тѣла. Съ другой стороны даже и для одного и того же человѣка теплоемкость не есть

величина постоянная потому, что питье и їда, мочеиспускание и дефекация и другіе процессы жизнедѣятельности могутъ измѣнять удѣльную теплоемкость человѣческаго тѣла. Такимъ образомъ, надо не забывать, что удѣльная теплоемкость человѣческаго тѣла есть величина приближительная. Наиболее точной все-таки надо считать величину 0,83 (считая удѣльную теплоемкость воды=1,0). Что же касается опредѣленія температуры тѣла, то прежде всего является вопросъ, какую температуру считать за температуру тѣла?

При изслѣдованіи температуры разныхъ частей тѣла у человѣка были получены слѣдующіе результаты.

1) На кожѣ.

По срединѣ подошвы . . . . .	32,26° C.
Вблизи ахилловой жилы . . . . .	33,85 >
На срединѣ передней поверх-	
ности голени . . . . .	33,05 >
По срединѣ икры . . . . .	33,85 >
Въ подкожной впадинѣ . . . . .	35,00 >
По срединѣ бедра . . . . .	34,40 >
Въ паховомъ сгибѣ . . . . .	35,80 >
На мѣстѣ сердечнаго толчка . . . . .	34,0 >
На лицѣ . . . . .	31,0 >
На кончикѣ носа . . . . .	22,0—24,0 >

Измѣренія эти Davu производилъ непосредственно послѣ сна, при температурѣ комнаты 21° C. Къ отдѣльнымъ мѣстамъ кожи принадлежала только нижняя поверхность термометра, который на остальномъ пространствѣ былъ защищенъ отъ теплоотдачи.

Wurster нашелъ, что вообще температура кожи при средней температурѣ комнаты (20° C.) на непокрытой кожѣ 31° C., на покрытой же части ея 35,5° C.

2) Температуру подмышечной впадины я уже указалъ на стр. 2 — среднее для нея будетъ 36,97.

3) Температура полостей уже нѣсколько выше:

Полость рта подъ языкомъ . . . . .	37,19
Прямая кишка . . . . .	38,01
Влагалище . . . . .	38,30
Свѣже-выпущенная моча . . . . .	37,03

4) Температура крови:

Кровь праваго сердца . . . . .	38,8	} Claude-Bernard.
> лѣваго > . . . . .	38,6	
> аорты . . . . .	38,7	
> печеночныхъ венъ . . . . .	39,7	
> верхней пол. вены . . . . .	36,78	} G. Liebig.
> нижней > . . . . .	38,11	
> бедренной > . . . . .	37,20	

5) Измѣривъ температуру разныхъ тканей у овцы Berger нашелъ слѣдующія температуры тканей:

Подкожная клетчатка . . . . .	37,35	} При этомъ было	
Головной мозгъ . . . . .	40,25		Въ rectum . . . . . 40,67
Печень . . . . .	41,25		> правомъ сердцѣ . . . . . 41,40
Легкія . . . . .	41,40		> лѣвомъ > . . . . . 40,90

Изъ всѣхъ этихъ данныхъ, мы видимъ, что температура тѣла крайне различна въ разныхъ его частяхъ, и намъ совершенно неизвѣстно, сколько и какой температуры частей въ данное время находится въ тѣлѣ; и такимъ образомъ вопросъ о средней температурѣ тѣла въ данное время является неразрѣшимымъ. Обращаясь къ формуламъ на стр. 14 и 15, мы видимъ, что собственно говоря для насъ не важно знать среднюю температуру тѣла, а важно лишь знать измѣненія этой средней температуры тѣла, т. е., знать только разность, насколько температура эта стала выше или ниже. Для этой цѣли достаточно было бы знать температуру какой

