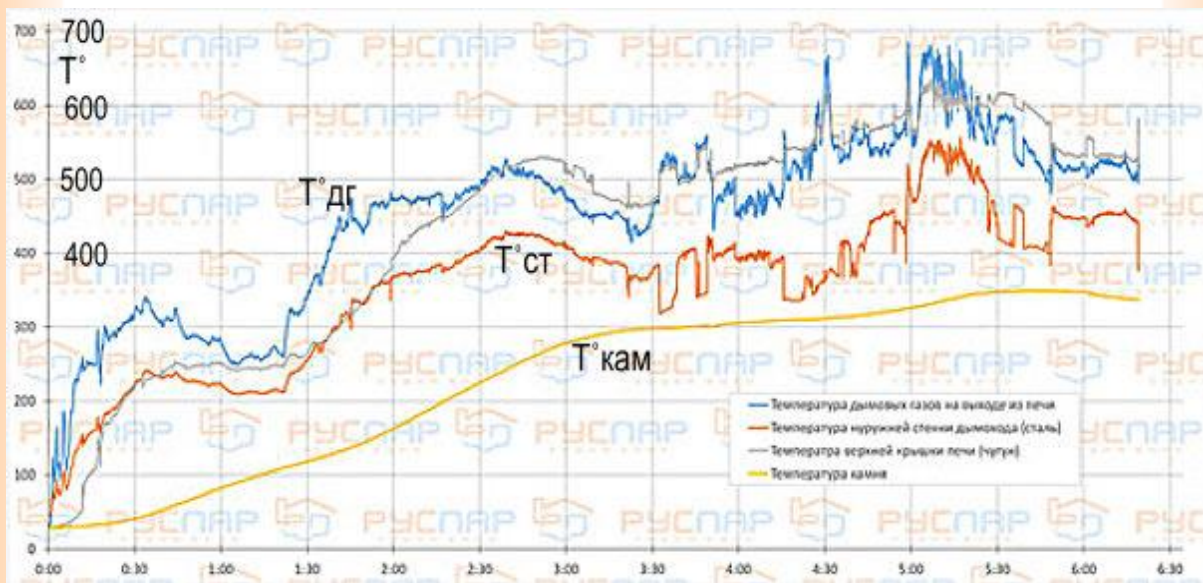


ЛЯХОВ В.Н.

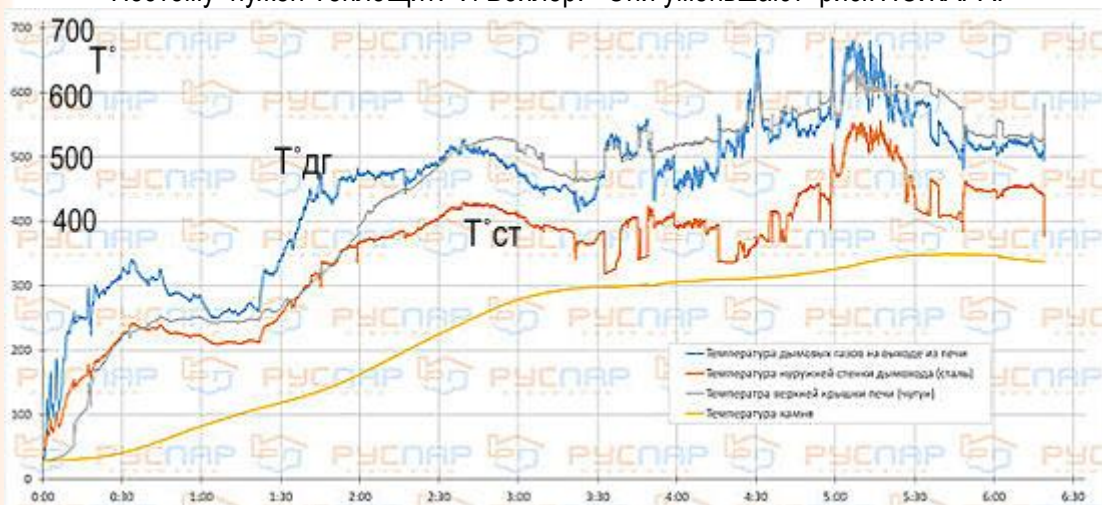
Их Величества ТеплоЩит и Бойлер

ТЕСТЫ. ЗАМЕРЫ. АНАЛИЗ.

Хватит клясть тьму!
Лучше зажги свою маленькую свечу!
(Конфуций).



Типичные температуры T° ДымГазов в ДымТрубе после
металлич. накал-каменки для РусБани.
Поэтому нужен ТеплоЩит! И Бойлер! Они уменьшают риск ПОЖАРА!



МОСКВА окт 2024

GORNILO.ru

РусБаня - 7 тем



Разделы, структура.

1. Исполнители. ТеплоЩиты. Огонь над крышей.	3
2. Из чего состоит печь? Анализ. МП с оборотами	4
3. Испытания ТЩ. Дым закручен.	4
♦ Литература. 3 Техно Накал, Бойлер, Чан.. Разрушения..	5
♦ Прилож.-1. <i>Рис.1.1-1.15</i> Тдг в ТЩ+ Каркас. печь Март 2024 рис.1.4.Стенд	7
<i>Рис. 1.5, 1.6.</i> Приборы, <i>1.7, 1.8 ШВВ.</i>	8
<i>1.9</i> ТЩ+Булерьян; <i>Табл.1.</i> Обзор ТЩ	9
Тдг, 1.11, КАМИ, ВитаС <i>Рис. 1.12.А, Б, 1.13, 1.14, 1.15</i>	10
♦ Прилож.-2 Тдг в ТЩ+ Булерьян. Май 2024 <i>Рис. 1.16...1.20</i>	12
<i>Т° на поверхн. Рис.1.18...1.20</i>	
♦ Прилож.-2.Б. Тдг в ТЩ Бан. печи.	15
Печь СкороПар, кастрюли , пирометр, ДТ между ТЩ	16
Бан. Спас Накал-каменки, Бойлер -3 вар.	17
Рыбное Выводы по ТЩ. ПАР разный. Рдг	18
♦ Обзор КСТ <i>рис.2.10.</i> Чугун.печь. ♦ Цели, рис.2.12.	19
♦ ТЩ ЛВН, р.2.13 ♦ ТЩ+Бойлер в Суздале	20
♦ Прилож.-3 П-3.1. РГН. Располаг.гравитац. НАПОР.	22
П-3.2. Краев. з-ча. Гранич. усл. Источники в ур-ях.	
П-3.3. Оценка РГН	24
П-3.4. Манометры Замеры давл. Пито <i>рис.3.4.</i>	
<i>200° Белый-рис.3.5.</i>	25
П-3.5. Термометры. <i>Рис.3.8.</i> Пирометры. Термопары.	26
П-3.6. Перетоп печи, испытания КАМИ. <i>Рис.3.9</i>	27
П-3.7. Регламент, Нормы, УПП. 3 Зоны Т°	
♦ Прилож.-4 П-4.1.Печь Дачная Кирпичная Шевякова.	28
П-4.2. Печь АЙНО для обжига керамики.	30
П-4.3. Семинар КАМИ-Осень, ПетроЗаводск.	31



Обознач.: Т°, Тдг – темпер.дымгазов. ТЩ – ТеплоЩит, Т-Щит (щиток). ТП – ТермоПара. ДТ, ДГ – дымовые труба, газы. КСТ - коэффиц. сброса Т°. К-печь – каркасная печь. МП – металлич. печь. РГН, ΔРг – Располагаемый гравитац. Напор. Пр. – Приложение

- Задача** тестов ТЩ отличалась от испытаний теплоёмких печей по ГОСТ 3000-45* - "Печи отопител. теплоёмкие. Метод испытания" (несоблюдение стандарта преследуется по 3-ну).
- 1) "Буржуйки" - МП, по сути топливники или накал-каменки прямоточки (топливник+заряд). ТЩ помогает не допустить пожар в перекрытии, т.к. уменьшает Т° дг на входе в ДТ.
 - 2) Подключение каркасной печи КАМИ [снизу](#).
 - 3) Подключение банных печей [сверху](#).
 - 4) Определить какой ТЩ лучше понижает Т_{вых}. ♦КАМИ, ♦ВитаС, ♦ЛВН.
 - 5) Для анализа замеряли Т°_{вх} и Т°_{вых} (и в др. точках) и на поверхности ТЩ, давл. перед выходом, анализ газов (СО и др.)
 - 6) Расчёт $KCT = T_{вх} / T_{вых}$ и $KПД = (T_{вх} - T_{вых}) / T_{вх}$.

Их Величества – Тепло-Щит и Бойлер!
ЛЯХОВ В.Н., к.т.н. СОЮЗ Мастеров – Бани и Печи.
Тесты. Замеры. Анализ.



*Дым в трубе должен быть холодным,
чтобы тепло оставалось в хате.*

В 2024 по инициативе Серёгина С.И., рук. испытательного центра КАМИ [1], были проведены тесты теплощитов (ТЩ) для определения их характеристик и рекомендаций Пользователям.

1) ТЩ из кирпича и из блоков жаропрочного талькобетона подключали снизу к топливнику каркасной печи (март) и к Булерьяну (май) в печном центре КАМИ, г. ПетроЗаводск.

♦ ТЩ из блоков подключали сверху к баннным печам.

2) К Бойлер-печи СкороПарка. Питер, март-2024.

3) К Накал-каменке по белому. Рыбное, июль-2024.

4) К Бойлер-печи. Суздаль, авг.-2024, Баня-Фест.

5) К Накал-каменке по-чёрному. Завалье МО, июнь-2024, фест. Бан. Спас.

Для ТЩ замеряли и вычисляли 1) Коэффициент сброса T° : $KCT = T^\circ_{\text{вх}} / T^\circ_{\text{вых}}$ – это оценка риска пожара!

2) $KPD = (T_{\text{вх}} - T_{\text{вых}}) / T_{\text{вх}}$. 3) равномерность и скорость прогрева поверхности ТЩ, 4) длительность остывания.

1. ИСПОЛНИТЕЛИ. ПРИБОРЫ.

Испытания в КАМИ-центре проводили:

1) Свинцицкий Виталий, печник. (лётчик в прошлом) [2] -ТЩ ВитаС, рис. 1.1.

2) Серветник Сергей (напарник С.В.), выполнил "продувки" ТЩитов на компьютере с помощью программы SolidWorks Flow Simulation - SWFS [2].

3) Шевяков Владимир, к.т.н. – приборы, измерения, создатель оригинального топливника [3].

4) Ляхов Владимир к.т.н., инженер-физик, математич. моделирование в газодинамике [4.1;2;3].

Лаборатория РусПар предоставила Логгер (рис. 1.6.А) и термомары для замеров [5].

"Испытательная лабор. РусПар создана в 2010. Началась долгая и трудная работа по проведению тестов парных, банных печей, дымоходов и др. Исследовали воздействия на человека ТеплоГидроПроцедур в бане. Тесты показали, что после банных накал-каменок прямоотчек Тдг 600-700° в ДТ" (см. обложку, с.1)

Такие высокие Тдг в ДТ ведут к пожарам [4.1], стальные ДТ при Тдг более 400°С противозаконны - СП 7 13130-2013.

Практика показывает, что **Тепло-Щит:**

- 1) снижает Тдг; 2) повышает КПД отдачи тепла; 3) аккумулирует тепло;
- 4) гасит искры и пламя из ДТ (рис.1) – т.е. существенно снижает риск пожара.



Рис.1.А. Огонь над крышей из ДТ банных накал-печей



Рис.1.Б. Перекал ДТ у МП. прямоотчек без ТЩ.

2. ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ ПЕЧЬ? АНАЛИЗ.

1) Топливник. → 2) Тепло-Щит - обороты, конвектив. система (рис. 1.1). → 3) Дымтруба.

Иногда топливник накрывают плитой для варки, или рядом с ним встраивают духовку и т.д. Устраивают накал-каменку (по-чёрному, по-белому) чтобы калить заряд (камни, чугун), поливать его водой и получать пар в парной. И с этими накал-каменками – просто беда! Обычно они без ТЩ (прямоточные) и ДГ уходят в ДТ с T° 600-700°С! КПД низок! Риск пожара высок! После них часто виден огонь над крышей из ДТ (рис.1.А).

И поэтому РусБани часто горят! А печи разрушаются [4.1].

Правило №1. "РусБаня является **пожароопасным** объектом!" [6, Резник].

"Дым из печи в ДТ должен быть "холодным", чтобы тепло оставалось в хате", - говорят бывалые печники.

Некоторые печники проводят условную аналогию печи с животным [7].

- 1) Топливо это пища; 2) топливник – желудок; 3) ТЩ (конвектив. система, дымообороты) – кишечник;
- 4) ДТ - прямая кишка. А у печи-прямоточки нет дымооборотов (кишечника), т.е. это – инвалид (урод).

Подавляющее количество МП (металлич. печи) – прямоточки (рис.3.1), без ТЩ (дымооборотов, как на рис.3.3). По сути, то, что обычно называют МП – это лишь топливник, подключенный к ДТ. И даже с навал-каменной, духовкой или варочной плитой такая МП (без ТЩ) не дотягивает до звания ПЕЧИ с оборотами. Эта маленькая ложь рождает большое подозрение, а статистика МЧС подтверждает, что 50% пожаров - это горят РусБани при использовании МП без ТЩ.

Эволюция печей.

1. **Кирпичные печи (КП).** Их давно делают – шведки, голландки с ТЩ.

Они уравновешены по габаритам, теплоёмкости, их успешно используют много веков.

2. **Металлич. печи (МП, "буржуйки")** появились пару веков назад. Это – по сути лишь топливники, поэтому дожигание происходит в дымо трубе, и часто наблюдают выброс огня над крышей (рис.1.А). Проблемы: пригорает пыль на раскалённых стенках печей (снаружи) и появляется угарный газ в помещении; дымоход перекалён (рис.1.Б), пожары (перегрев УПП), КПД низок. На рис.2 показана МП с дымооборотами. Такую МП в продаже не встретишь...

И даже сложный массивный конструктив банной печи, (рис.2.9 и 2.11) не даёт свойств конвективных оборотов.

3. **Банные печи (БП)** – это особый разговор. От них хотят получить тепло и пар. Зачем нужен пар? - спрашивают иногда печники. С паром теплее мыться. Кое-кто ещё прогревает тело или прижигает и массирует кожу, используя веники, проводят ТеплоГидроПроцедуры.

Издавна в отсутствии металлич. сосудов стали калить камни огнём рис. 5 и 6 (по чёрному или по белому, рис. 2.9, 2.11) и поливать водой.

Потом появились металлич. бойлеры (1779, Львов, Русская пиростатика).

4. **Проблемы** с навал-каменками прямоточками. Раскалённые ДГ идут в ДТ (рис.1.А,Б). КПД низок. Риск пожара. высок! Получается, что без ТЩ – "и ни туды, и ни сюды..." ☹



Рис.2. МП с оборотами (не прямоточка). 🙌

3. ИСПЫТАНИЯ ТеплоЩитов.

Тесты с ТЩ выявили интересные особенности.

◆ Оказывается в кирпичном канале у стенки T° ниже на $100...120^\circ\text{C}$, чем в середине (рис.1.11, $T_3 - T_2 \approx 120^\circ$), а в металлич. ДТ разница ещё больше ($350...450^\circ\text{C}$).

◆ Поток ДГ м.б. ламинарным, турбулентным и закрученным (как слив воды из ванны) – рис. 3

◆ На выходе из Т-щита T° ниже в 2,5-3 раза (КСТ), чем на входе (Тдг, рис. 1.11-1.19, сводный, КСТ - рис.1.20). Т.е. ТЩ эффективно снижает T° на выходе из него и уменьшает риск пожара, накапливает тепло, для использования в помещении (повышает КПД). Это очень важные противопожарные эффекты!

◆ Пирометр, направленный на одностенную металлич. ДТ показывает T° гораздо ниже (в 2-3 раза), чем T° внутри ДТ (рис.2.4 и 2.5). Это вводит в заблуждение неопытных пользователей пирометром, т.к. некоторые считают, что T° почти одинаковы. А термометр со штоком (по инфо от производителей bd) предназначен для медленных процессов (т.к. большая инерционность), 20% шкалы в начале и 20% шкалы в конце имеют большую погрешность (рис.3.6, 3.8), и для правильных замеров надо погрузить шток в измеряемую среду так, чтобы середина штока бы в середине трубы. И теплоизолировать шток от трубы.

◆ Манометр показал, что давление в канале на выходе из ТЩ ниже давления снаружи $P_{атм}$ на 7-15 Па. Однако, известно, что в колпаке конвективной системы печи Рдг бывает выше, чем снаружи $P_{атм}$, и ДГ могут выходить в помещение через щели между кирпичами.

◆ **Испытания в марте 2024.** Это замеры T° в разных местах внутри ТЩ (рис.1.1), к которым снизу-сбоку подключен топливник К-печи (рис. 1.3, 1.4). Тестировали 3 вида ТЩ – рис. 1.1 – 1.4.

1) ТЩ из кирпича - КАМИ-К, рис.1.1 и 1.4). ТЩ из кирпича - ВитаС - от Виталия Свинцицкого [2] – рис.1.1.

3) ТЩ из блоков жаропрочного бетона – КАМИ-Б1 – рис.1.2.

4) Кроме этого Сергей С. провёл "продувки" на компьютере ТЩ ВитаС с использованием программы SolidWorks Flow Simulation (SWFS).

◆ **Испытания в мае 2024.** Тест ТЩ из блоков жаропрочного бетона – ТЩ-Б2, к которому снизу-сбоку подключён Булерьян-200 (рис.1.7 и 1.8).

◆ **Испытания летом 2024.** ТЩ из блоков жаропрочного бетона подключены к банной печи сверху (Прилож.2.Б), а также тест банной печи Скоропарка с бойлером на ДТ [8].

