

Фан-Воронцовский

1. Введение

Любители пара, как и любое сообщество, это сочетание множества противоположных мнений и пожеланий: сухо – влажно; жестко – мягко; нагреться – обжечься и т.п. Каждая позиция основана или на личных ощущениях, что хорошо и предполагает поиск компромиссов, или на мифах, что не очень хорошо, поскольку каждый миф для его носителя это Истина, со всеми вытекающими из этого последствиями.

Посетители Воронцовских бань не исключение.

Одним из мифов Воронцовских бань является утверждение, что в русской парной температура воздуха не может быть более 85 градусов, а если банный термометр показывает температуру выше 100 градусов, то это или неправильный термометр или он показывает не температуру воздуха, а что-то другое. У мифа железное обоснование – ведь, если температура выше 100, то вода должна закипеть, а она же не кипит.

Какое-то время назад, в пятничном подмножестве парящихся в Воронцовских банях равнодушное равновесие между теми, кто верит своим глазам и теми, кто им не верит, несколько нарушилось. Выяснилось, что на металлической чашке, вынесенной из парной, вода все-таки закипает.

Поскольку нарушения равновесия это дискомфорт, для его восстановления одним из апологетов мифа были проведены собственные измерения особым способом температуры в парной. Которые, о ужас, показали, что температура воздуха действительно выше 100 градусов. Данное положение потребовало привлечения научных резервов, проведения исследований и окончательного решения вопроса на вечные времена, в виде публикации материала М.И. Изотова (далее – Автор) «Баня. Миф о температуре в парной».

В указанном материале, на основании проведенных в парных Воронцовских бань измерений, были предоставлены для широкой оценки следующие выводы:

1. *Реальная температура воздуха в русской парной находится в диапазоне 80-85 градусов Цельсия;*

2. *Значения 130-140 градусов, которые показывает обычный банный термометр – плод теплового излучения;*

3. *Правильное измерение температуры может быть произведено только при отслеживании динамики её нарастания;*

добавлено: «Непротиворечивость полученной системы оценок, совокупность полученных численных значений, их согласованность с теорией полностью доказывают правильность нашего подхода и правильность полученных результатов»;

и предложено несогласным с его выводами «... остановиться и подумать, Подумав - сделать. Потом сравнить».

По моему глубокому убеждению, любой спор, касающийся базовых (начальных) физических принципов и явлений, в публичном пространстве порочен и не имеет смысла.

Однако, заявленная Автором позиция и претензии на её обоснованность требуют определенной оценки, причем не в связи с её ложностью, а в связи с её потенциальной опасностью для любителей пара в Воронцовских банях.

Для парящегося не имеет особого значения, от чего именно происходит нагрев тела: от температуры воздуха; температуры полки; теплового излучения или чего-то иного.

Общая тепловая нагрузка определяется суммарным тепловым потоком. В широком диапазоне различные сочетания могут давать идентичные результаты по общему нагреву. И каждый, по личным ощущениям, может выбрать приемлемый для себя режим прогрева, варьируя время нахождения в парной.

Но вопрос приемлемой температуры воздуха в парной, с одной стороны, далеко не всегда, может быть оценен по ощущениям, а с другой именно избыточная температура воздуха может привести к нежелательным последствиям в виде ожога органов дыхания.

Считается, что допустимой для комфортного и безопасного для бронхов дыхания является температура не выше 120-125 градусов Цельсия на уровне носа. Каждый «делающий пар» обязан учитывать указанное ограничение на основании опыта или каких-либо контрольных механизмов. Показания обычного термометра на стене парной (с учётом естественного распределения температуры по высоте от пола парной и от печи и стены парной) даёт этому довольно объективную оценку.

Поэтому, для некоторых парных, в том числе для парной Воронцовских бань, в которых температура воздуха может быть доведена до значений выше 140 градусов Цельсия, действительно опасным мифом является мнение, что *«температура воздуха в русской парной не может быть больше 70- 80 градусов, а показания термометров – мифическая температура»*. В этой связи, авторский материал о подтверждении этого мифа является не столь безобидной и безопасной, как могло бы показаться, и требующей определённой реакции, в части оценки методов, на основании которых эти выводы были сделаны.

2. Реализация предложения Автора и альтернативные измерения.

2.1. Предварительное обдумывание.

Внимательно ознакомившись с 56-страничным документом, испытав определённые эмоции и глубоко вдохнув, считаю, что обдумывание и оценку для исключения не обоснованных эмоций целесообразно перенести на этап, следующий за сравнением.