нибудь отдельной части тела и быть увренными, что колебания этой температуры параллельны колебаниям средней температуры тела. Къ сожалѣнію и этого сказать мы не можемъ, такъ какъ всякая мѣстная температура, подвергаясь мѣстнымъ вліяніямъ, можемъ мѣстно измѣниться, а средняя температура тела будетъ оставаться безъ перемѣны (и наоборотъ.) Такимъ образомъ надо не забывать, что колебания температуры нижеуказанныхъ мѣстъ, хотя и близки къ колебаниямъ средней температуры, но не соответствуютъ ей вполне. Наиболее точныя данныя можно получить производя измѣренія: 1) въ прямой кишкѣ; 2) подъ мышкой; 3) во рту и 4) опредѣляя температуру свѣже-выпущенной мочи (Mantegazza). Изъ этихъ 4-хъ мѣстъ наиболее точныя данныя даетъ температура прямой кишки. При измѣреніи температуры подъ мышкой неудобствомъ является то, что на показанія термометра вліяютъ: 1) положеніе его (ниже и выше концемъ), 2) степень прижатія рукой къ туловищу, 3) влажность подмышечной впадины. При измѣреніи температуры во рту, неудобствомъ является слюнотеченіе, а также возможность ошибки вслѣдствіе неосторожнаго вдоха черезъ ротъ. Измѣреніе температуры мочи неудобно тѣмъ, что не всегда имѣется моча, да и при быстрыхъ перемѣнахъ температуры, когда требуется нѣсколько разъ измѣрять температуру, этотъ способъ не будетъ пригоденъ вовсе.

Такимъ образомъ нужно остановиться на измѣреніи температуры подъ мышкой или же въ прямой кишкѣ. Последнее будетъ лучше, такъ какъ прямая кишка менѣе подвержена мѣстнымъ вліяніямъ и колебанія ея температуры наиболее параллельны колебаниямъ средней температуры тела.

Изъ всего изложеннаго надо заключить, что поправка на нагреваніе или охлажденіе человеческого тела подъ вліяніемъ пребыванія его въ ваннѣ всегда будетъ величиной приблизительно, такъ какъ изъ 3-хъ множителей (формула 5 на стр. 15) 2 будутъ опредѣлены съ нѣкоторымъ приближеніемъ и только одинъ (вѣсъ) будетъ точно извѣстенъ.

Для измѣренія температуры тела я пользовался 2-мя термометрами съ дѣленіями на  $\frac{1}{20}^{\circ} \text{C}$ ., при чемъ дѣленія эти настолько крупны, что вполне свободно можно отсчитывать до  $0,01^{\circ} \text{C}$ .

Одинъ изъ этихъ термометровъ максимальный. Посредствомъ этого термометра можно опредѣлять температуру изслѣдуемаго субъекта и за время нахождения въ ваннѣ, если только ванна холоднѣе, чѣмъ температура человеческого тела. Въ этомъ случаѣ можно черезъ каждыя 5 минутъ вставлять термометръ въ прямую кишку испытуемому въ ваннѣ. Дѣлается это такъ: испытуемый находится въ ваннѣ, наблюдатель опускаетъ термометръ въ воду ванны, испытуемый беретъ его рукой въ водѣ и вставляетъ себѣ въ rectum.

Черезъ 5 минутъ испытуемый вынимаетъ термометръ и не вынимая руки изъ воды передаетъ термометръ изслѣдователю. Когда испытуемый лежитъ на сѣткѣ, какъ это у насъ въ аппаратѣ, то въ одномъ мѣстѣ сѣтки, нужно сдѣлать болѣе широкое отверстіе, чтобы лежащему въ ваннѣ можно было рукой свободно провести термометръ и снизу вставить его себѣ въ rectum. Ложать же на сѣтку съ такимъ термометромъ довольно удобно.

Такъ какъ термометръ съ дѣленіями на  $\frac{1}{20}^{\circ} \text{C}$  довольно длиненъ, то въ крайнемъ случаѣ можно пользоваться термометромъ съ дѣленіями на  $\frac{1}{10}^{\circ} \text{C}$ . для опредѣленія температуры во время нахождения въ ваннѣ.

Чтобы показанія термометра сдѣлались бы постоянными, требуется обыкновенно 10—12 минутъ. Поэтому для сокращенія срока нуженъ термометръ нагрѣтъ въ теплой водѣ приблизительно до той температуры, которую предполагается опредѣлять. При такомъ условіи же черезъ 3—4 минуты можно получить вѣрное показаніе термометра.