◆ **Е-тяга. М-тяга.** Тяга в печи (движение потока в горячей печи) бывает:

1) естественная (Е-тяга), под действием гравитац. напора – ΔP_g (раздел П.3:1);

2) механическая (М-тяга), например, с тепловентилятором на входе в печь.

Тяга в печи, как НАПОР, не зависит от сечения ДТ (располагаемый гравитационный напор).

Тяга, как ПОТОК в печи – зависит от сечения, поджига сверху/снизу, количества дров.

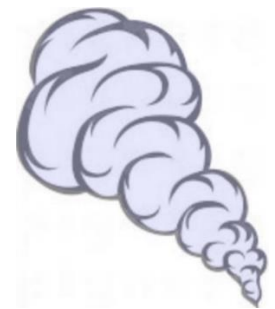


Рис. 3. Дым в ДТ и при выходе из неё закручен, как вода при сливе из ванны.

Судя по инфо от Сергея С., его "продувки" на компьютере с помощью SWFS похожи на М-тягу (на входе). И не понятно, насколько это моделирует потоки при Е-тяге в ТЩ. Обсуждение в Петрозаводске привели меня к такому выводу. Хорошо, что стали использовать SWFS, теперь появились вопросы и их надо решать, уточнять постановку задачи (этим занимался 30 лет в СССР [4.2;3]). Подробнее в Прилож.3.

♦**Манометр.** Стальной трубкой "проткнули" стенку ТЩ, подключили диф.манометр (рис.1.6.Б, 1.7). Он показал минус 7...15 Па (т.е. в потоке дымгазов в ТЩ давление ниже, чем Ратм снаружи ТЩ), Это разница между статическими давлениями внутри ТЩ и снаружи его.

В газодинамике используют 4 термина: полное давление **Рп**, которое состоит из 3-х слагаемых: **Рп = Рст + Рдин + Ргр** (статич, динамич., гравитац.). Благодаря таким замерам. появились данные о Рст в тракте ТЩ и вопросы для анализа (подробнее в П-3.4).

Спасибо Шевякову В.В. и РусПару за приборы!
 Результаты испытаний далее в Прилож.1 (рис.1.1-1.15), Прилож.2 (рис.1.16...1.20), Прилож.2.Б (рис.2.1-2.15), Прилож.3 (рис.3.1-3.11), и дополнение в Прилож.4.

♦**Литература.**

[1].Серёгин С.И. **Трёхканальные дымовые блоки из жаростойкого бетона. Применение.**

Альманах №6, Вопросы печестроения. РПО, 2023, с.28.

[2] Свинцицкий В.В. **Газодинамический принцип конвективной печи.**

Альманах №6, Вопросы печестроения. РПО, 2023, с. 24.

[3] Шевяков В.В. **Газодинамика бытовой печи. Разработка метода расчета.**

// Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2015. № 11 (22)

<http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2771>

[4.1] Ляхов В. Н. **Почему РусБани горят и накал-каменки разрушаются?**

Альманах №6, Вопросы печестроения. РПО, 2023, с.86.

[4.2] Карпенко А.П., Ляхов В. Н, Протасов И. Н., Фортвов В. Е... **Численное моделирование нестационар. 3-мерного течения газа с ударными волнами и отрывом потока.**

Ин-т высоких темп-р РАН **ж. Математич. моделирование**, 1995, т.7, №8, с. 36–59

https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&rnid=mm&paperid=1784&option_lang=rus

[4.3] Ляхов В.Н..Подлубный. В.В,Титаренко В.В. **Воздействие ударных волн и струй на элементы конструкций**
 М. : Машиностроение, 1989. 391 с.

[5] РусПарЛаб https://ruspar.ru/ispitatelnaja_laboratorija/

[6] Резник Г.И. **:60 правил устройства РусБани.** МАИ. 1999, 38с.

[7] <https://pechnik.pro/articles/masonystoveswithhigh efficiency> и печник Папулов Г. (Иркутск)

[8] Романюта С. <https://xn----8sbarpziffn0a6cxf.xn--p1ai> **Изготовление печей и стройматериалов в СПб.**

<https://vk.com/id3345535> https://vk.com/pechi_kamin_spb



3 технологии бань

ПАР
 ■ грязный,
 ■ по-серому,
 ■ по-белому.

400-700°C

**Накал
каменка**

1 Рус.Баня

♦ Накал камней.
 ♦ Поливаем водой → **ПАР**.
 ♦ Нагрев интерьера.
 Воду лить на раскалённый материал - это разрушать его!

Какое устройство быстрее разрушится? Где экология выше?

Голова в более нагретой среде, чем ноги.

мало O₂

ПАР чистый

100°C

Котёл Бойлер

2 Турец.Баня Хаммам

♦ ПАР от кипятка
 ♦ Нагрев интерьера

Голова без нагрева

Вода до 45°C

Без пара

Чан ванна

3 Япон.Баня

♦ Греем воду. Печник Сергей Г. на даче

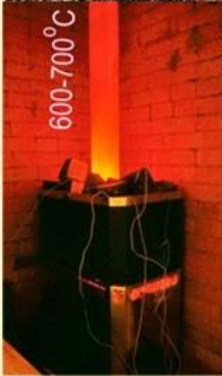
Помыться и нагреть человека на 1-1,5°C (внутри).

Правило Суворова: Голова в холоде, ноги в тепле!

Рис.4.

- 1) Лирики чаще думают, что разрушится скорее Бойлер (2).
- 2) Некоторые указывают на Чан (3).
- 3) Технари-Физики понимают, что поливать раскалённый конструктив (1) водой – это варварство, это ведёт к разрушению материала.

ПОЖАРЫ РАЗРУШЕНИЕ



Фронт работы имеют:
 • Печники
 • Производители
 • Строители
 • МЧС, Пожарные
Их всё устраивает, они при деле...

**Кто остановит пожары?!
 Как остановить это безумие?**



Всё за счёт Клиента

ПРОБЛЕМЫ



Всё во имя Традиции!

Даже если нет пожара, то от такой традиции имеем мизерный КПД и грязный пар!

Заказчик не знает деталей и ведётся на любую тему.

Продавец начинает говорить о настоящем "Лёгком паре".

"Хоуда нет – ходи с бубей!"



Рис.5. Разрушение, пожар выгодны, т.к. появляется фронт работы, заработок.

ЭВОлюция

ПЕЧИ для бани

10.04.21



Печь по-белому, каменка по-чёрному закрытая

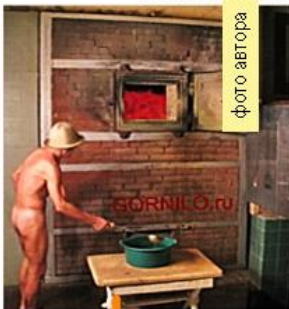


фото автора

2
 Баня и пар по-серому

Печники говорят "печь по-серому"



Ритуал

Очаг по-чёрному. Поливаем закопчёные камни водой и получаем облако копоти Финская сауна..

Абсурд

Абсурд

Футбол в болоте у финнов



С.3

Рис.6. Абсурда много на Земле.

3-канал.ТЩ: $KCT = T_{\text{вх}} / T_{\text{вых}} = 2,5-3$ (подключ. снизу) – с. 9,14; $\Sigma=2$ и 3-канал. с.18, 19 **Основные выводы по ТЩ.**
 2-канал.ТЩ: – $KCT 1,5-2,8$. (подключ. сверху). $\Sigma=с.18,19$. Бойлер на ДТ – СкороПарка с.15; ТЩ-ЛВН с.20-22.
Важно: ТЩ делать так, чтобы горячий входной канал не нагревал бы остывающие ДГ в выходном канале.

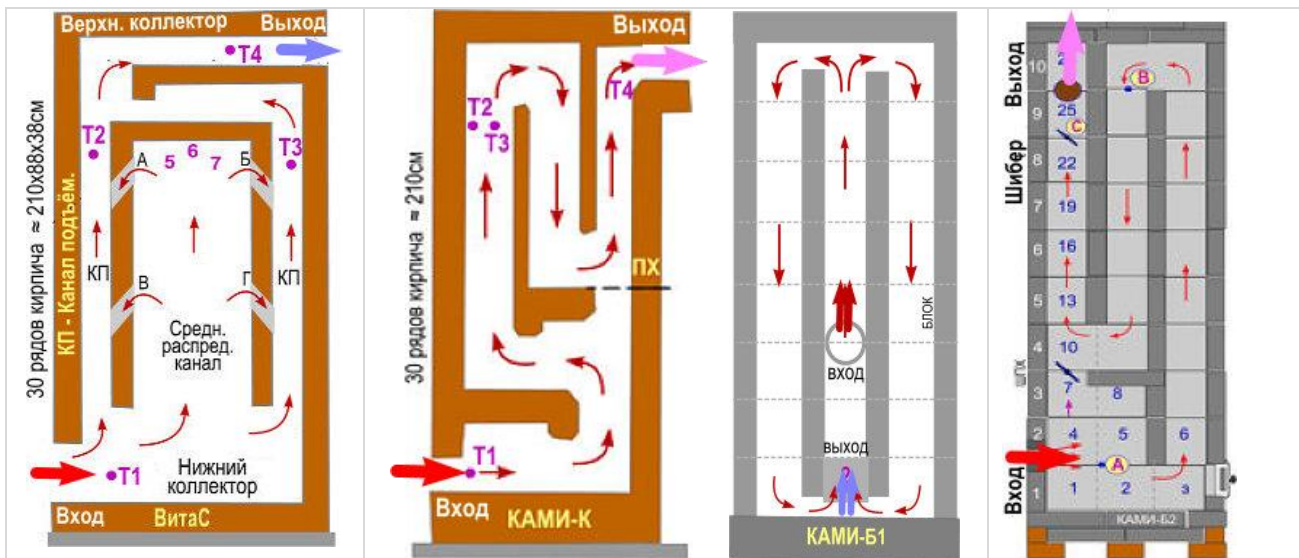


Рис. 1.1. Схемы ТЩ: ВитаС
3-2,8 3,1-2,6 3,3 3

КАМИ-К
2,4/2,5

КАМИ-Б1
нет КСТ

КАМИ-Б2
3,06; 3,95; 2,9; 2,7.

ТЩ-КАМИ-К и КАМИ-Б -
производство КАМИ,
кирпич/талькобетон [1]

ТЩ-ВитаС от Виталия
Свинцицкого, кирпич [2]

Рис.1.2. Булерьян подключён к ТЩ
из блоков КАМИ-Б1

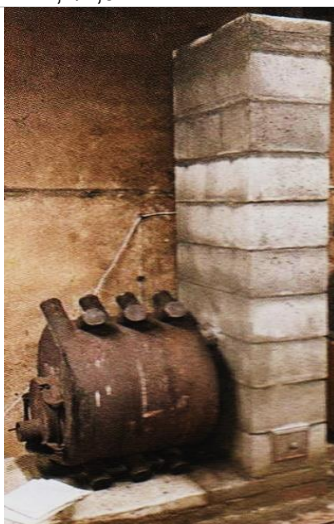


Рис.1.3. Каркасная печь (К-печь), КАМИ.
Март 2024



Рис. 1.4.
Испытательный
стенд.
Виталий С. и
Сергей С.
тестируют
Т-щиты,
подключённые к .
К-печи.
ТЩ-КАМИ-К и
ТЩ-ВитаС.-

Видна ДТ между ТЩ
(см.рис.2.5)



Рис. 1.5. ТеплоЩит ВитаС, кирпичный.

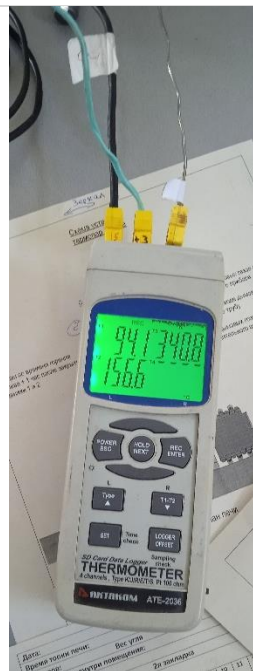


Рис. 1.6.А Логгер для 4 термопар от РусПар. Газоанализатор, манометр – от Шевякова В.

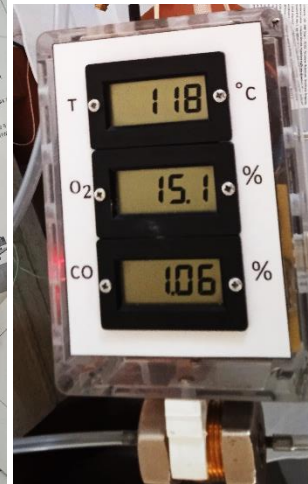


Рис. 1.6.Б Дифференц. манометр, подключён к каналу на выходе из щита (рис. 1.7) показывал давление Рст ниже на 7-15Па, чем снаружи в помещении. Май 2024

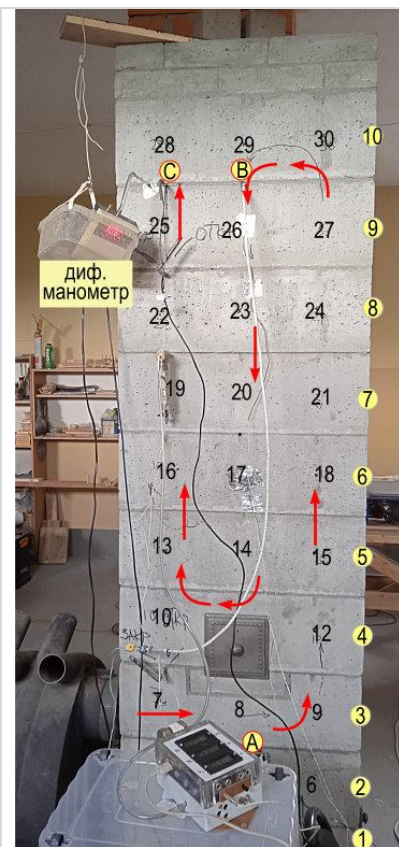
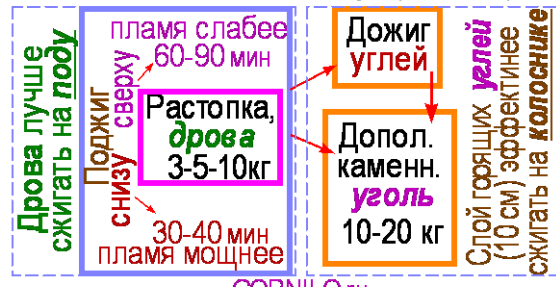


Рис. 1.7. ТЩ КАМИ-Б2 – блоки из жаростойкого талькобетона. Дифференц. манометр, подключён к каналу на выходе из щита.

Рис. 1.8 Шевяков В. В. следит за приборами.

Особенности сжигание дров и угля. Сравнение.

Тест в КАМИ Май-2024 Булерьян + Щит-Зк



GORNILO.ru

Рис. 1.10.А. Особенности сжигания дров и угля. Дрова лучше сжигать на полу, уголь – на колосниках или в Клиновидном Топливнике Шевякова – КТШ (с..28).

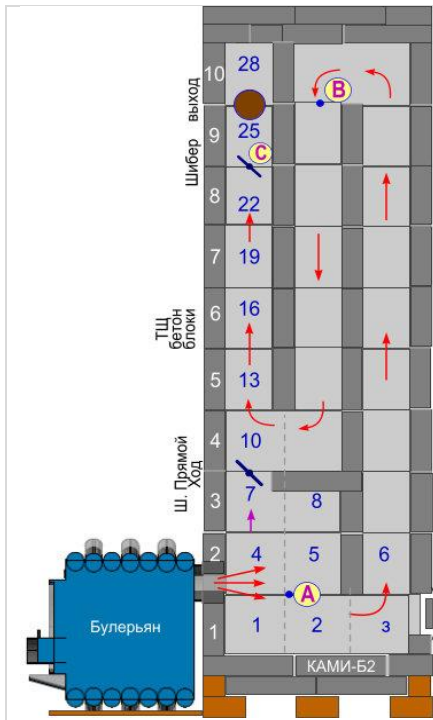


Рис.1.9. ТЩ КАМИ-Б2, разрез.

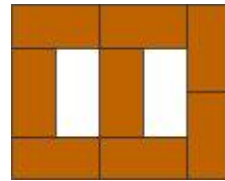


Рис. 1.10.Б. Дымтруба, "пятерик", 2 канала (12х25 см после ТЩ)

Замеры T° дымгазов. ПетроЗаводск 1-4 марта Табл. 1

3-канал.	T° вх за Δt 20-30'	T° вых	Δ мах	КСТ $^\circ$
1) КАМИ-К	700 $^\circ$ → 320 $^\circ$	290 $^\circ$	410 $^\circ$	2,2
	750 $^\circ$ → 650 $^\circ$	300 $^\circ$	450 $^\circ$	2,5
2) ВитаС	640 $^\circ$ → 210 $^\circ$	210 $^\circ$	430 $^\circ$	3
	730 $^\circ$ → 400 $^\circ$	250 $^\circ$	480 $^\circ$	2,9
3) Щиток с Булерьяном - не было замеров T° вх и T° вых				

ОБЗОР ТЩ.
Рис.1.10.В

Способы подключения металлической печи (МП) к дымоходам.

Проблема утилизации тепла.