Изложенное Автором заключение о температуре воздуха в парной было основано на проведенных Автором измерениях с использованием особых им изготовленных приборов для измерения температуры.

Проводимые ранее в течение более десятилетия, практически, еженедельные измерения среды парной первого разряда Воронцовских бань двумя термометрами, всегда давали существенно отличные от результатов Автора значения температуры воздуха в разных точках парной.

Однако, несмотря на то, что имеются многолетние фактические измерения параметров парной, эти результаты не являются полностью сопоставимыми с результатами Автора, поскольку проведенные им измерения проводились после ремонта лета 2018г., который существенно изменил аэродинамику и механизм нагрева парной (между стеной печи и парной возведён дополнительный кирпичный экран с внутренней воздушной прослойкой и дополнительной естественной вентиляцией).

Поэтому для объективности и более полной сравнимости условий были выполнены дополнительные измерения.

2. 2. Измерение температуры воздуха.

Основным (наиболее распространённым) методом измерения температуры газа является помещение в газ твердого (возможно и использование эталонного газа) тела, температура которого, после выравнивания её с температурой газа, измеряется различными способами.

Основой метода является непрерывность температуры в среде газа без внутренних источников энергии или процессов по её потреблению.

Следствием из указанного свойства газа является **факт равенства в точке контакта температуры воздуха температуре твердой поверхности** (термопары, колбы термометра, деревянной стенки, поверхности печи) **или иного газа, которые находятся в контакте с газом, температура которого измеряется.** Причём вне зависимости от того, чем эта поверхность нагревается (излучением, внутренним источником энергии или газом).

В парной имеется множество твердых сухих поверхностей, имеющих разную собственную температуру. И в каждом случае температура воздуха в точке контакта будет равна температуре поверхности в точке контакта. Поэтому вопрос о значении температуры воздуха должен быть привязан в конкретной точке в помещении парной.

Применительно к рассматриваемому случаю, в парной наиболее значимой является температура воздуха на уровне головы, а наиболее репрезентативной поверхностью является находящаяся в равновесии со средой верхняя поверхность полки (лавки) предназначенной для сидения.

Корректно измеренная температура внешней поверхности полки и будет являться температурой воздуха в точке контакта.

Измерение этой температуры возможно разными инструментами, причем не только контактными, но и бесконтактными.

Наиболее простым и доступным легко проверяемым является измерение обычным, предназначенным для парной термометром на деревянной основе, который (желательно, но не обязательно) расположен на полке колбой к дереву.

После определённого времени, необходимого для выравнивания температуры полки и деревянной основы термометра (или колбы), температура, которую будет показывать термометр, будет равной температуре воздуха в точке контакта.

Указанным способом, в том числе с расположением термометра колбой к полке и, в отдельных случаях с дополнительной изоляцией несколькими слоями мешковины, такие измерения были произведены.

Измерения были проведены следующими средствами:

- банный термометр

-- диапазон -20 – 170 градусов Цельсия;

-- точность 2.5 градуса Цельсия (1 дел. – 2 градуса Цельсия);

- цифровой мультиметр DT-838 с датчиком температуры воздуха TR-01F

-- диапазон -50 – 400 градусов Цельсия;

-- точность <400 (0.75% +/- 2.5 градуса Цельсия).

Измерения банными термометрами, проведенные в 1-ом разряде Воронцовских бань, регистрировались после выдержки термометра в указанном положении более 2-х часов показали температуру на высоте 50 см. от пола:

23.11.18 96 градусов Цельсия в дальнем левом углу полки;

30.11.18 98 - в дальнем правом углу полки (у окна).

07.12.18 106 - в дальнем левом углу полки;
при разной ориентации термометров.

14.12.18 102 - центр полки

93 - перекладина лавки на высоте 18 см от пола

Время стабилизации показаний термометра от начальной температура 30 градусов порядка 80 – 120 минут.

Измерения цифровым мультиметром:

14.12.18 99 - центр лавки

120 задняя стена высота 170 см. от стены 5 см

137 - потолок за верхней балкой.

145 - стена кирпичного экрана печи.

Показания мультиметра в достаточной точностью подтвердили результаты измерений термометрами.

2.3. Количественное сравнение результатов.

Автором измерения проводились на иной высоте.

Примерное распределение температура по высоте измеренное мультиметром:

- 93 -+ 3 пол высота 18;
- 100 -+ 3 полка высота 50;
- 120 -+ 3 высота 170;
- 135 -+ 3 потолок высота 235.