Чтобы окончить вопросъ съ опредѣленіемъ температуры, я позволю себѣ въ заключеніе указать, что самопишущій термометръ Рашара, описанный мной на стр. 36, даетъ точныя показанія до  $\frac{1}{20}^{\circ} \text{C}$ . Такъ какъ  $1^{\circ} \text{C}$ . на листкѣ при записи занимаетъ 4 миллиметра, то удобнѣе всего отсчитать производить пописомъ для 4-хъ миллиметровъ. Въ виду такой сравнительно небольшой чувствительности пишущаго прибора все время, конечно, приходится вести наблюденіе посредствомъ термометровъ, пишущій же приборъ приспособлять главнымъ образомъ для полученія кривыхъ, что крайне важно для разнообразныхъ клиническихъ дѣлей.

Теперь я позволю себѣ привести нѣсколько произведенных на людяхъ опытовъ, чтобы иллюстрировать такимъ образомъ способъ производства опытовъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и выяснитъ значение для теплообмѣна смѣшенія въ аппаратѣ, и значение сѣтки.

Во всѣхъ опытахъ воды въ ваннѣ было 147 литровъ (считая тепловой эквивалентъ ванны=3,0 всего какъ бы 150 kilo воды). За 20-минутный періодъ до и послѣ опыта опредѣлялось остываніе ванны. Нахождение человѣка въ ваннѣ было 20 минутъ. Въ болѣе теплыхъ ваннахъ до 30 минутъ, а въ холодныхъ 15 минутъ. Испытуемый взвѣшивался до и послѣ опыта. Температура опредѣлялась in recto до погруженія въ ванну и тотчасъ же послѣ выхода изъ ванны. Температура комнаты при всѣхъ опытахъ была 25,0° (24,8—25,2).

Опытъ № 17.

Служитель X.		
Вѣсъ до опыта . . . 68,200	} kilo	Т° до ванны . . . . 37,57
» послѣ опыта . . . 67,250		» послѣ ванны . . . 38,07
Разница . . . —0,950		Разница . . . . . +0.50

Обѣдалъ въ 12 ч. дня. Во время ванны сильно потѣлъ, послѣ ванны тоже потѣлъ. Послѣ выхода изъ ванны было небольшое головокруженіе.

	Время.	Т° Ванны.
1-й періодъ.	{ 1 ч. 25 м.	40,28° С.
	{ 1 ч. 45 м.	39,50° С.
2-й періодъ.	{ Сѣлъ въ ванну (въ 1 ч. 45 м.).	
	{ 2 ч. 05 м.	38,38° С.
3-й періодъ.	{ Вышелъ изъ ванны (въ 2 ч. 05 м.	
	{ 2 ч. 25 м.,	37,79° С.

Остываніе за 1-й періодъ 0,78, за третій періодъ 0,59, среднее остываніе 0,685° С. Остываніе за время пребыванія испытуемаго

въ ваннѣ 1,12° С ; разность (1,12—0,685)=0,435. Теплоотдача ванны человѣку = 150,0,435 = 65,25 килокалорій. Температура гѣла поднялась на 0,50° С., на что требуется 28,303 килокалорій (68,2×0,5×0,83).

Опытъ № 18<sup>1)</sup>.

Служитель X.		
Вѣсъ до опыта . . . 66,700		Т° до опыта . . . . 37,60
» послѣ опыта . . . 66,680		» послѣ опыта . . . 37,60
Разница . . . — 0,020		Нѣтъ разницы.

Обѣдалъ въ 12 ч. дня.

Время.	Т° ванны.
1 ч. — м. дня	35,76
» 5 »	35,65
» 10 »	35,54
» 15 »	35,43
» 20 »	35,32
» 25 »	35,21
» 30 »	35,10

Сѣлъ въ ванну.

1 ч. 30 м. дня	35,10
» 35 »	34,93
» 40 »	34,86

<sup>1)</sup> Этотъ опытъ я для примѣра привелъ полностью съ цифрами отсчета температуры черезъ каждыя 5 минутъ.

1 ч. 45 м. дня	34,82
> 50 >	34,80
> 55 >	34,78
2 — >	34,76

Вышелъ изъ ванны.