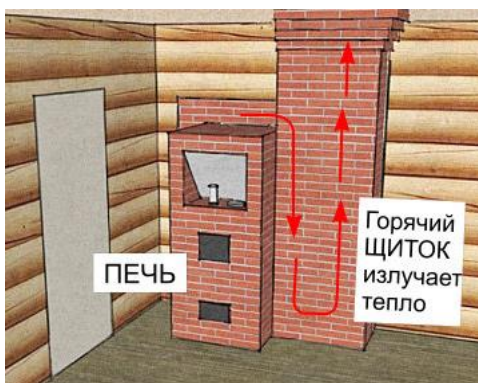
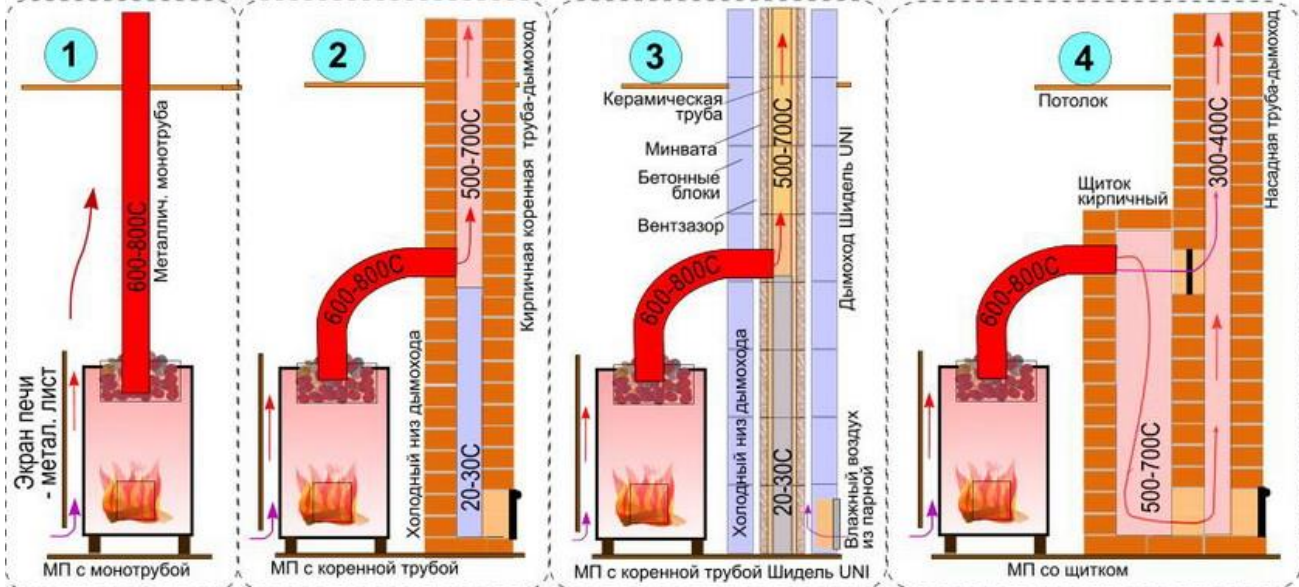
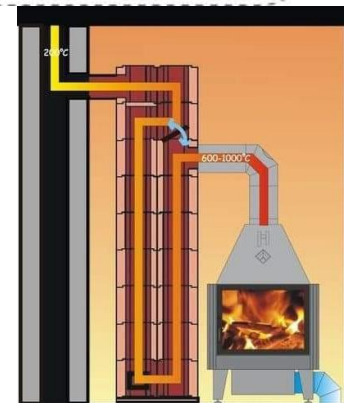
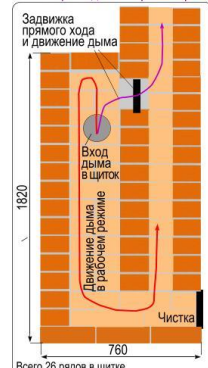


Схема щитка для обогрева парной



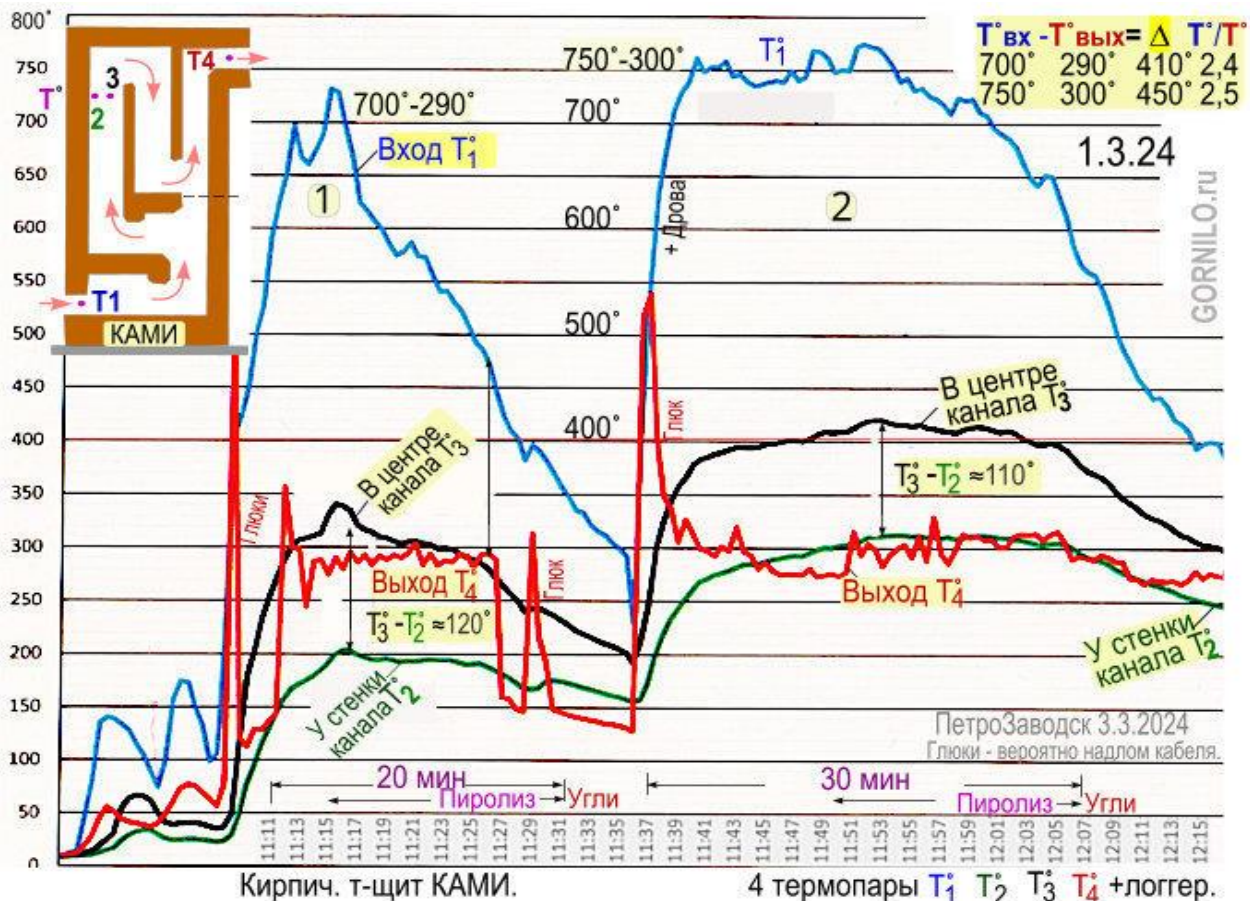


Рис. 1.11. В каналах $T(t)$ – изменение по времени. $T_{\text{макс}}-T_{\text{мин}}=700-290=410^\circ \# \text{Отнош.}=2,4=\text{КСТ}$; $750-300=450^\circ \# 2,5$ (1.3.24). $\text{КСТ}=T_{\text{вх}}/T_{\text{вых}}$ - коэффиц. сброса T° . T° в потоке у стенки (T_2) ниже на 100...120 $^\circ\text{C}$, чем у оси потока (в центре канала – T_3).

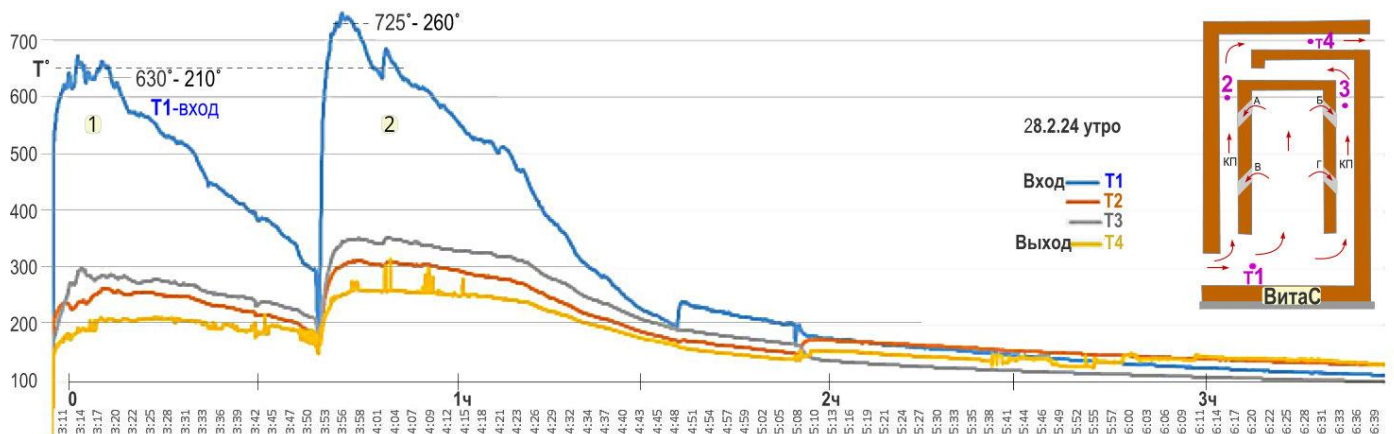


Рис. 1.12. $630-210=420 \# 3=\text{КСТ}$; $725-260=465 \# 2,8=\text{КСТ}$ - коэффиц. сброса T° . ТЩ – Витас.

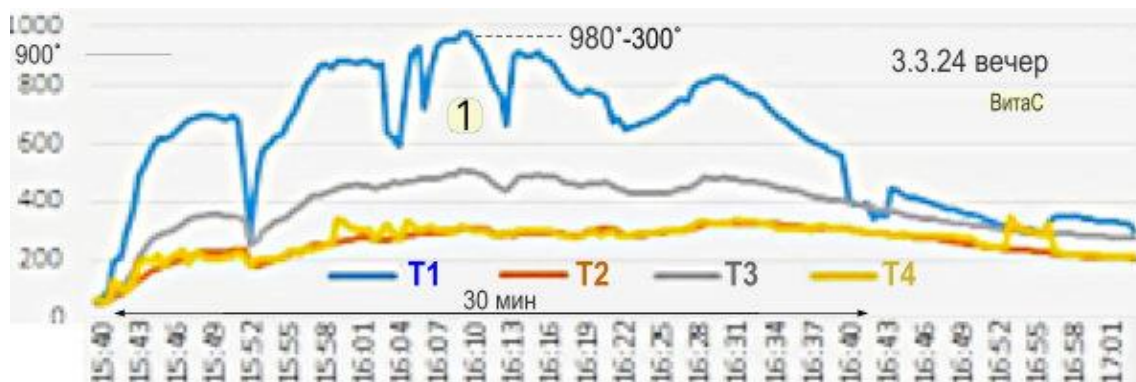
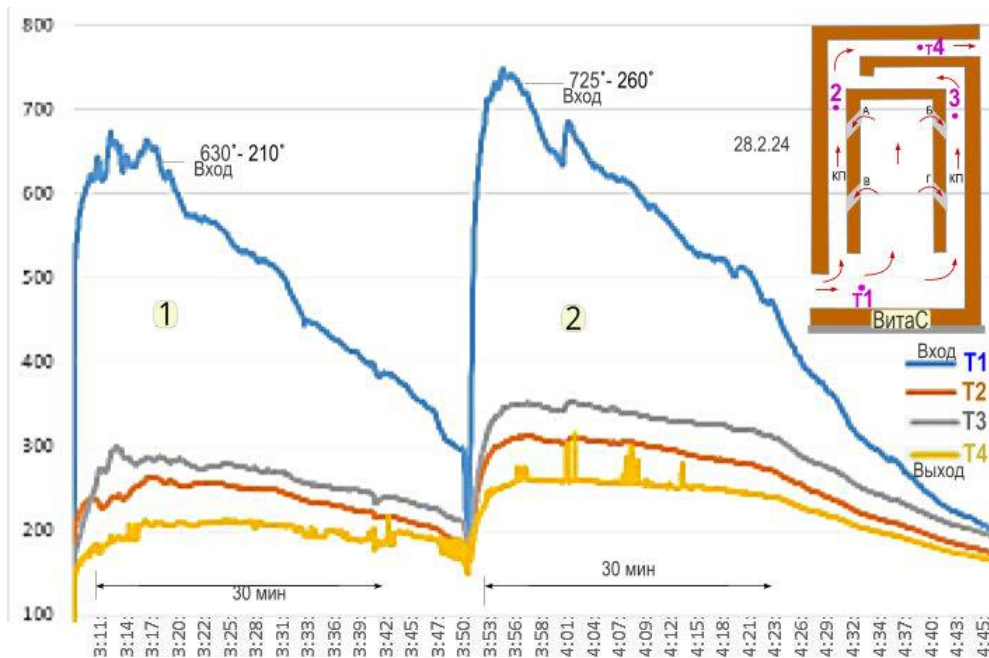


Рис. 1.13 ТЩ Витас- Вечер. горячее. T_1 (вход) вынимали не раз (пик вниз). $\text{Макс.}T_1=980^\circ\text{C}$, $980-300=680 \# 3,3=\text{КСТ}$ (мультиметр).



То же, как и на рис.1.12, обрезан конец. $630-210=420 \# 3 = \text{KCT}$; $725-260=465 \# 2,8$

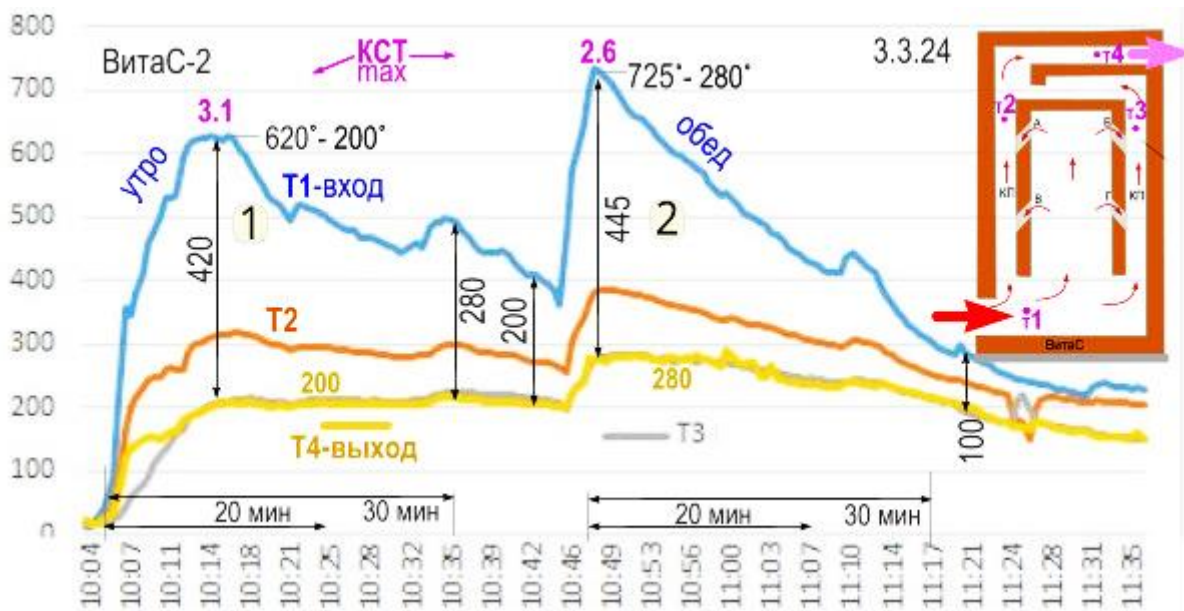


Рис. 1.14. ТЦ ВитаС. Топили 2 раза утром и после обеда после переделки. $620-200=420 \# 3,1 = \text{KCT}$. $725-280=445 \# 2,6$ Подняли левую подвертку на 70мм. Утром топили с подвертками одной высоты, (2 ряда, 140мм)

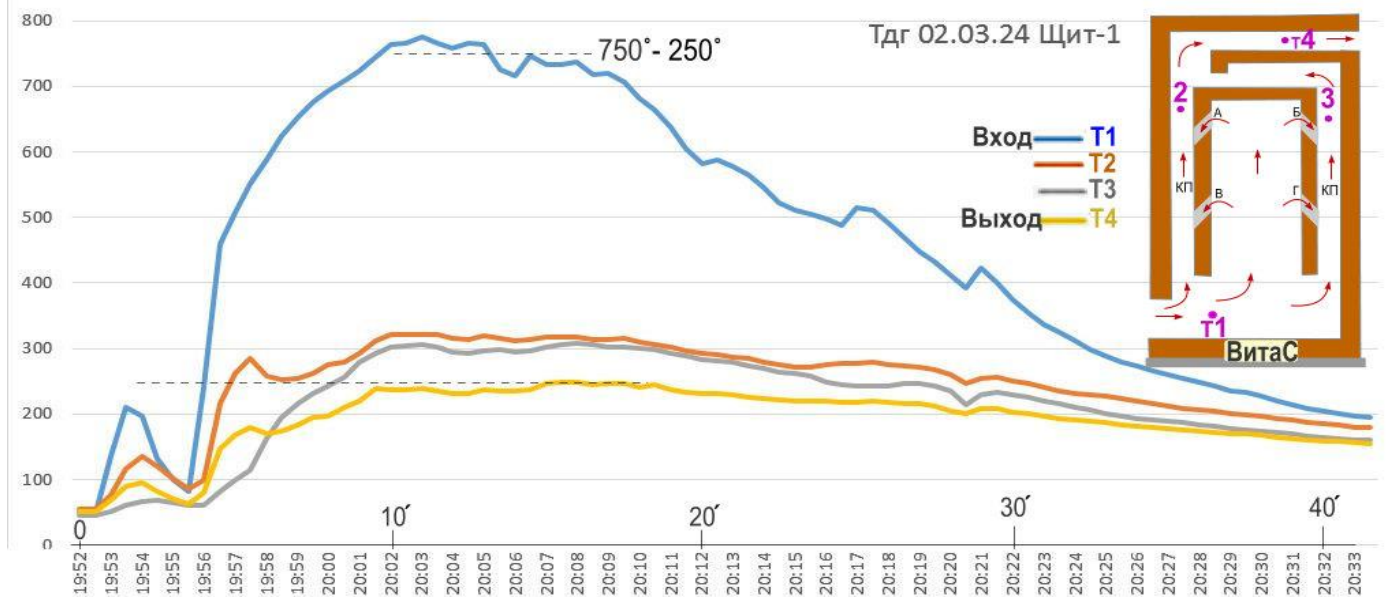


Рис 1.15 Тдг внутри т-щита в точках T1,T2,T3,T4 Макс. разность= $750-250=500 \# 3 = \text{KCT}$.