С учетом измерения у потолка за балкой в парной, которая составила 135 -137 градусов, линейности температуры воздуха по высоте (подтверждённой с достаточной точностью проведенными мультиметром измерениями), расчётная (оценочная) температура в месте измерения Автором (около 100 – 110 см. над полкой) составляет 115 градусов. И эта температура ни при каких условиях не может быть ниже, чем температура воздуха на уровне полки.

Аналогичные измерения в Высшем разряде Воронцовских бань, произведенные на полке, расположенной на высоте 115 см. от пола, показали температуру 117 градусов Цельсия. Измерения проводились практически одновременно с измерение Автором температуры продувкой воздуха через изолированную трубу с забором воздуха с высоты порядка 85-100 см. от пола, которая составила 112 градусов Цельсия.

3. Анализ причин различий в результатах инструментальных измерений

Результаты альтернативных измерений не только не подтвердили выводов Автора, но и подтвердили обоснованность сомнений в заключении о температуре воздуха в парной в диапазоне 80 – 85 градусов. Учитывая, что вывод как бы был подтверждён расчётами, основанными на результатах экспериментов, оценка расхождений неизбежно касается и сами экспериментальных данных и их содержания.

3.1. Анализ измерений Автора.

Автором измерения температура производились двумя способами:

- измерением теплового потока через отражающий ИК- излучение экран.
- измерением температуры в прокачиваемой через изолированную от среды парной трубу обычным термометром.

3.1.1. Измерением теплового потока через отражающий ИК- излучение экран.

Автором на основании собственного анализа принципов нагрева тел было заключено: *«Правильное измерение температуры может быть произведено только при отслеживании динамики её нарастания».*

При этом, вероятно, имелось в виду нарастание температуры какого-то эталонного тела. В качестве эталонного тела Автором для количественных измерений был принят термометр на алюминиевой подложке, помещённый с воздушной прослойкой в алюминиевый цилиндр, обёрнутый в алюминиевую фольгу. Снятие показаний осуществлялось открытием цилиндра каждые 1.5 – 3 минуты и *«выниманием термометра из кожуха».*

Любой измерительный прибор для измерений должен быть градуирован.

В предоставленных материалах имеется раздел «Валидация, калибровка и тарирование приборов» и даже присутствует подраздел о градуировке приборных термометров, но отсутствует информация о градуировке самих приборов.

Градуировка заменена на утверждение: *«Эта температура (температура воздуха) соответствует началу участка её относительной стабилизации, на котором контактная разность температур уже не действует, а остаётся только действие неотражённой части теплового излучения».*

На указанном месте можно было бы остановиться, поскольку качественные заключения о результатах измерений на приборе, поведение которого ни аналитически, ни экспериментально не выяснено и не описано, не имеют какого-либо смысла.

Но, учитывая характер материала, проанализируем, что же этим прибором измеря-

лось и что могло быть измерено.

Прибором должны регистрироваться показания термометра, который нагревался конвективными потоками воздуха, находящегося в алюминиевом цилиндре и нагревающегося от контакта с внутренней поверхностью цилиндра. Однако, в процессе снятия показаний воздух внутри цилиндра частично или полностью обновлялся и при каждом открытии нарушались конвективные процессы теплообмена в цилиндре. В результате **показания термометра не находились в какой-либо однозначной зависимости от тепловых потоков на наружную поверхность цилиндра.**

То есть, измерительный прибор, на основании которого Автором были сделаны «сенсационные выводы», не только не был отградуирован, но и в принципе не мог быть отградуирован и не мог быть использован для однозначных измерений чего-либо кроме температуры термометра.

Недопустимость использования описанной Автором конструкции для оценки нагрева от **контактной разности температур(?)** дополнительно подтверждается и анализом результатов измерений.

Согласно классическим экспериментам И. Ньютона скорость охлаждения (нагрева) пропорциональна разнице температур между телом и окружающей средой.

Аналитическое решение для дифференциального уравнения нагрева имеет вид:

$$T(t) = T_s + (T_0 - T_s) * e^{-kt};$$

где $k = (\text{коэффициент теплопередачи}) * (\text{площадь поверхности}) * (\text{теплоёмкость тела})$.

При этом и первая и вторая производные графика нагрева имеют экспоненциальный вид и являются монотонными.

А фактический график нагрева термометра в цилиндре в предоставленных материалах имеет, по крайней мере, два перегиба, что свидетельствует об отсутствии пропорциональности между скоростью нагрева и разностью температур.