2 ч. — м. дня	34,76
> 5 >	34,70
> 10 >	34,61
> 15 >	34,51
> 20 >	34,41
> 25 >	34,32
> 30 >	34,23

Остываніе за 1-й періодъ 0,66° С., за третій періодъ 0,53. Среднее остываніе 0,595. Видимое остываніе за 2-й періодъ (за время нахождения человѣка въ ваннѣ) = 0,34° С. Разность (0,595 — 0,34) = 0,255. Приходъ тепла въ ваннѣ ( $150 \times 0,255$ ) = 38,750 килокалорій. Насосъ работалъ 1½ часа, следовательно приходъ тепла отъ смѣшенія 9,0 килокалорій. Теплоотдача человѣка въ ванну = (33,75 — 9,0) = 24,75 килокалорій.

Опытъ № 19.

Студентъ И.	
Вѣсъ до опыта . . . 65,900	Т° до опыта . . . 37,20
> послѣ опыта . . . 65,900	> послѣ опыта . . . 37,10

Нѣтъ разницы. Разница . . . — 0,10

Завтракалъ въ 10 ч. утра.

Время.	Т° ванны.
1 ч. 45 м.	32,71
2 > 05 >	32,43

Сѣлъ въ ванну.

2 ч. 05 м.	32,43
2 > 25 >	32,50

Вышелъ изъ ванны.

2 ч. 25 м.	32,50
2 > 45 >	32,25

Остываніе за 1-й періодъ 0,28, за третій, 0,25; среднее остываніе 0,265. За второй періодъ видимое нагреваніе 0,07. Сумма (0,265 + 0,07) = 0,335. Приходъ тепла въ ваннѣ ( $150 \times 0,335$ ) = 50,250 килокалорій. Поправки нагреванія отъ смѣшенія за 1 часъ 6,0. Теплоотдача человѣка будетъ  $50,250 - 6,0 = 44,250$  килокалорій. Потеря вследствие пониженія температуры тѣла будетъ ( $65,9 \times 0,83 \times 0,1$ ) = 5,4667. Теплопродукція человѣка будетъ = (44,250 + 5,470) = 49,72 килокалорій.

Опытъ № 20.

Служитель Х.

Вѣсъ до ванны . . . 67,350	Т° тѣла до ванны . . . 37,38
> послѣ ванны . . . 67,300	> послѣ ванны . . . 36,92
Разница . . . — 0,050	Разница . . . — 0,46

Время.	Т° ванны.
1 ч. — м.	29,42
1 > 20 >	29,24

Сѣлъ въ ванну.

1 > 20 >	29,24
1 > 40 >	29,71

Вышелъ изъ ванны.

1 > 40 >	29,71
2 > — >	29,52

Остывание за 1-й периодъ 0,18, за третій 0,20, среднее остывание 0,19. Видимое нагревание за 2-й периодъ 0,47. Сумма = 0,66 = (0,47 + 0,19). Приходъ тепла въ ваннѣ =  $(159 \times 0,66) = 99,0$  килокалорій. Поправка на нагревание отъ смѣшенія воды 6,0. Теплоотдача человѣка въ ванну  $(99,0 - 6,0) = 93,0$ . Потеря тепла вслѣдствіе пониженія температуры тѣла  $(67,35 \times 0,83 \times 0,46) = 25,714$  килокалорій. Теплопродукція будетъ  $93,0 + 25,714 = 118,714$  килокалорій.

О п ы т ь № 21.

Служитель Х.	
Высь тѣла до опыта . . . 66,950	Т° тѣла до опыта . . . 37,16
> послѣ опыта 66,950	> послѣ опыта . . . 36,88
Нѣтъ разницы	
Разница . . . —0,28	
Время.	Т° ванны.
11 ч. 50 м.	25,04
12 - 10 >	25,04
Сѣлъ въ ванну.	
12 - 10 >	25,04
12 - 25 >	25,83
Вышелъ изъ ванны.	
12 - 25 >	25,83
12 - 23 >	25,82

Остывание за 1-й периодъ = 0,00° С.; за третій периодъ 0,01° С., среднее остывание за 1 минуту 0,00025° С., а за 15 минутъ будетъ 0,00375° С. Видимое нагревание ванны за 15 минутъ, когда въ ваннѣ находился человѣкъ 0,79. Сумма  $(0,79 + 0,00375) = 0,79375$ ° С. Приходъ тепла въ ваннахъ  $(150 \times 0,79375) = 119,0625$

килокалорій. Поправка на нагревание отъ смѣшенія за 55 минутъ будетъ = 5,5 килокалорій. Теплоотдача въ ванну будетъ 113,5625 килокалорій. Потеря тепла вслѣдствіе пониженія температуры тѣла равняется  $(66,95 \times 0,83 \times 0,28) = 15,55918$  килокалорій. Теплопроизводство человѣка было за 15 минутъ въ ваннѣ  $(113,5625 + 15,5592) = 129,122$  килокалорій.