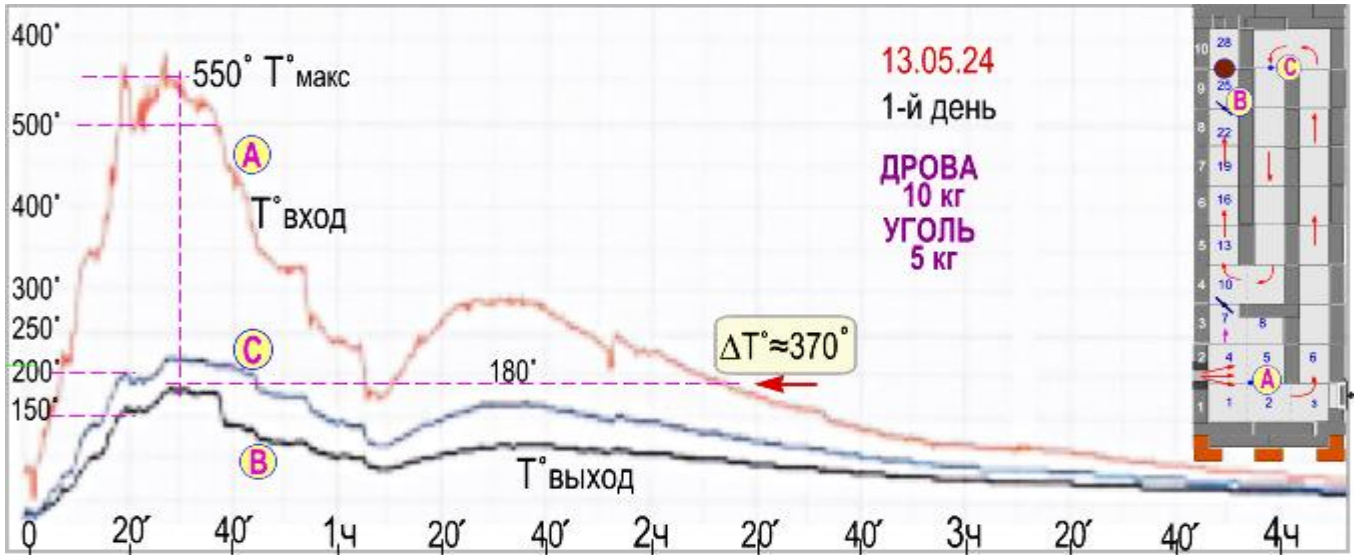


Рис.1.16 Макс. разность = $550-180=370 \# 3,06= \text{КСТ}$

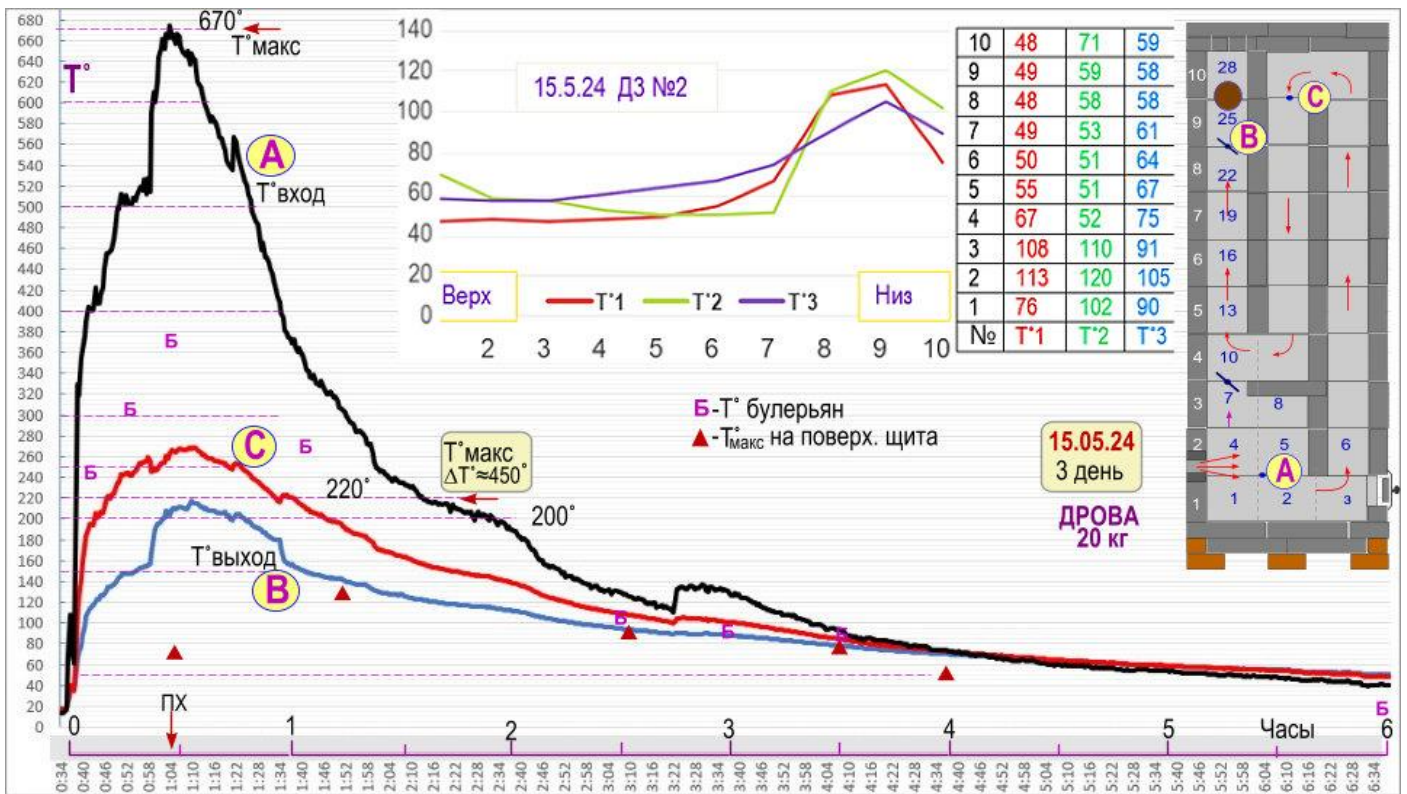


Рис. 1.17.А. Макс.разность = $670-220=450 \# 3,05 = \text{КСТ}$. ▲-Т° макс на поверхн. Табл. Т°-щита – 3 ряда. (15.5.24).

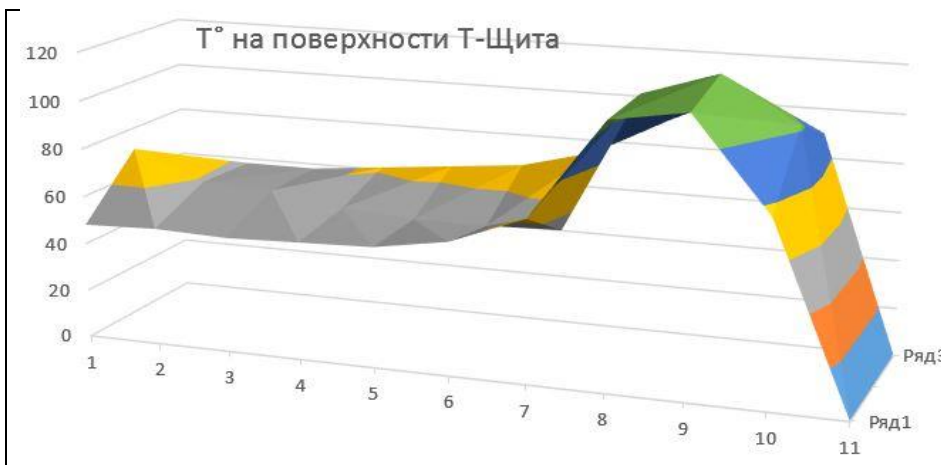
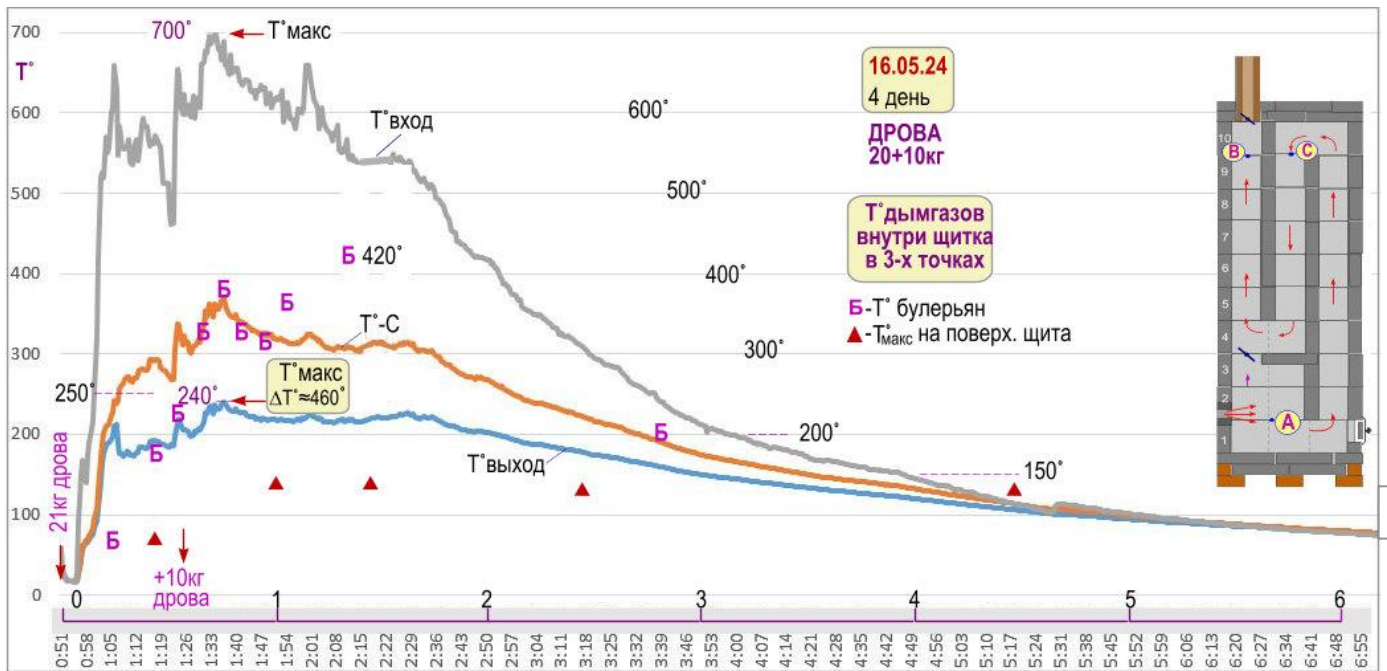


Рис. 1.17.Б. Т° на поверхн. Т-щита – 3 ряда (3D)
Т° макс = 120° (15.5.24)



8

Рис.1.18.А. Тдг Макс.разность = $700-240=460 \# 2,9 = \text{КСТ}$. ▲-T°max на поверхн T-щита . (16.5.24)

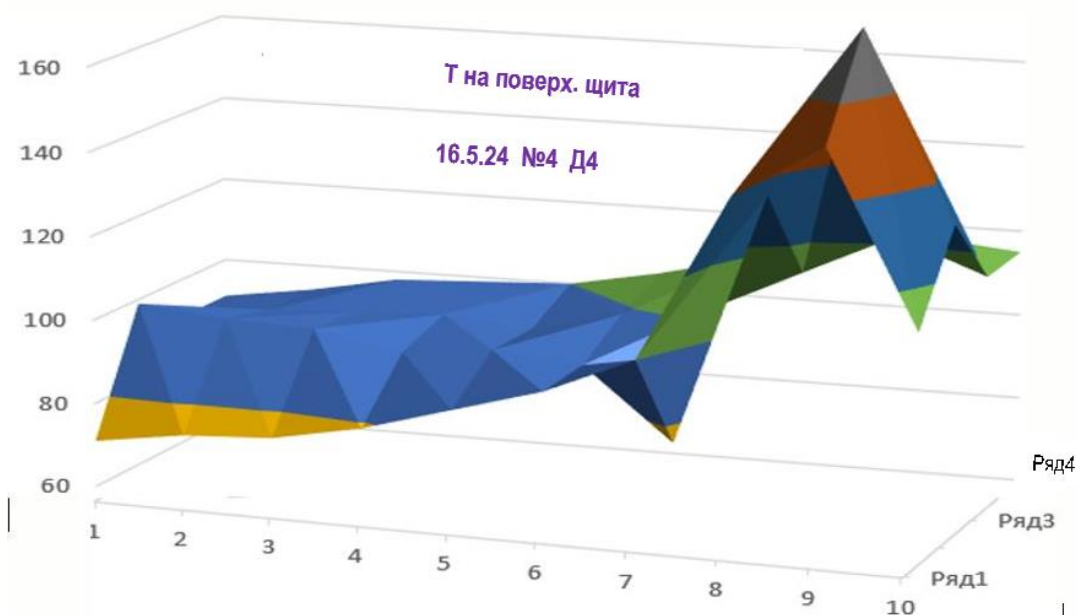
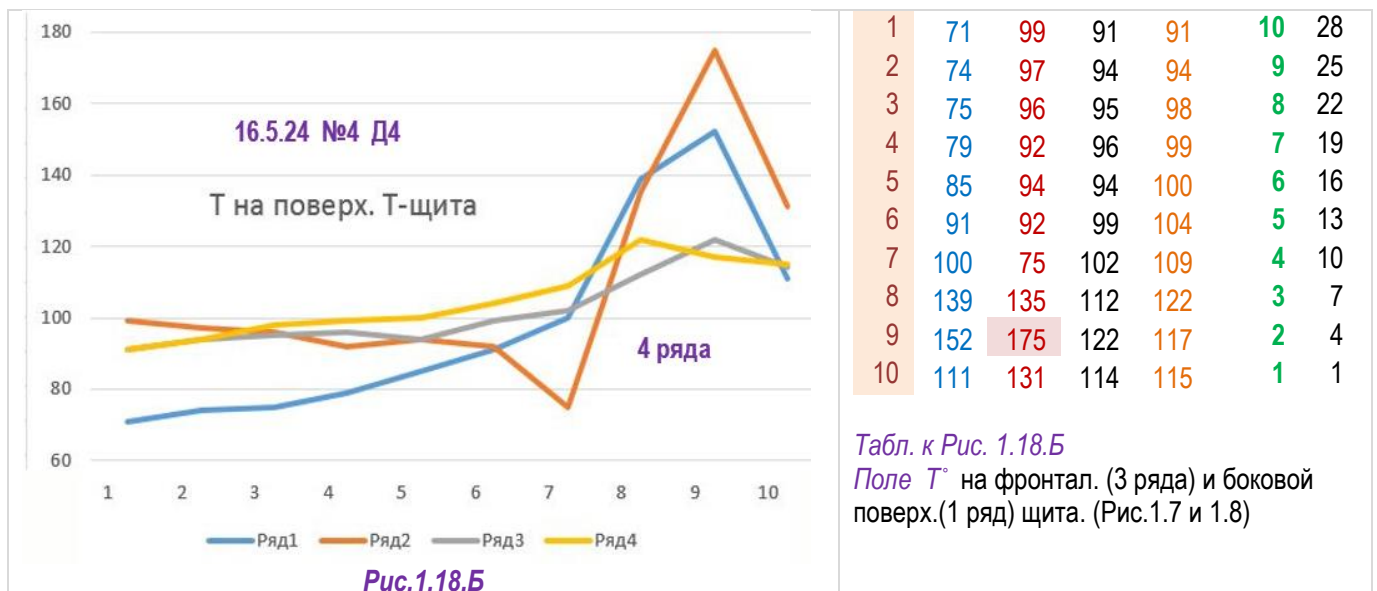


Рис. 1.18.В Поле T° на фронтал. (3 ряда) и боковой поверх. щита (рис.1.18.Б)



Рис. 1.18.Г (16.5.24) №4 Поле T° на фронтал. (3 ряда) и боковой (ряд.4) поверх. щита (рис.1.18.Б)