Кроме этого, экспоненциальный характер роста температуры при нагреве предполагает длительный период её установления. Время установления в парной показаний банного термометра с точностью до 2-х градусов более одного часа. Численная оценка времени установления температура в конструкции Автора «Отражающий цилиндр» с двумя экранами и воздушной теплоизолирующей прослойкой существенно более полутора часов.

Для сравнения, расчётное время нагрева банки пива с +13 до +22 при температуре воздуха +24 по классическому закону Ньютона-Рихмана составляет 3 часа 5 минут, а фактическое 3 часа 20 минут (Блог Александра Воробьёва (al-vo.ru)).

В этой связи, количественные заключения о характере нагрева на основании исследования измерений с низкой точностью в интервале 12-ти минут - это гадание на кофейной гуще или осознанная фальсификация.

И наконец, скорость нагрева зависит не только от разности температур, но и от множества факторов, в том числе от коэффициента теплопередачи, которые не является константой при нагреве, и от аэродинамики в парной. При интенсивно обдуве скорость нагрева будет выше, но это никак не свидетельствует о более высокой температуре газа. Поэтому заявление Автора о том, что *«Правильное измерение температуры может быть произведено только при отслеживании динамики её нарастания»*, находится в противоречии не только с основами термодинамики, метрологии, практике измерений, но и с обычными бытовыми представлениями о веере и интенсивном нагреве банном веником в парной.

3.1.2. Сравнение тепловых потоков на двух наполненных водой ёмкостях.

В дополнение к измерениям на цилиндре с воздушной прослойкой, Автором приведены качественные сравнительные измерения на двух ёмкостях, наполненных водой.

Предположительно указанные эксперименты должны подтвердить никем не оспариваемый факт существования лучистого нагрева.

Какое-либо сравнение возможно при наличии некоторой идентичности по теплопроводности и теплоёмкости.

Однако, проведенные Автором предварительные сравнения показателей свидетельствуют именно об отсутствии идентичности в теплопроводности у этих двух объектов.

Как и в случае с цилиндром с воздушной прослойкой, даже грубые измерения Автора показывают наличие существенных отличий в динамике нагрева «измерительных приборов» от классической теории.

Значимым результатом данного эксперимента является только подтверждённый Автором факт, что в парной от интегрального воздействия ёмкость с водой всё-таки закипает, а общее воздействие парной на тело превышает воздействие воздуха, нагретого до температуры выше 100 градусов.

3.1.3. Измерение температуры проточного воздуха.

Единственным корректным способом измерения температуры воздуха, из использованных Автором, является измерение температуры потока проточного воздуха в изолированной от среды парной трубе. Указанное измерение (с поправкой на высоту измерения) показало практически идентичные результаты с альтернативными измерениями.

Но именно эти результаты, как противоречащие внутренней убеждённости и предварительными заявлениям Автора, без какой-либо количественной оценки сомнительных с точки зрения Автора факторов, были отвергнуты как недостоверные по гуманитарным соображениям «об излучении водяного пара и углекислого газа» и о возможности нахождения в парной в одном объёме различных газов с разной температурой.

3.2. Теоретические воззрения и аналитические расчёты Автора.

3.2.1. Теория бань.

Вопросы сочетания и значения разных составляющих нагрева в парной детально исследованы многими авторами (например: Теория бань, Хошев Ю.М. 2006). Имеются качественные широко доступные материалы по процессам лучистого, кондуктивного и конвекционного нагрева парной (например: HELPIKS.ORG/6-73952/html (запросы 12-17 (Хелпикс.Орг-Поиск))). В них содержатся корректные формулы, позволяющие рассчитать в модельных условиях примерные соотношения тепловых потоков при нагреве твердого и сухого объекта.

Тепловые потоки от **кондуктивного** нагрева имеют линейную зависимость от разности температур и просты в расчёте, но незначительны по влиянию на нагрев в парной.

Согласно классическим экспериментам И. Ньютона скорость охлаждения (нагрева) пропорциональна разнице температур между телом и окружающей средой.

Как было уже приведено выше, аналитическое решение для дифференциального уравнения нагрева имеет вид: $T(t) = T_s + (T_0 - T_s) * e^{-kt}$;

Тепловые потоки от **конвективного** нагрева близки к линейной зависимости от разности температур, существенно влияют на нагрев, но чрезвычайно сложны в расчётах и, обычно, оцениваются по приблизительным (эмпирическим) формулам. Примером инженерных расчётов с учётом конвективного нагрева является прилагаемая программа нагрева банки пива, написанная на Excel и размещённая в Блоге Александра Воробьёва (alvo.ru).