О п ы т ь № 22.

Студентъ Н.	
Вѣсъ до опыта . . . 66,900	Т° тѣла до опыта . . . 37,68
> послѣ опыта . . . 66,850	> послѣ опыта . . . 36,84
Разница . . . 0,050	
Разница . . . —0,84	
Время.	Т° ванны.
1 ч. — м.	19,89
1 > 20 >	20,09
Сѣлъ въ ванну.	
1 > 20 >	20,09
1 > 35 >	21,22
Вышелъ изъ ванны.	
1 > 35 >	21,22
1 > 55 >	21,38

Нагревание за 1-й периодъ 0,20; за 3-й периодъ 0,16. Нагревание (среднее) за 1 минуту 0,009° С., а за 15 минутъ 0,135. Видимое нагревание за время пребывания въ ваннѣ человѣка 1,13° С., разность  $(1,13 - 0,135) = 0,995$ . Приходъ тепла въ ваннѣ будетъ  $(150 \times 0,995) = 149,25$  килокалорій. Поправка на нагревание отъ смѣшенія за 55 минутъ будетъ 5,5 килокалорій. Теплоотдача человѣка въ ванну будетъ  $(149,25 - 5,5) = 143,75$  килокалорій. Потеря тепла вслѣдствіе пониженія температуры тѣла будетъ  $(66,9 \times 0,83 \times 0,84) = 46,64268$ . Теплопроизводство за время



пребывания в ванне будет  $(143,75 \times 46,643) = 190,393$  килокалорий.

Чтобы определить значение смещения, т. е., не может ли самый процесс смещения ударом воды о тело или как-нибудь вообще изменять теплоотдачу, а также иметь ли значение для теплоотдачи нахождение испытуемого на сетке, т. е. не будет ли теплоотдача больше, когда испытуемый прикасается к стенкам и дну ванны, я поставил ряд параллельных опытов, которые произвел над тем же субъектом и по возможности при прочих равных условиях, что и в опытах 17, 18, 19, 20, 21 и 22, при чем произвел 6 опытов без смещения и 6 опытов без сетки, но со смещением. В первых 6 опытах в конце каждого периода всегда производилось смещение воды насосом в продолжении 2-х минут исключительно для возможности точного отсчета температуры. Во вторых 6 опытах сетка была снята с колечек и положена свободно на дно ванны. Сделано это с целью, чтобы не изменять тепловой эквивалент ванны, который уменьшился бы, если мы удалили бы из ванны сетку вовсе (впрочем и это дало бы ничтожную ошибку). Для сравнения я приведу результаты в виде таблицы. Чтобы определить возможные колебания от изменений индивидуального состояния испытуемого, я произвел еще 6 опытов, в которых в точности старался повторить условия опытов 17, 18, 19, 20, 21, 22 (т. е. и с сеткой и со смещением одновременно).

Из рассмотренной этой таблицы мы видим, что колебания величин теплоотдачи и теплообразования при постановке повторных опытов и опытов без смещения воды или без сетки приблизительно одинаковы, т. е., что разница, получающаяся при опытах без смещения или без сетки, сравнительно с опытами 17, 18, 19, 20, 21 и 22 зависит от изменения индивидуального состояния исследованных субъектов и от невозможности поставить опыты безусловно *ceteris paribus*. Таким образом мы можем сказать, что смещение воды насосом в нашем аппарате, и нахождение человека на сетке сами по себе не влияют на величину теплоотдачи. Аргумент этого и нужно было ожидать потому, что как мы видели (стр. 51) без смещения человек, находясь

IV-я ТАБЛИЦА.