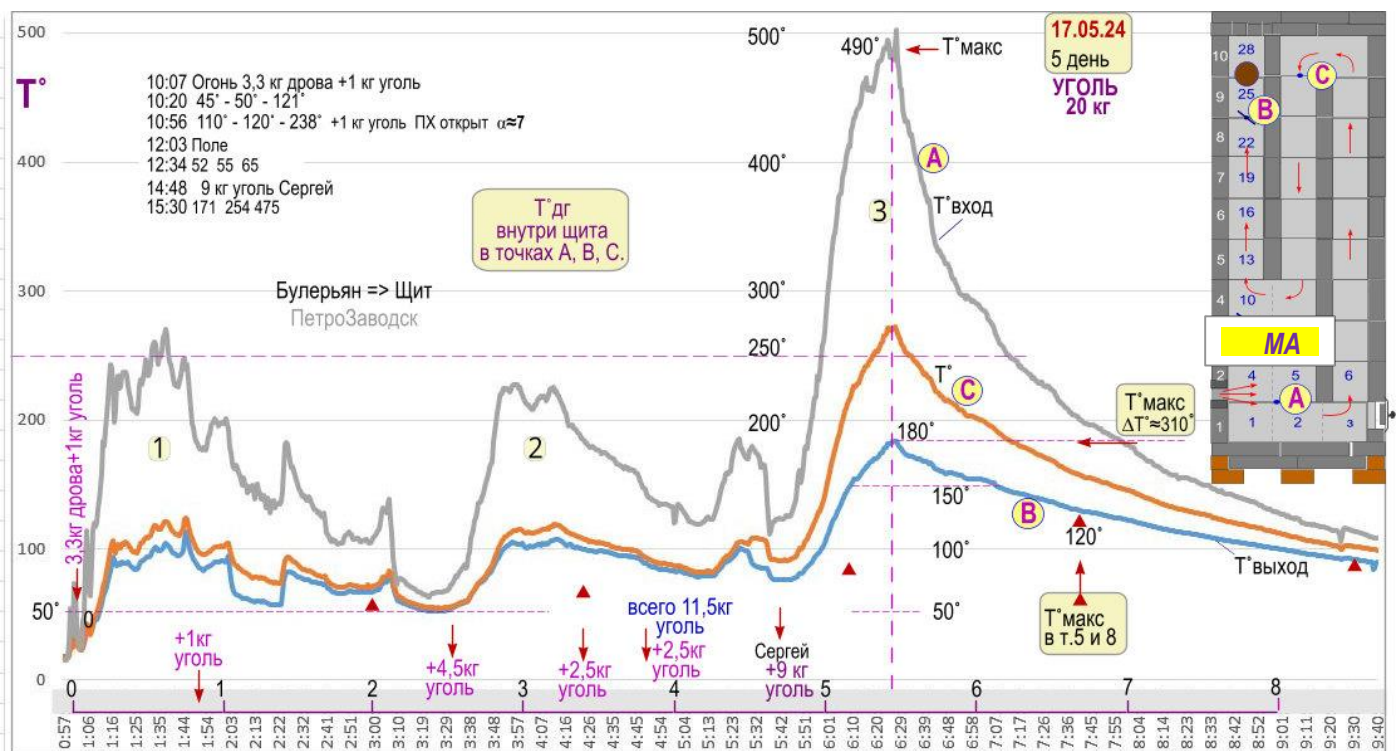


Рис. 1.19 Макс. разность = $490 - 180 = 310 \# 2,7 = \text{КСТ}$. $\blacktriangle T_{\text{макс}} - T^\circ$ на поверхн. Т-Щита . (17.5.24).

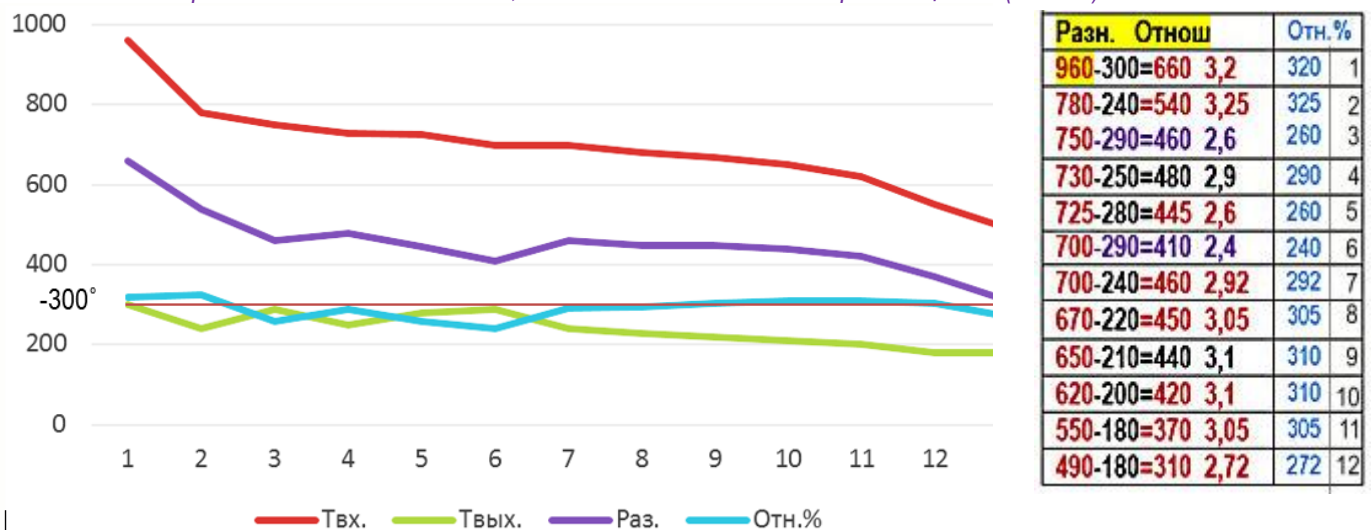


Рис. 1.20 Сводный график по Рис. 1.11 ...19 (табл. по убыванию $T_{\text{макс}}$) $\text{КСТ} = 2,5 \dots 3$.

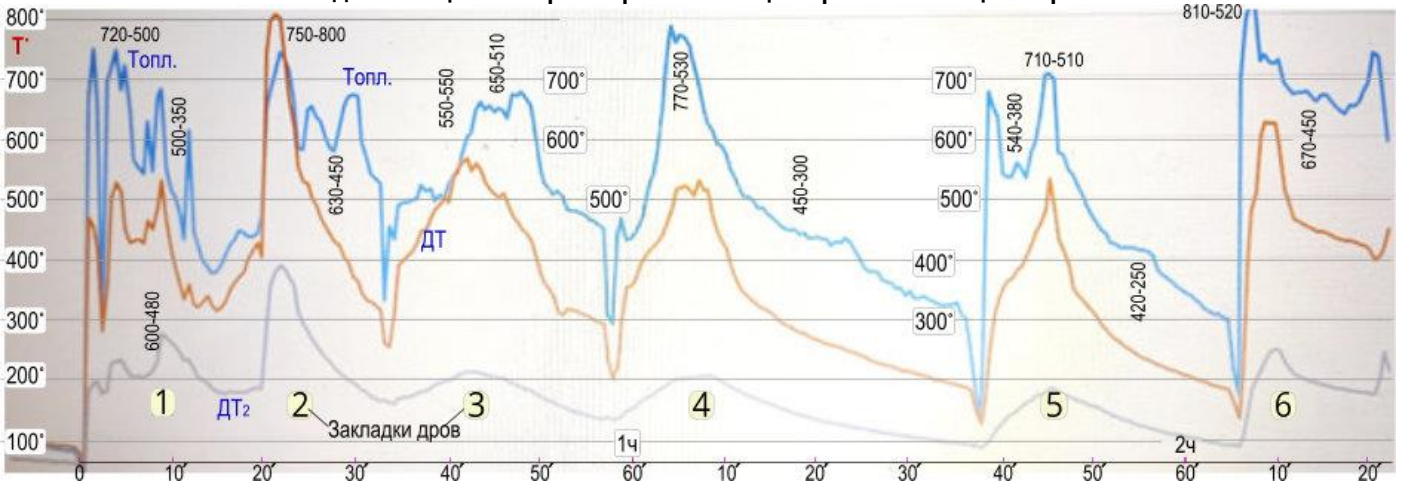


Рис. 2.1. Печь с бойлером на ДТ – СкороПарка (рис.2.4). На 20-й мин.в ДТ после бойлера Т° больше, чем в топливнике (ΔТ=30°...50°) М.б. зависит от положения ТП в топливнике. (4.3.24). Всего 2:32



№	Топл. Т°	ДТ Т°	Разн. Т°	КСТ°	%
1	810	520	290	1,6	160
2	770	530	240	1,45	145
3	750	800	-50	0,93	93
4	720	500	220	1,44	144
5	710	510	200	1,4	140
6	670	450	220	1,5	150
7	650	510	140	1,27	127
8	630	450	180	1,4	140
9	600	480	120	1,25	129
10	550	550	0	1	100
11	540	380	16	1,42	142
12	500	350	150	1,43	143
13	450	300	150	1,5	150
14	420	250	170	1,68	168

Рис. 2.2. СкороПарка (4.3.24). КСТ= Т°топл./Тдг 1- 1,7 (по рис.2.1) КСТ•100% Разн.=Т°топл.-Тдг в ДТ. (ТЩ КАМИ и Витас → КСТ=2,5-3)

Т° в топлив-ке, Тдг в ДТ после бойлера и на ДТ (пирометр) – запись замеров вручную →
 №1 Синий – Т°топл - в топливнике ТермоПара (ТП). (печь рис. 2.4)
 №2 Красн. – Т°дг в ДымТрубе ТП после бойлера.
 №3 Серый - Т° - Пирометр → ДТ снаружи около ТП (калёная нержав).

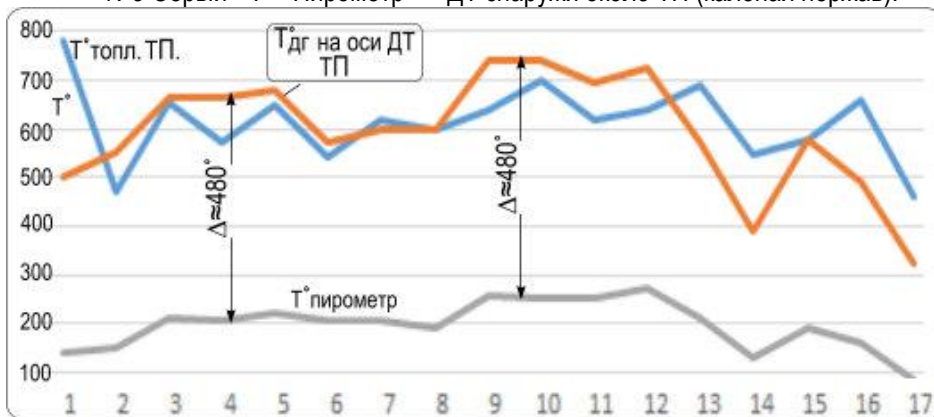


Рис. 2.3. Сравнение Т° в топливн. и Тдг в ДТ, и снаружи пирометром. ΔТ≈480°

Т.	№1	№2	№3
1	780	500	140
2	470	550	150
3	656	666	211
4	575	663	205
5	650	680	224
6	540	570	205
7	620	600	207
8	600	600	190
9	640	740	256
10	700	738	252
11	616	695	252
12	640	723	274
13	687	573	211
14	548	388	128
15	577	579	193
16	660	490	163
17	460	324	86

Сводная табл. справа и по ней построены графики рис. 2.3. СкороПарка (рис. 2.4).



Рис. 2.4.А. Бойлер-печь Skoroparka

← Бойлер-печь Skoroparka – 60л в баке (для бани).
 Вода закипает через 40-60 мин.
 Вода кипит - 100°C, а пирометр показывает ≈90° на копоти Бойлера и значительно ниже на блеске Бойлера (№1-4) – рис. 2.4.А.

№	Копоть	Блеск	Δ≈	Т° внутри
1	84°	55°	30	вода кипит, 100°С
2	89°	17...27°	60	
3	84...85°	28...30°	60	
4	90...93°	21...32°	60	
5	400...470	177...180	260	700° огонь, ТП
6	178	52	120	340° Тдг, ТП

№5 – варочная плита на ней блестящая жестянка.
 №6 дымтруба между ТЦ (Рис. 2.5.А): Внутри ДТ Т°дг=340°.
 снаружи Т=160...180° на копоти; 50...60° на блеске.
 Δ≈340-170=170° - копоть; =285° – блеск.

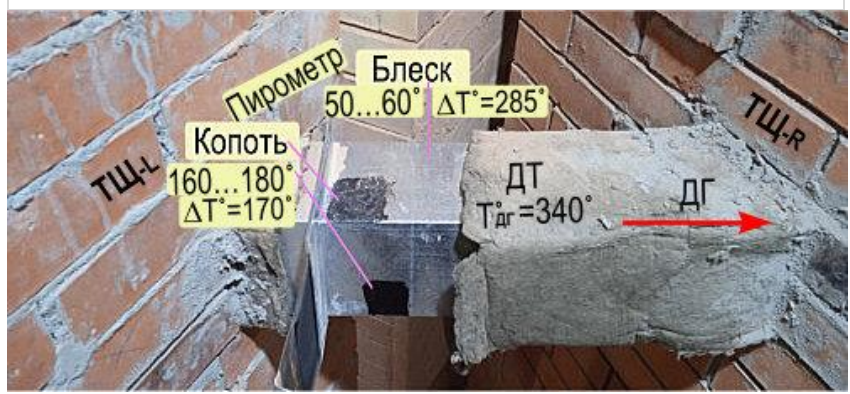


Рис. 2.5.А. Стальная ДТ между Т-цилиндрами ТЦ-L и ТЦ-R (см. рис.1.4).

Проверка - ставил две кастрюли на газ, в них кипела вода, пирометр показал ок. 95°С на закопчёной стенке кастрюли, и ок. 45° - на блестящей. Направленный сверху на кипящую воду показывал ок. 100С°



Рис. 2.4.Б При обсуждении рис. 2.4А мне задали вопрос:
 "А какая стоимость вашего пирометра?
 Наверное, 2 тр?
 А у нас \$2 т.дол. Поэтому и рез-ты будут разными".
 Да, более дорогие часы имеют более точный механизм, дорогие материалы. Но и любой дешёвый будильник зазвонит во время (до 1 мин), чтобы не опоздать на работу ☺.

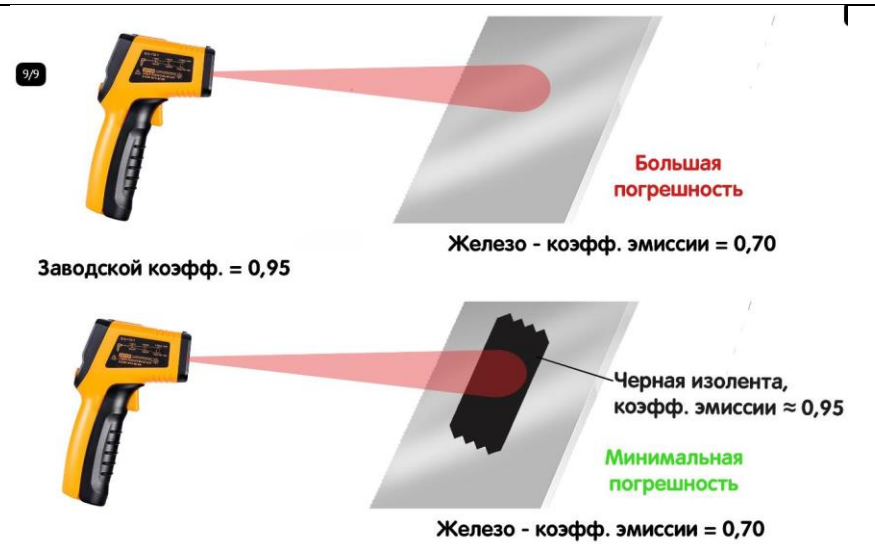
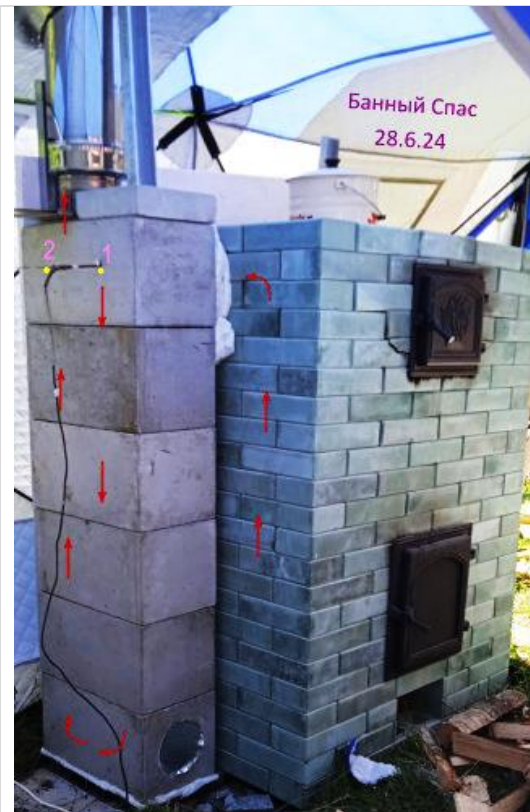


Рис. 2.5.Б.

ТЕСТ ТеплоЩита после банной печи. 28.6.24



На фестивале Банный Спас была установлена печь для бани, выполненная из элементов "ЛЕГО", материал талькохлорит, компания Талькофф. Для снижения T° дымгазов в дымтрубе установлен ТеплоЩит из талькобетона, Романюта С. [8], модульные печи – рис. 2.6 (ТЩ 6 блоков).

Правила МЧС СП 7-13130 ограничивают использование стальных дымтруб до 400°C по соображениям пожаробезопасности.

Из рис. 2.7 видно, что этот норматив выполнен в результате использования теплощита.

СМБП – Союз Мастеров – Бани и Печи –GORNIL0.ru, настоятельно рекомендует использование теплощитов после банных печей во избежание перегрева УПП, что часто приводит к пожару.

Использование Т-Щита повышает КПД утилизации тепла (особенно после металл. печей), гасит искры на выходе из дымтрубы, снижает риск пожара.