Наиболее простой составляющей нагрева является **лучистый** нагрев.

Тепловые потоки в Вт/м² от ИК-излучения и охлаждения пропорциональны четвертой степени абсолютной температуры и рассчитываются по формуле:

$$W = 5,67 * 10^{-8} * (T + 273)^4$$

Для черного тела (в реальном диапазоне температур характеристики дерева и тела человека идентичны чёрному телу) расчёт даёт следующие результаты:

Излучение от печи и стен (вт/м2)		Излучение от тела		Мощность излучения итоговая		Кондуктивный и конвективный нагрев		Кондуктивный нагрев на 0,5см.	
$W_{от\ стен} = 5,67 * 10^{-8} * (T+273)^4$		$W_{от\ тела} = 5,67 * 10^{-8} * (T+273)^4$		$W_{стен} - W_{тела}$		(эмпирика) $10 * (T1-T2)$		$0,032 * 200 * (T1-T2)$	
T (гр. С)	(вт/м2)	T (гр. С)	(вт/м2)		(вт/м2)	(вт/м2)		(вт/м2)	
85	931	40	544		387	450		288,00	
100	1098	40	544		553	600		384,00	
105	1158	40	544		613	650		416,00	
110	1220	40	544		676	700		448,00	
120	1353	40	544		808	800		512,00	
125	1423	40	544		879	850		544,00	
130	1496	40	544		951	900		576,00	
140	1650	40	544		1105	1000		640,00	
150	1815	40	544		1271	1100		704,00	

Указанные факты приведены исключительно для снятия пафоса Авторского непонимания «наличия непонимания некоторыми ключевой роли теплового излучения в том, что термометр показывает значительно более высокую температуру, чем реальная температура воздуха».

Наличие теплового излучения и его роль в нагреве тел в парной хорошо изучено, широко известно и, как и факт существования Солнца, никем не оспаривается.

Но, хотя эти данные были положены Автором в основу проектирования приборов измерения температуры, в связи с отсутствием действующих приборов они не имеют какого-либо значения для определения температуры воздуха в парной и не являются предметом каких-либо споров.

3.2.2. Основной фактор, на котором основана позиция Автора.

«... мы должны сказать, что разница между температурой, достигаемой за счёт инфракрасного излучения и температурой воздуха аж 50 градусов!» (Раздел «Житейская интерпретация результатов»).

Позиция Автора о том, что «термометр показывает не температуру воздуха, а что-то иное» основана на предположении, что:

- воздух в точке контакта с различными твердыми поверхностями в парной в силу своей прозрачности к ИК-излучению имеет температуру отличную от температуры этих поверхностей в точке контакта;

- различные газы в одном объёме могут иметь разную температуру.

Указанные утверждения Автором не обоснованы какими-либо доводами и, предположительно, должно было быть подтверждено проведенными измерениями.

Однако, предположение о существовании границы со скачком (бесконечным градиентом) температуры и смешанных газов с разной равновесной температурой вступает в противоречие с базовыми законами термодинамики. И, вероятно, предоставленные Автором материалы не могут служить доказательством об их недействительности в парной Воронцовских бань.

4. Оценка.

Аргументация Автора написана хорошим языком и надлежаще оформлена. Однако

позиция, изложенная в материалах, основана на ошибочных предпосылках и, несмотря на использование классических физических и технических терминов, к реальной термодинамике не имеет какого-либо отношения.

Это чисто пропагандистский продукт, основанный на бутафорном экспериментальном исследовании измерительными приборами, которые не могут что-либо измерять, и альтернативной физике или метафизике.

Учитывая, что воззрения Автора не обоснованы на каких-либо физических теориях, а основаны на эмоциональных откровениях, приведенные выше физические доводы, вероятно, не способны сами по себе что-либо обосновать в приемлемой для Автора форме.

Автором в порыве совершенно не обоснованной, но распирающей гордости заявлено: *«Можно конечно затопать ногами и грозно закричать: «Нет там никакого теплового излучения». А загиб графика это просто асимптотическое приближение за счёт термодинамической разницы сред».*

Но как же тогда быть с наукой, которая говорит о том, что излучение есть? Куда деть Планка с его «теорией теплового излучения»? Кирхгофа, Стефана, Больцмана, Вина, Тамма и других умнейших людей?».

Поэтому, завершая, хотелось бы добавить и эмоциональную оценку материалов: **«Великих и их теории надо или изучать, или оставить в покое и не упоминать все».**