№ опыта.		Аппарат попытки опыт.	Т-во без смещения.	Т-во без сетки.	
17	Теплоотдача человека . . . . .	65,25	63,85	64,714	65,90
18	Теплоотдача человека . . . . .	24,75	23,50	25,75	26,00
19	Теплоотдача человека . . . . .	44,25	45,50	44,305	43,948
	Его теплопроизводство . . . . .	49,72	49,053	50,052	43,950
20	Теплоотдача человека . . . . .	93,00	92,564	94,25	93,575
	Его теплопроизводство . . . . .	118,714	119,85	118,00	120,00
21	Теплоотдача человека . . . . .	113,563	112,75	113,25	114,010
	Его теплопроизводство . . . . .	129,122	130,008	123,120	130,50
22	Теплоотдача человека . . . . .	143,75	144,10	144,25	142,928
	Его теплопроизводство . . . . .	190,393	191,059	189,254	190,10

в ванне и отдавал тепло ей, как бы находится в водной оболочке, различаясь от температуры ванны в других местах только на 0,1—0,3°C и толщина этой водной оболочки приблизительно 1,5—2,0 сант. Смещение же уменьшает толщину этой водной оболочки до 0,5 сант., а разницу т-ры ей от т-ры ванны до 0,02°C—0,04° С. К таким слабым температурным колебаниям человеческий организм почти нечувствителен и потому результаты в опытах со смещением и без него будут давать колебания, не превышающие колебаний вообще, получающихся при употреблении того же самого метода без каких-либо изменений.

Что касается сетки, то опять надо сказать, что если-бы опыты производились с ванной без плохо теплопроводящей оболочки, тогда-бы, конечно тело, прикасаясь к металлу могло-бы из-за этого больше отдавать тепла, но раз теплоотдача в аппарате

идеть почти исключительно с поверхности воды, то сѣтка может только служить для болѣе удобнаго расположенія больного, болѣе удобнаго измѣненія температуры и т. п., а вліянія на теплообмѣн она, конечно, никакого не имѣетъ.

Въ заключеніе позволю себѣ сказать нѣсколько словъ о веденіи опытовъ надъ людьми вообще. Первое условіе по возможности поддерживать одну и ту-же температуру воздуха комнаты, благодаря этому вся методика получаетъ большую точность. Второе условіе возможно аккуратно вести температурные наблюденія и имѣть въ виду возможность ошибокъ и въ такомъ случаѣ дѣлать соответствующія поправки. Въ третьихъ, надо не забывать, что очень многія условія окружающей среды и внутреннее состояніе человѣка измѣняютъ его теплообразование и теплоотдачу, почему надо крайне подробно рассмотреть условія при постановкѣ повторныхъ опытовъ, чтобы получить въ нихъ результаты, близкіе къ полученнымъ ранѣе.

Главнѣйшіе выводы, которые я позволю себѣ сдѣлать послѣ разбора найденныхъ мною данныхъ, будутъ слѣдующіе:

1) Охлажденіе или нагреваніе воды есть процессъ вполнѣ правильно идущій, если только соблюдены нѣкоторыя условія, устраняющія случайныя вліянія.

2) Охлажденіе (или нагреваніе) воды (*ceteris paribus*), выраженное въ градусахъ, обратно пропорціально запасу тепла, заключающагося въ данномъ объемѣ воды, а при одинаковой начальной температурѣ воды, обратно пропорціально количеству воды.

3) Можно достигнуть полнаго смѣшенія воды, смѣшивая воду насосомъ непрерывно. Всѣ-же другіе способы временнаго смѣшенія несовершенны.

4) Температурныя наблюденія можно сдѣлать чувствительными и точными, что легко достигается при соблюденіи нѣкоторыхъ условій.

5) Возможное ослабленіе теплообмѣна между ванной и комнатой путемъ теплоотдачи проведеніемъ и съ поверхности стѣнокъ ванны, является важнымъ условіемъ дѣлающимъ этотъ теплообмѣнъ замкнутымъ и малозависимымъ отъ случайныхъ вліяній.

6) Небольшая величина теплообмѣна между ванной и воздухомъ комнаты дѣлаетъ болѣе отчетливымъ и яснымъ теплообмѣнъ между человѣческимъ организмомъ и ванной, въ которой онъ находится.

7) Количество воды въ ваннѣ желательно брать не менѣе 147 (150) литровъ. Иначе получаются данныя меньше истинныхъ, вслѣдствіе сильнаго измѣненія температуры воды ванны за время опыта.

8) Полученіе поправокъ при вычисленіяхъ несложно и онѣ постоянны для аппарата.