← Рис. 2.6. Печь для бани по-серому и теплощит для утилизации тепла и сброса высокой T°

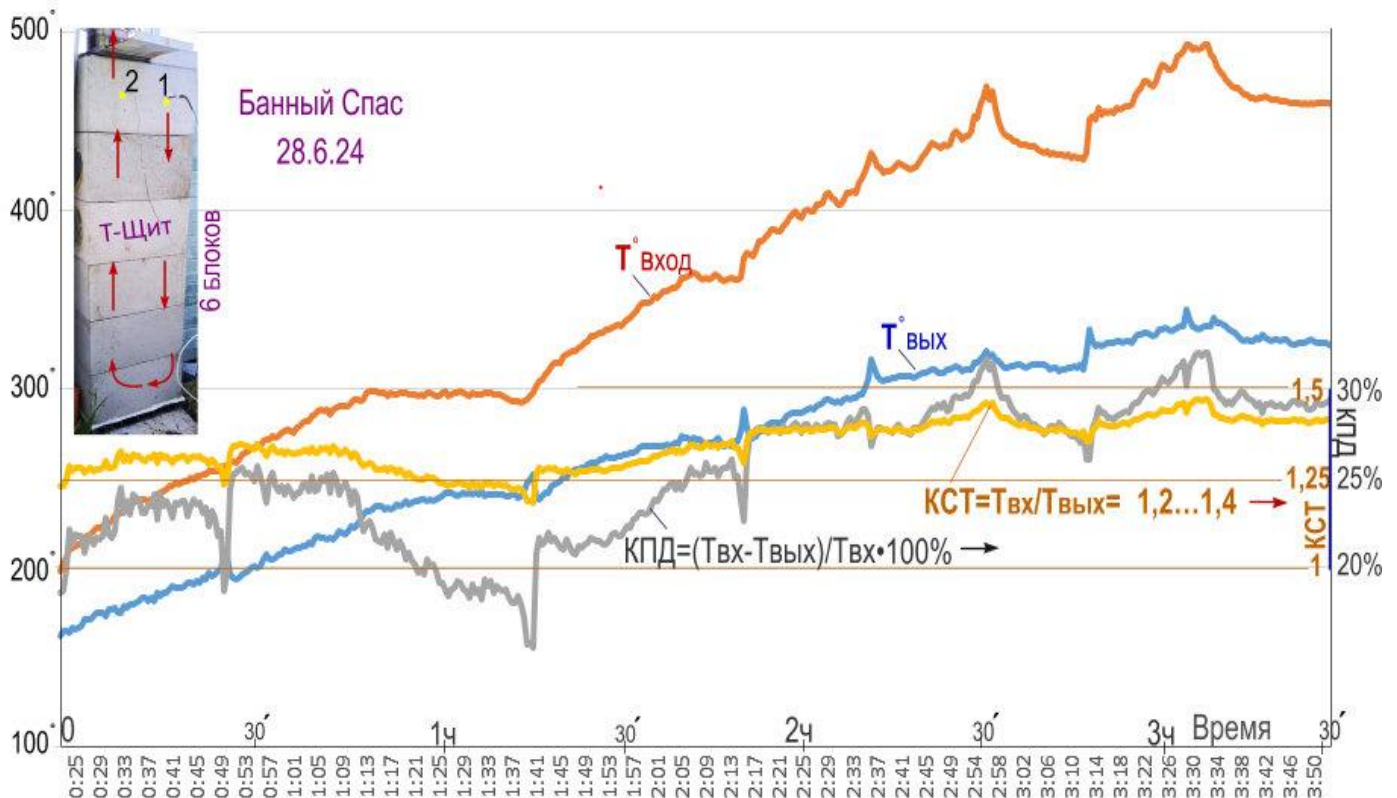


Рис. 2.7. $T^\circ_{\text{вх}}$ и $T^\circ_{\text{вых}}$ (вход в дымтрубу).

КСТ = $480/330 = 1,45$ (4ч); $420/300 = 1,4$ (3ч) \Rightarrow КСТ = 1,2...1,5 в течение 4 ч.

Накал-каменки и Бойлер - 3 варианта:

- 1). **Кирпичные накал-каменки**, теплонакопительные тяжёлые. В каменке калят камни = камнегрейки.
 А) Калят в огне по-чёрному, печь – по серому. Б) Калят в бункере по-белому.
- 2). **Металлич.накал-каменки**, калят камни в бункере по-белому пока горят дрова = камнегрейки.
 Дают тепло Их можно подтапливать во время ТГП.
- 3) **Бойлер-печи** – вода кипит в металл. баке постоянно (т.е. "проточного типа"), на выходе пар 100°C и можно перегреть до 400°C – он более дальнобоен и эффективно прогревает парную. Кол-во пара в парной регулируем краном. Пар направляем: ♦ В парную. ♦ В сосуд с водой. ♦ В запарник. ♦ В радиатор.

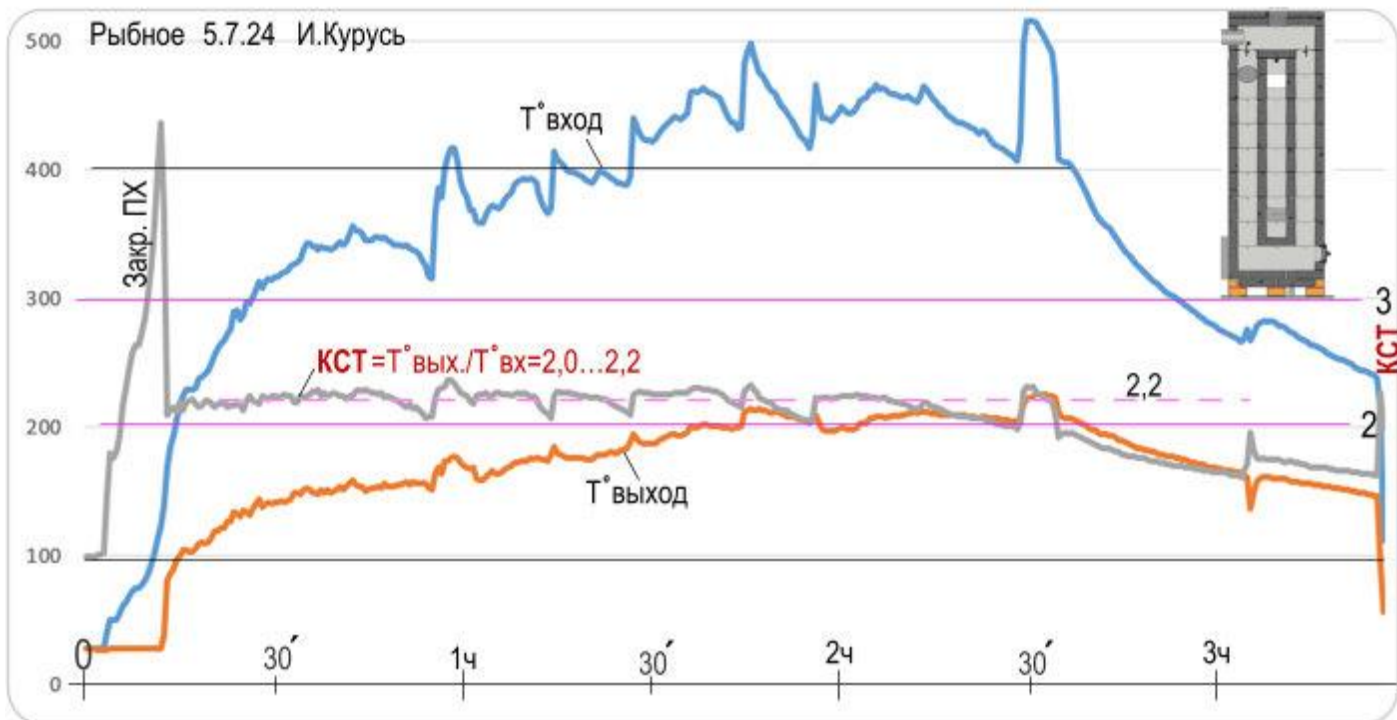


Рис. 2.8.А. Рыбное. Банная печь Гром 30п2 → КСТ = 2...2,2. Чугунный конструктив печи понижает T° от 750-800° (в топливнике) до 400-450° (на входе в ТЩ), т.е $\Delta T \approx 300^\circ C$

Σ Основные выводы по теплощитам.

- ♦ 3-х канал. ТЩ (10 блоков) дал КСТ = 2,5-3 (подключ. снизу, выход сверху по диагонали).
- ♦ 2-х канал. ТЩ (6 блоков) дал КСТ до 1,5 (БанСпас), подключ. и выход сверху.
 КСТ = 2,0...2,2 ТЩ (10 блоков) с закрыт. воздуш промежутком – Рыбное.
 КСТ = 2,5...2,7 ТЩ (10 блоков) с открыт. воздуш промежутком – Суздаль..
- ♦ Бойлер на дымтрубе - КСТ до 1,5 – СкороПарка.
- ♦ Важно делать конструктив ТЩ с 2-канал. таким, чтобы раскалённые входные дымгазы не нагревали остывшие выходные ДГ. Это актуально для банных каменок.
- ♦ Разница на оси канала кирпич.ТЩ-К и у стенки $\Delta \approx 120^\circ$ -рис. 1.1 точки Т2 и Т3 (КАМИ-К) и рис.1.11. В стальной ДТ Δ ещё больше, 300-400°С.

Печь по-серому	⇒	Накал-каменка по-чёрному	⇒	ПАР грязный на дровах ПАР серый на газу.	Интерьер серо-грязный.
		Накал-каменка по-белому	⇒	ПАР - хруст на зубах.	
		Бойлер-печь		ПАР чистый.	

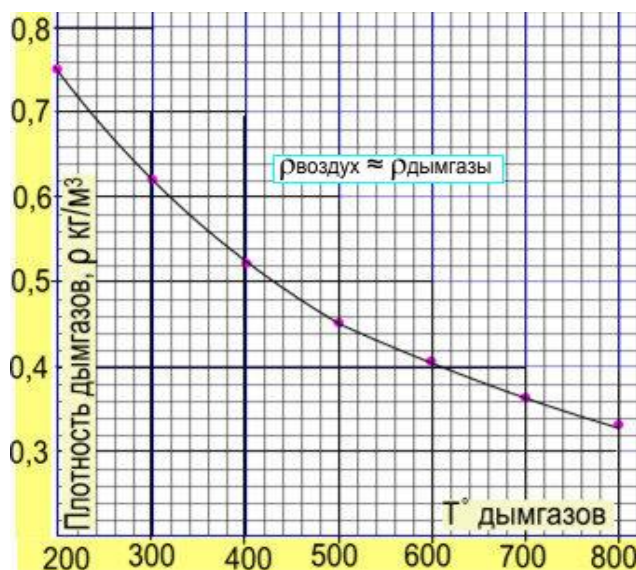


Рис. 2.8.Б

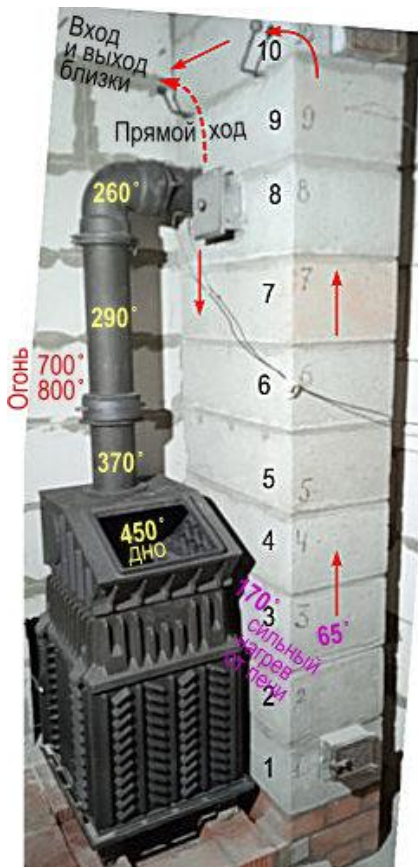


Рис. 2.9. Рыбное. Бан.чугун печь
На рис.2,9 вход и выход близки друг к другу и происход подогрев уходящих ДГ входящими. КСТ и КПД снижены. Лучше делать с просветом, как на рис.. 2.13.

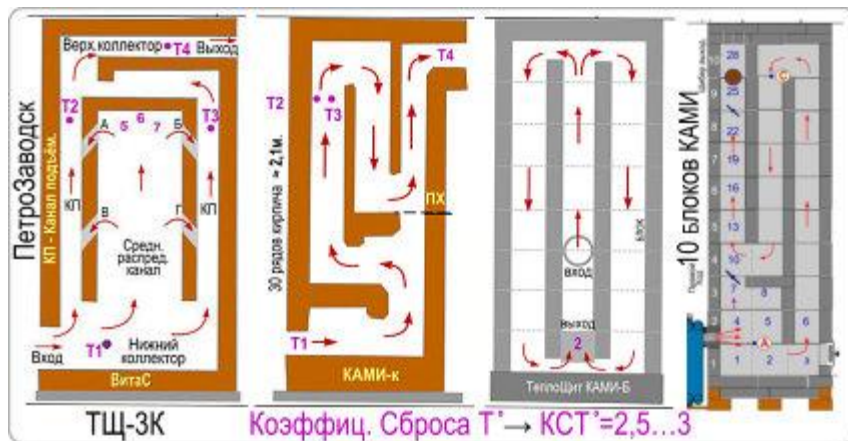
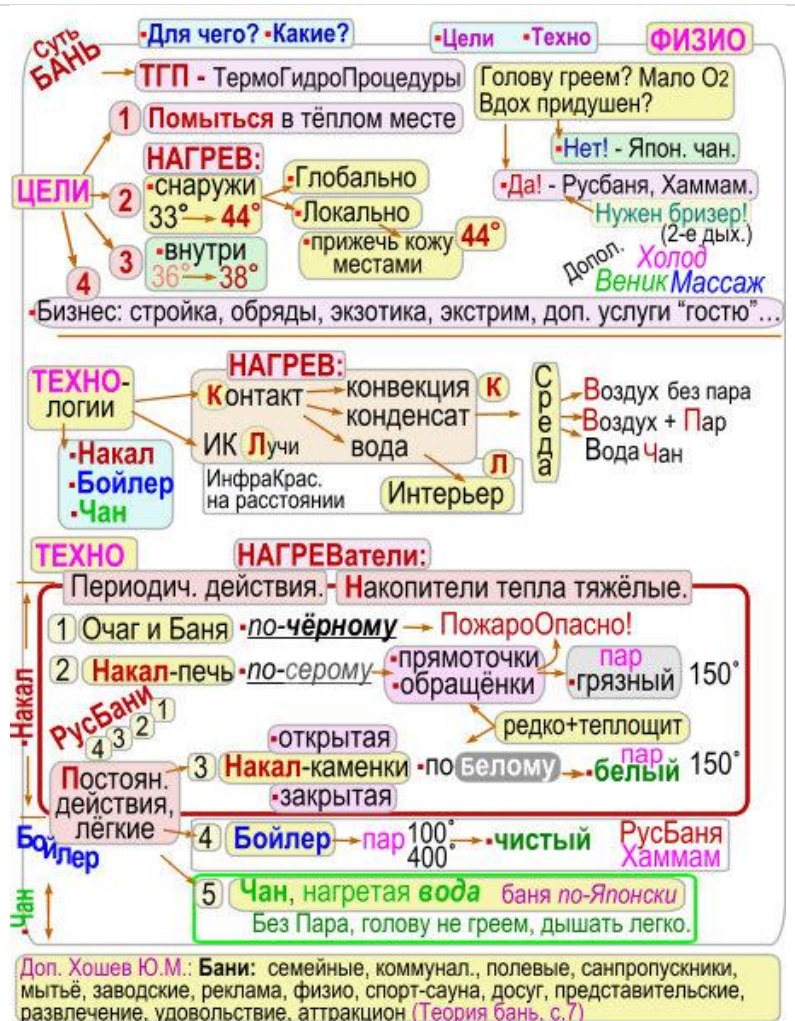


Рис.2.10. Обзор КСТ: Сверху – 3-канал. Снизу – Бойлер и 2-канал.
На рис.2,9 вход и выход близки друг к другу и происход подогрев уходящих ДГ входящими. КСТ и КПД снижены. Лучше делать с просветом, как на рис.. 2.13.



Рис.2.11. Печь Технолит Гром 30n2
Чугунный конструктив снимает ≈300° до входа в ТЩ.

Рис. 2.12. Бани и печи. 4 Цели, 5 технологий и особенности. →



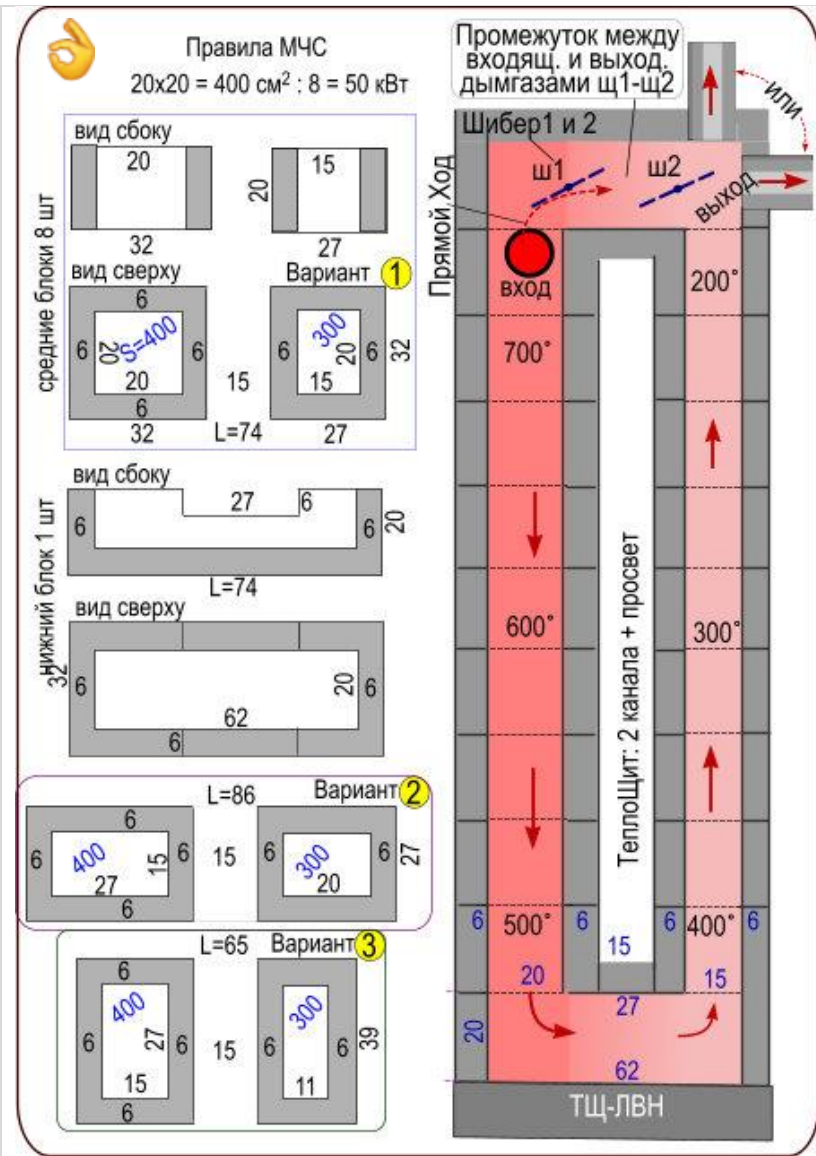


Рис. 2.13. ТеплоЩит для банной печи проект ЛВН.

3 варианта размеров сечений блоков.

Установлены 2 шибера ш1 и ш2 (задвижки), чтобы входящие раскалённые ДГ не контактировали бы с остывшими, уходящими в ДТ – **Важно!**

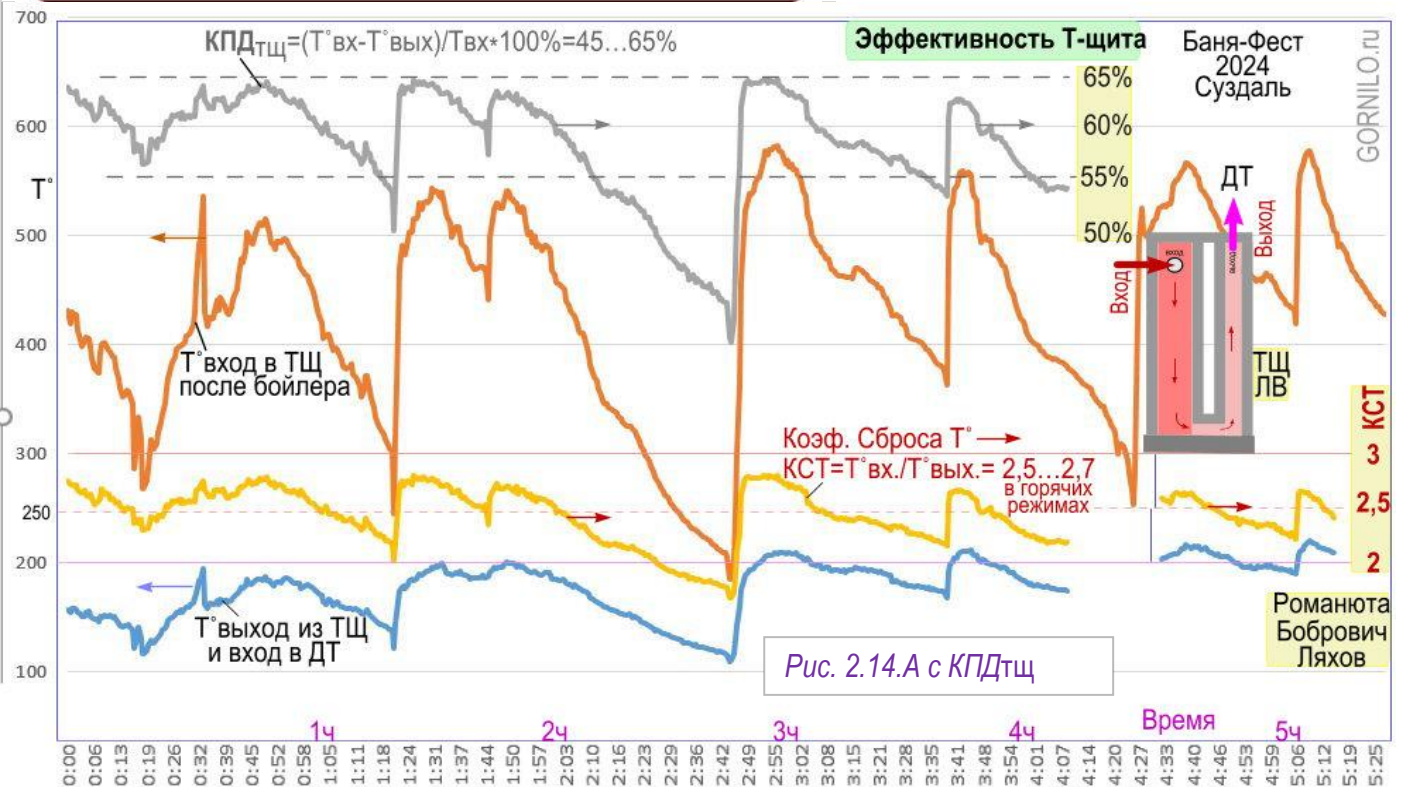
При подключении топливника к ТЩ снизу и отводе в ДТ сверху такой проблемы нет (рис.1.1).

Но Банные МП обычно подключают сверху (рис.2.9), и тогда происходит нагрев уходящих в ДТ дымгазов входящим рядом (через стенку) раскалённым потоком из ДТ банной печи.

◆ Прикрытие задвижки в ДТ, чтобы перевести процесс в топливнике в режим тления (как иногда рекомендуют) приводит к неполному сгоранию и накоплению избытка сажи по всем тракту (сажа выгорает при $T \approx 500-600^\circ \text{C}$).



Тест Бойлер-Печи. Баня-Фест 2024, Суздаль, 27 авг



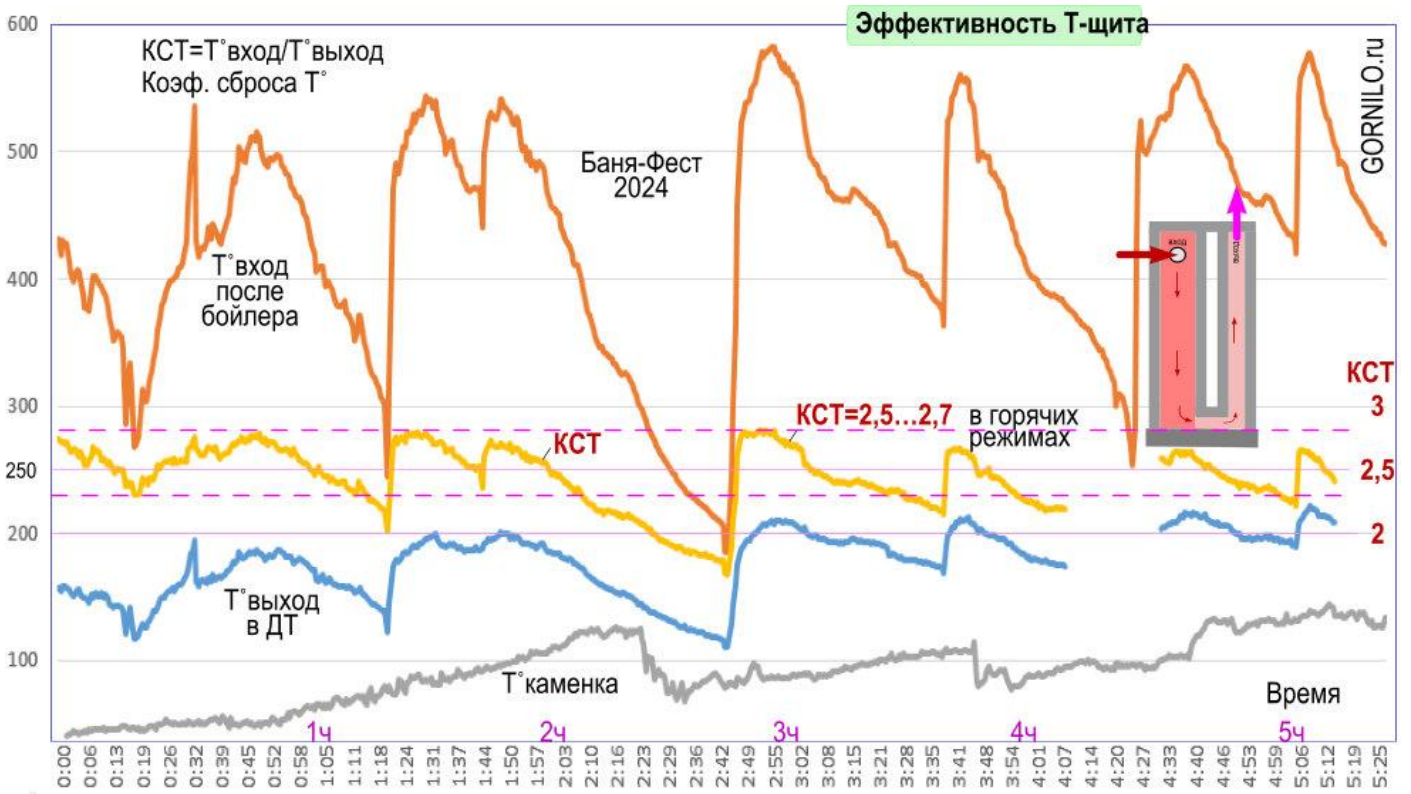


Рис. 2.14.Б. КСТ = 2,5...2,8 - максимальный для 2-канал. ТЩ.

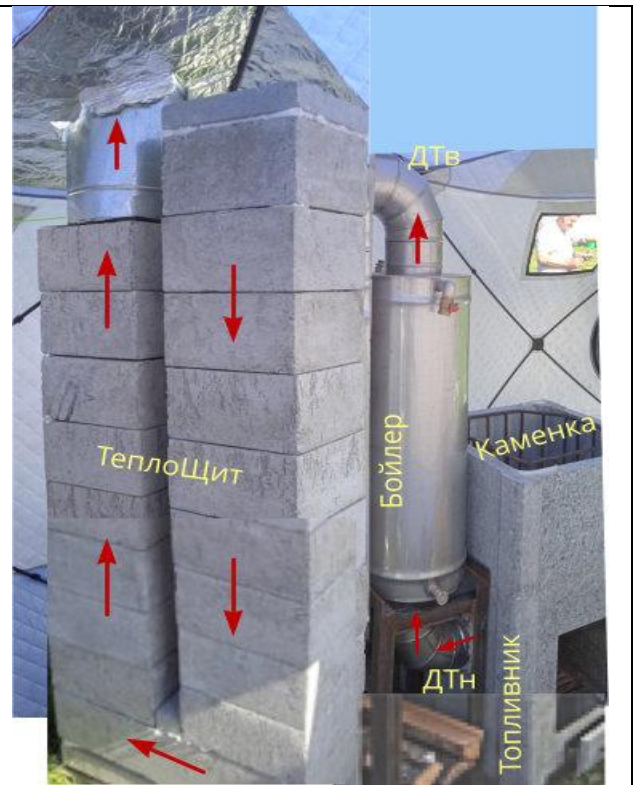
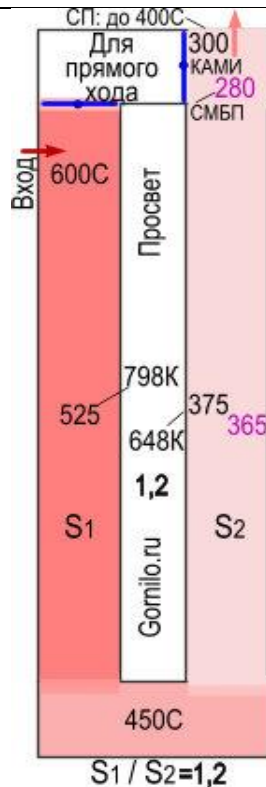
◆ Бойлер-печь с навал-каменкой (талькохлорит) и ТЩ (талькобетон). Максимал. Коэф. сброса T° $KCT=2,5...2,8 = T^\circ \text{вход} / T^\circ \text{выход}$ (для ДГ). Можно использовать стальную ДТ после ТЩ, т.к. Тдг на выходе из ТЩ меньше $400^\circ C$, риск пожара минимален. КПД высок.

◆ Изготовители: Романюта С (Модульные. печи), Бобрович В. (Талькофф).

◆ Бойлер даёт пар $100^\circ +$ перегрев в каменке. Можно использовать.
 1) Пар- 100° ; 2) Пар- 250° в парную.
 3) Любой пар в сосуд для нагрева воды; 4) В запариватель веников, там он конденсирует пар и обогревает парную (как радиатор).

◆ Сечение подъём. канала можно делать меньше на 20-25% (т.к. ρ больше)

Ляхов В., к.т.н., GORNILO.ru



◆ КСТ падает в случаях:

- 1) ТЩ встроен в тело кирпич. навал-каменки и нагревается.
- 2) ТЩ без воздушного промежутка и/или без объёма "Для прямого хода". Тогда входящие горячие ДГ нагревают выходящие.

◆ Тдг на входе в ДТ должна быть менее 400° по правилам пожарной безопасности. ◆ Менее 300° по испытаниям КАМИ.

◆ Менее 280° - мнение собрания СМБП.

$525^\circ \Rightarrow \rho=0,44 \text{ кг/м}^3$, $375^\circ \Rightarrow \rho=0,55 \text{ кг/м}^3$, $0,55/0,44=1,25$

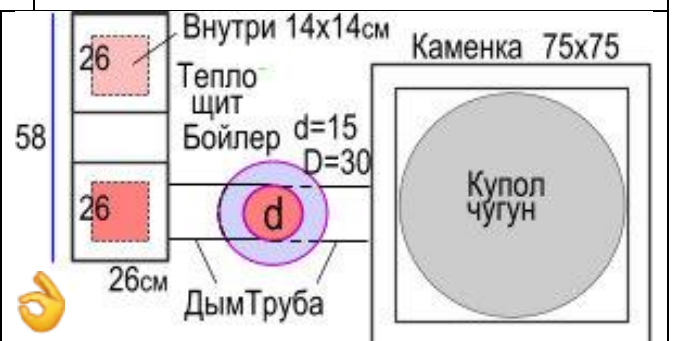


Рис. 2.15. ТЩ с просветом, КСТ= 2,5...2,8 - максимал. из всех тестов (для 2-канал. ТЩ).-

П-3.1. РГН - Располагаемый гравитационный НАПОР.

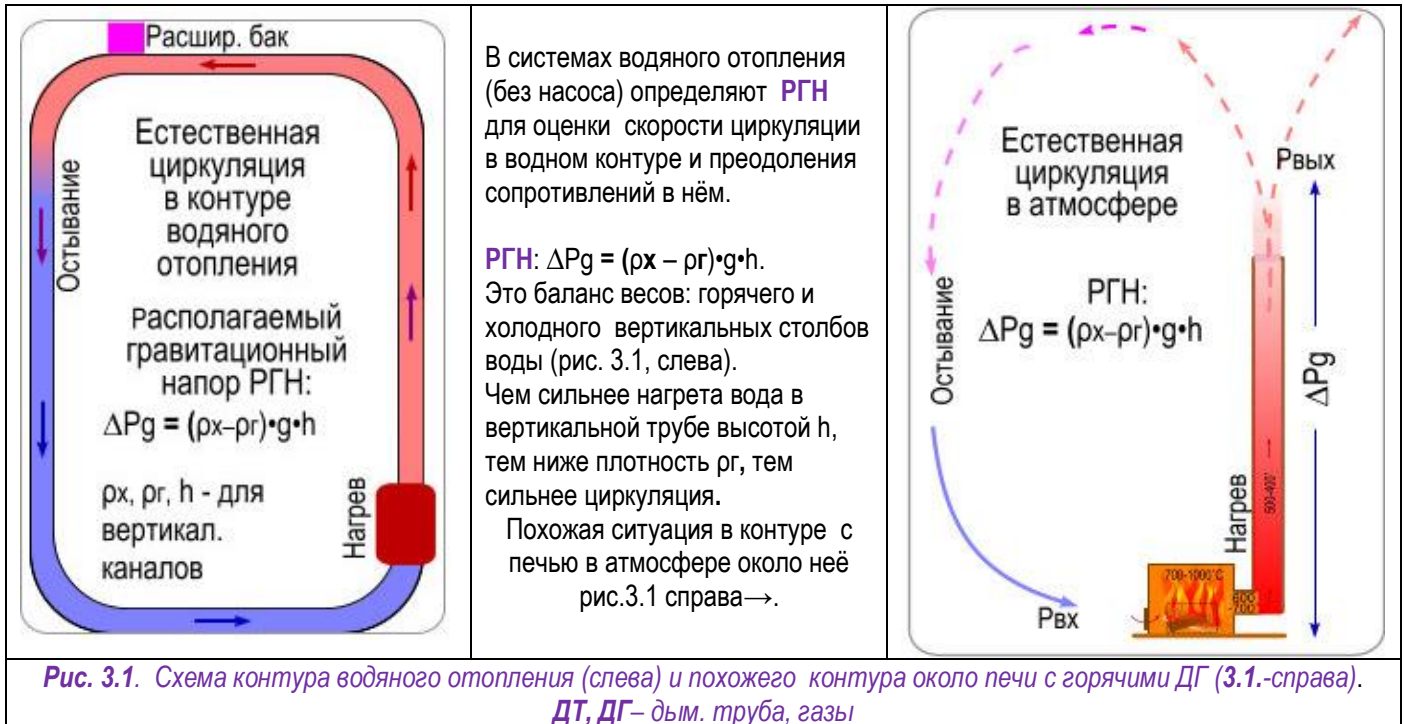


Рис. 3.1. Схема контура водяного отопления (слева) и похожего контура около печи с горячими ДГ (3.1.-справа).
 ДТ, ДГ – дым. труба, газы

Видно, что ΔP_g растёт при нагреве воды в контуре (ρ_g падает) и с ростом высоты h (для вертикал. участков). Аналогично в контуре с печью.