9) Повѣрочные опыты показали, что ошибки при употребленіи описанной ванны-калориметра достигаютъ только 2%.

10) Опредѣленіе теплоотдачи человѣка ваннѣ и наоборотъ могутъ быть получены съ большей точностью. Опредѣленіе же тепла израсходованнаго на нагреваніе, или при охлажденіи человѣческаго тѣла, можетъ быть исчислено только приблизительно, вслѣдствіе неизмѣнія точной цифры удѣльной теплоемкости человѣческаго тѣла и средней температуры его.

Заканчивая свою работу, пользуюсь случаемъ выразить мою искреннюю признательность глубокоуважаемымъ профессорамъ Михаилу Владиміровичу Яновскому и Сергію Яковлевичу Терещину за сердечное отношеніе и цѣнныя указанія, которыми я пользовался при выполненіи настоящей работы.

Л И Т Е Р А Т У Р А.

1. Гано. Курсъ физики. Русск. перев. 1892 г.
2. Хвольсонъ. Курсъ физики. 1899 г.
3. Landois. Физиология. Русск. перев. 1894 г.
4. Фредерикъ и Ньюэлъ. Физиология. Русск. перев. 1899 г.
5. Лихачевъ. Теплопроизводство здороваго человека при отно-  
сительномъ покоѣ. Спб. 1893/4 г. Диссертация.
6. Вехтеревъ. Опытъ клиническаго изслѣдованія температуры  
при некоторыхъ душевныхъ заблѣваніяхъ. Спб. 1881 г. Диссертация
7. Mantegazza. Recherches expérimentales sur la temperature  
des urines à divers heures de jour et dans différents climats.  
Comptes rendus de séances de l'Academie de sciences. Paris. 1862.
8. Liebermeister. Handbuch der Pathologie und Therapie des  
Fiebers. Leirzig. 1875.
9. Воткинъ. Курсъ клиники внутреннихъ болѣзней. Спб. 1875 г.
10. Körnig. Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Wärme-  
regulierung beim Menschen. Dorpat. 1864. Диссертация.
11. Чесноконъ. Матеріалы для изученія дѣйствія холодныхъ  
ваннъ при различныхъ тифозныхъ болѣзняхъ. Архивъ клиники  
проф. Воткина. Т. II 1870 г.
12. Winternitz. Der Einfluss der Wärmeentziehungen auf die  
Wärmeproduction. Medicin. Jahrbücher, redact. von Stricker.  
Wien. 1877 г.
13. Шмидтъ. Дѣйствіе тепла и холода на измѣненіе темпера-  
туры въ мѣстѣ ихъ приложенія и близъ лежащихъ и отдаленныхъ  
частяхъ. Спб. 1871 г. Диссертация.
14. Lefèvre. Nouvelle technique de calorimétrie par les bains.  
Archives de Physiologie normale et patologique fondée par Brown  
Séguard. 1896, cinquième serie, tome huitième.
15. Lefèvre. Etude expérimentale sur l'homogénéité de la tempe-  
rature et sur le refroidissement d'une grande masse liquide (тамъ-же).
16. Онъ-же. Methode analytique pour la determinaison des  
quantités chaleur débitées par l'organisme humain sous l'action

réfrigérante de l'eau et pour la comparaison de débit au diverses  
températures (тамъ-же).

17. Онъ-же. Methode synthetique pour la mesure de quantités  
des chaleurs débitées par l'organisme humain sous l'action réfrigi-  
érante de l'eau. Comparaison avec la methode analytique.

18. Онъ-же. Deux nouvelles propositions sur la thermogenèse.  
Comptes rendus hebdomadaires de séances et mémoires de la société  
de biologie. 1895.

19. Онъ-же. Expérience sur les mélanges réfrigérants (тамъ-же).

20. Онъ-же. Comparaison chez l'homme des variations éprouvées  
simultanément par diverses régions de l'organisme, pendant l'action  
et la réaction produit par l'eau froide (тамъ-же).

21. Онъ-же. Températures viscérale et musculaire sous influence  
de l'eau froide (тамъ-же).

22. Онъ-же. Puissance et résistance thermogénétiques de l'orga-  
nisme humaine dans un bain à la température de 7 degrés.

23. Подвысоцкій. Общая патологія. 1894 г.

## ПОЛОЖЕНІЯ.

- 1) Многие биологическіе и медицинскіе вопросы могутъ быть разрѣшены исключительно путемъ калориметрическихъ изслѣдованій.
- 2) Калориметрическія изслѣдованія посредствомъ водяныхъ ваннъ являются наиболее удобными для клиническихъ цѣлей вообще.
- 3) Для рѣшенія разнообразныхъ вопросовъ водолеченія очень важно дѣлать калориметрическія наблюденія посредствомъ ваннъ.
- 4) Врачи учебныхъ заведеній должны быть полноправными членами педагогическихъ совѣтовъ учреждений, что дастъ возможность улучшить многія стороны ихъ образованія.
- 5) Во всякомъ лечебномъ заведеніи во главѣ долженъ быть врачъ, въ ведѣніи котораго находились бы, какъ медицинская, такъ и хозяйственная часть учрежденія.
- 6) Желательно, чтобы заведующими хозяйственной частью госпиталей и больницъ (т. е. смотрителями) были врачи-же, и по преимуществу гигиенисты.
- 7) Трактирная система довольствія больныхъ является наилучшей не требуя большихъ затратъ и потому наиболее желательна для постоянного введенія въ военно-лечебныхъ заведеніяхъ.
- 8) Желательно введеніе госпитальныхъ судовъ въ Русско-военномъ флотѣ, чтобы такимъ образомъ во всякое время въ случаѣ войны имѣть готовыми плавушіе госпитали.



9) Многие случаи неврастения являются лишь частичным выражением мочеислого дѣтета.

10) При лечении брюшного тифа вливанія физиологическаго раствора NaCl въ прямую кишку можетъ оказывать большія услуги.

11) Спиртовые компрессы являются одновременно и болеутоляющимъ и разрывающимъ средствомъ при разнообразныхъ мѣстныхъ воспалительныхъ процессахъ.

### Curriculum vitae.

Владимѣръ Николаевичъ Песковъ, сынъ дѣйствительнаго статскаго совѣтника, православнаго вѣроисповѣданія, родился въ г. Саратовѣ въ 1872 году. Среднее образованіе получилъ въ С.-Петербургской 3-ей гимназій, которую окончилъ въ 1892 году. Въ томъ же году поступилъ въ Императорскую Военно-Медицинскую Академію, которую окончилъ въ 1897 году со званіемъ лекаря съ отличіемъ (medicus cu. eximia laude). Высочайшимъ приказомъ по Военному вѣдомству отъ 30-го ноября 1897 года опредѣленъ на службу младшимъ врачомъ 27-й артиллерійской бригады, въ г. Вильнѣ. За время службъ въ г. Вильнѣ работалъ въ лабораторіи Виленскаго Военнаго Госпиталя подъ руководствомъ консультанта госпиталя д-ра Л. Л. Дендрейха; Въ июлѣ 1898 года по распоряженію Главнаго Военно-медицинскаго Инспектора переведенъ младшимъ ординаторомъ Виленскаго Военнаго Госпиталя. Высочайшимъ приказомъ по Морскому вѣдомству отъ 29-го марта 1899 года назначенъ младшимъ ординаторомъ Николаевскаго Морского Госпиталя въ г. Кронштадтѣ. Распоряженіемъ Главнаго Медицинскаго Инспектора Флота отъ 16-го июля 1900 года переведенъ младшимъ врачомъ 14-го флотскаго экипажа въ г. С.-Петербургѣ. Въ 1899—1900 учебномъ году былъ отъ Морского вѣдомства командированъ къ Академіи и за это время получилъ экзамены на степень доктора медицины.

Имѣть слѣдующія печатныя работы:

1) Случай половой маііи и женскаго садизма во время мѣсячныхъ. Врачъ, 1898 годъ, № 8.

2) «Случай врожденного атетоза». Медич. Прибавл. къ Морскому Сборнику 1900 г. Июнь.

3) «Симуляція завканиа и методы ея раскрытія». Тамъ - же 1901 г. Апрель.

и 4) Настоящую работу подъ заглавіемъ «Къ методикѣ опредѣленія теплообмѣна между человѣческимъ организмомъ и водянся ванной», представляетъ въ качествѣ диссертациі на степень доктора медицины.