Площадь сечения ДТ печи не входит в оценку ΔP_g и не влияет на тягу (поток, расход) в печи.

◆ Но, иногда полагают, что большое сечение ДТ усиливает "тягу" в печи и мешает.

Тут надо уточнить, т.к. есть особенности.

- 1) Слишком узкое сечение ДымТрубы – стесняет поток, уменьшает расход ДГ, т.к. ДГ не помещаются в ДТ т.е. тяга (поток, расход) может падать (несмотря на то, что поток может ускоряться).
- 2) Слишком широкое – позволяет втекать холодному воздуху в ДТ сверху через устье и охлаждать внутри ДГ, в результате "тяги" (РГН, напор) тоже падает, поток замедляется, расход уменьшается.

◆ **Движение потока** в трубе (газ, жидкость) возникает из-за перепада полных давлений $\Delta P = P_{п.вх} - P_{п.вых}$. - между входом в трубу и выходом из неё: Т.е. газ движется в сторону меньшего давления (как тепло в сторону холода).

◆ В газодинамике различают давления в потоке:

1) Полное $P_p = P_{ст} + P_{дин} + P_g = const$ для потока в трубке тока без потерь - формула Бернулли:

2) $P_{ст}$ – статич., 3) $P_{дин} = \rho \cdot v^2 / 2$ – динамич. (кинетическая энергия потока),

4) $P_g = \rho \cdot g \cdot h$ – гравитационное, для не горизонтальных потоков. $P_{ст}$ выравнивается по сечению канала.

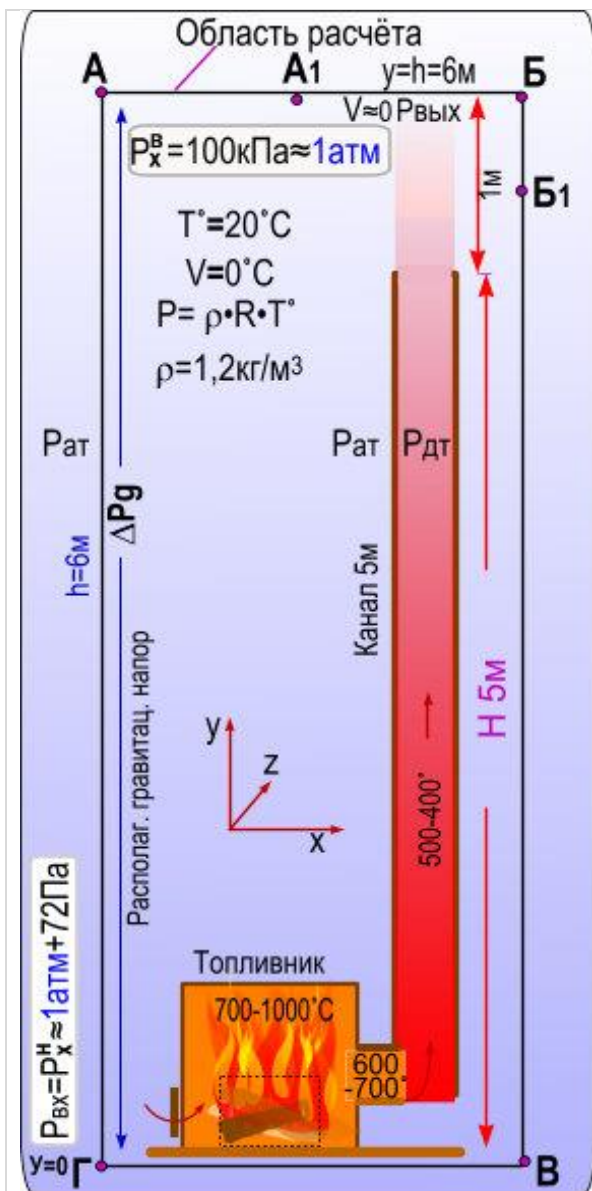
T и V имеют профиль параболы по диаметру канала при ламинарном течении, максимум в середине канала (рис.3.6 и 3.8). Поэтому конец термопары или середину штока термометра надо надо помещать в середину канала.

П-3.2. ◆ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА. **Гранич. условия. Источники в диф. ур-ях.**

Полную краевую задачу надо решать в области расчёта, в которую должна войти циркуляция (конвекция) от печи в атмосфере (рис. 3.1 справа). Но это слишком большая область и нужны суперкомпьютеры. Приходится уменьшать расчётную область и моделировать граничные условия. Проверять полученный расчёт на известных решениях и после этого доверять результатам основной з-чи.

◆ В Альманахе № 6 есть статья [2] о "продувке" в тракте ТЩ-ВитаС (программа SolidWorks). Ничего не сказано о начальных и гранич. условиях. И на мои вопросы авторы отвечали, что они проводили "продувки". Анализ показывает, что это похоже на продувку печи тепловентилятором, т.е. механическая М-тяга, а не естественная Е-Тяга. На рекомендации продумать и сделать постановку краевой задачи, как на рис. 3.1 и 3.2, следовал ответ, что нужен более мощный компьютер.

Это напомнило поговорку – "Искать не там, где потерял, а там, где светло"☺. Конечно такие "продувки" дают какую-то информацию, но хотелось бы понять степень их достоверности и корректности. Корректный расчёт с помощью SolidWork помог бы внести ясность по многим вопросам и сравнить с экспериментом величины $R_{атм}$ и $R_{дг}$ в разных точках тракта печи (рис.3.2). Мне пока не ясно, почему $R_{атм} > R_{дг}$? Да ещё авторитеты при этом утверждают, что это и является причиной "тяги" в тракте печи..



1. Математическая модель печи-прямоточки, рис. 3.2. .

В Топливнике задаём источники:

1) массы; 2) импульса; 3) энергии;

Например, мощность энергии горения 20...50 квт в течение 1 часа

Всё происходит в поле сил тяжести $F=m \cdot g$.

Часть тепла уходит в стенки (50...75%)

Канал: ДТ сечение 15x15 см или цилиндр $d=15$ см.

Размеры топливника $\approx 40 \times 40 \times 40$ см³

Давление вне печи и ДТ по высоте $h=y$ линейно:

$$P(y) = 100'000 \text{ Па} + 72 \cdot (6-y) / 6 \text{ Па}$$

$P = \rho \cdot R \cdot T^\circ$ - ур-е состояния. $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ (упрощено):

Газовая пост. для воздуха $R = 287 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K}^\circ)$.

Если решение будет иметь "ступеньку" у границы, то на контуре А-А1-Б-Б1 задать равенство нулю 1-х производных т.е. "свободное выравнивание" потока.

Выводить на печать разницу давлений $\Delta P_x = P_x - P_g$ на высоте $y=2, 3, 4$ м (аналог диф.манометра)

Граничные условия:

Гр-цы	P давл	Скор. V	Темпер. T°
А-Б	1атм	0	20°С
А-А1	P'y=0 перенос значений изнутри на границу	V'y=0	ρ'y=0
А1-Б		V'x=0	
Б-Б1			
Б1-В по y	P(y)	0	20°С
Г-В y=0	1атм+72Па	0	20°С
А-Г x	P(y)	0	20°С

Начальные условия : 1) как на рис. 3.2.

2) В расчёте моделировать нарастание и спад по параболе мощности источников массы, импульса и энергии, как T° на рис.1.11-1.15.

3) Перед входом в топливник $P_{вх} = 1 \text{ атм} + 72 \text{ Па}$.

После выхода из ДТ $P_{вых} = 1 \text{ атм}$.

$$\Delta P_p = P_{вх} - P_{вых} = 72 \text{ Па}$$

Рис. 3.2. Печь прямоточка. Область расчёта краевой 3-чи.

(примерно: $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ – ускор. своб. падения).

$\Delta P_p = 72 \text{ Па}$ будет обеспечивать: ♦ V потока в тракте печи и ДТ ♦ преодоление сопротивлений

♦ подъём ДГ (против гравитации).

♦ Оценим РГН для печи прямоточки рис. 3.2, чтобы понять возможность преодоления сопротивлений и потерь в потоке при скоростях V. Для печи на рис. 3.1-3.3 имеем: $P_{п.вх}$ – давл. в атм. перед поддувалом печи (на расст. ≈ 1 м).

$P_{п.вых}$ - давл. на выходе из устья ДТ (+1м вверх от устья).

1) Высота ДТ $h=5$ м (+1м струя из ДТ) – всего 6м. Предположим, что в ДТ средняя $T^\circ=300^\circ\text{C}$, $\rho=0,62 \text{ кг/м}^3$, (рис.2.8.Б)

$\Delta P_r = \rho \cdot g \cdot h = 0,62 \cdot 10 \cdot 6 = 37,2 \text{ Па}$. Тогда на дверку топливника (изнутри) давление со стороны горячих ДГ = $1 \text{ атм} + 37,2 \text{ Па}$.

2) Снаружи (на улице) в атмосфере столб воздуха при $T^\circ=20^\circ\text{C}$ и высотой $h=6$ м давит на дверку топливника

$\Delta P_x = \rho_x \cdot g \cdot h = 1,2 \cdot 10 \cdot 6 = 72 \text{ Па}$ (+1атм).

3) РГН - это баланс: $\Delta P_g = \Delta P_x - \Delta P_r = 72 - 37,2 = 34,8 \text{ Па}$. ←

Эта небольшая величина определяет всю газодинамику (тягу, поток, расход) в тракте печи и ДТ.

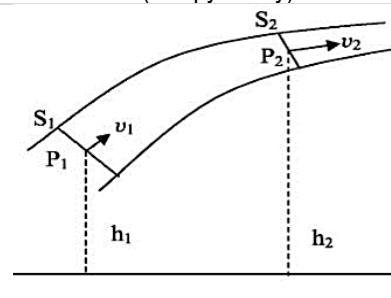
Достаточно ур-й Эйлера и модели идеал. газа. Эффекты вязкости отработает схемная вязкость (по крупному).

Ур-я сохранения: - •массы $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div } \rho \vec{u} = 0$ (1)

Навье-Стокса - •импульса $\frac{\partial(\rho \vec{u})}{\partial t} + \text{div}(\rho \vec{u} \otimes \vec{u}) + \vec{\nabla} p = \rho \vec{F} + \text{div } \Pi$ (2, 3, 4)

- •энергии $\frac{\partial}{\partial t} \left[\rho \left(\frac{\vec{u}^2}{2} + \varepsilon \right) \right] + \text{div} \left[\rho \vec{u} \left(\frac{\vec{u}^2}{2} + \varepsilon + \frac{p}{\rho} \right) \right] + \text{div } \vec{q} = (\rho \vec{u} \cdot \vec{F}) + \text{div}(\Pi \cdot \vec{u})$ (5)

Ур. •состояния $p = p(\rho, T), \quad \varepsilon = \varepsilon(\rho, T).$
 $p = \rho R T, \quad \varepsilon = c_v T$ для идеал. газа (6, 7)



Сила $\vec{F} = m \cdot \vec{a} = k \cdot \text{м/с}^2$. $[\vec{F}] = \text{н}$ (Ньютон). Давл. $P = P_{ст} = \vec{F}/S$, $[P] = \text{н/м}^2$. Почему P не вектор? Динамич. давл. Pдин - вектор? Энергия $[E] = \text{дж} = \text{н} \cdot \text{м}$. ε = внутр. энергия. Энтальпия $h = e + P/\rho$. Полная энергия ед. объёма $e = u^2/2 + \varepsilon$. $[\rho v^2] = [P]$

П-3.3. Оценка РГН = ΔРg.

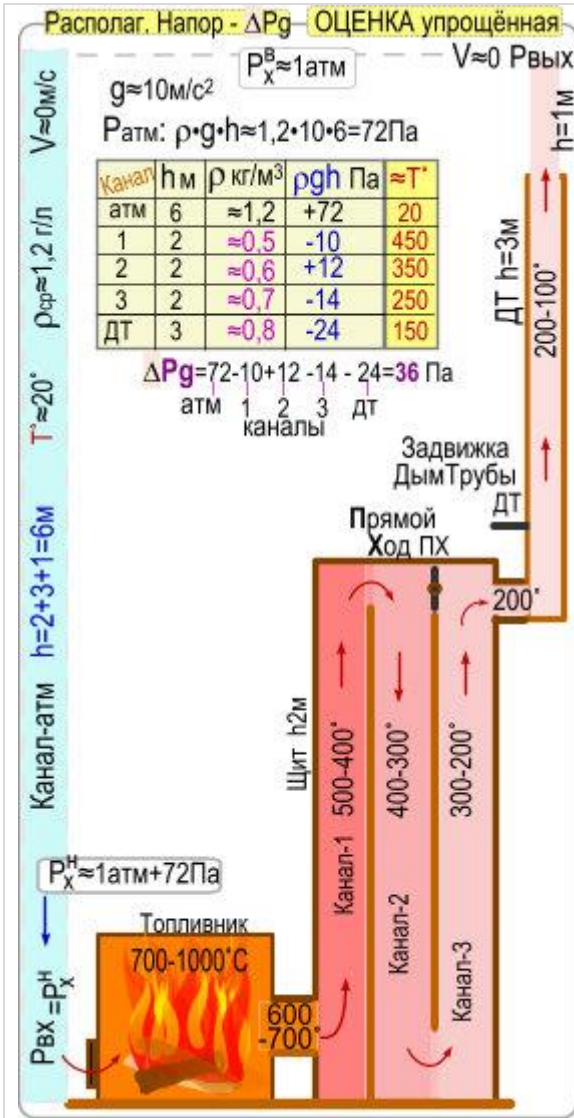


Рис. 3.3. Оценка ΔРg. ТЩ 3 канала и ДТ.

В начале (разд. 2) говорилось, что печь имеет
 1) Топливник. → 2) Тепло-Щит - обороты, конвектив. система (рис. 1.1). → 3) Дымтрубу.

Через ДТ удаляют ДГ из печи. Вертикальные столбы горячих ДГ в оборотах печи и в ДТ входят в баланс РГН.

Давление горячих газов Рg в подъёмном канале вошло в баланс РГН со знаком *минус* (см. 3) РГН с.23 - *прямоточка*).

Рассмотрим теперь Печь с оборотами – рис.3.3.

◆ Имеем 3 канала:

подъёмный-1, опускной-2, подъёмный-3 и ДТ.

По аналогии с прямоточной печью составим баланс весов атмосфер. столба воздуха и горячих столбов ДГ в каналах печи - см. табл. в рис.3.3. Для подъёмных каналов берём аналогично знак *минус* и составляем баланс (подъёмный и опускной каналы частично уравновешивают друг друга). В результате получаем

$$\Delta P_g \approx 72 - 10 + 12 - 14 - 24 = 36 \text{ Па.}$$

Отличие 1...2Па от прямоточки, с.23

П-3.4. МАНОМЕТРЫ Замеры давления.

Обознач. T° , $T_{\text{дг}}$ – *темпер.дымгазов*. ТЩ – *ТеплоЩит*, Т-Щит (*щиток*). ТП – *ТермоПара*. Р – *давление*. ДТ, ДГ – *дымовые труба, газы*.

Напомним, что в **газодинамике** различают давления в потоке:

- 1) Полное $P_p = P_{\text{ст}} + P_{\text{дин}} + P_g = \text{const}$ - для потока в трубке тока без потерь – ф-ла Бернулли;
- 2) $P_{\text{ст}}$ – статич.,
- 3) $P_{\text{дин}} = \rho \cdot V^2 / 2$ – динамич. (кинетическая энергия потока),
- 4) $P_g = \rho \cdot g \cdot h$ – гравитационное, для не горизонтальных потоков.

- ◆ Манометры измеряют: 1) $P_{\text{среды}}$ - 1 трубка с 1 откр. концом;
 2) разницу давлений – 2 трубки, диф.манометры.

◆ Типы чувствительных элементов манометров: деформация пружины, пьезоэлемента; барометры, U-трубка для замера ΔP_{12} , механические, электрические.

◆ Обычно в ДТ печи делают замеры диф.манометром. Получают давление $P_{\text{ст}}$ в ДТ ниже на 5-15 Па, чем снаружи в атмосфере. Иногда называют это разряжением (от слова "разрЯд"), хотя в газодинамике используют слово разрежение (от "редко"). И делают вывод, что это разряжение является причиной "тяги", т.е. движения потока в печи и ДТ. Многим достаточна такая трактовка. Но если поставим трубку Пито, и, возможно, получим $P_p > P_{\text{атм}}$ (это вполне вероятно, т.к. $P_p > P_{\text{ст}}$) – тогда не будет "разряжения". И, что, потеряем Тягу? ☹ А в колпаках печи получают $P > P_{\text{атм}}$, и дым может идти через трещины в помещении.

Результаты замера давления зависят от типа приёмного отверстия.

- 1) Трубка Пито (отверстие трубки навстречу потоку) – получаем P_p .
- 2) Сечение отверстия параллельно вектору скорости потока – получают $P_{\text{ст}}$.

Строго говоря, надо делать замер манометром, который движется в потоке и неподвижен относительно него.

- 3) Трубка Прандтля имеет 2 отверстия: а) навстречу потоку (трубка Пито) – получаем P_p ; и б) входное сечение параллельно потоку – получаем $P_{\text{ст}}$.

Разность между ними даёт $P_{\text{дин}}$ (для горизонтал. трубки), что позволяет оценить скорость потока. Это используют в авиации.

Итого имеем: 4 вида давления в потоке: P_p , $P_{ст}$, $P_{дин}$, $P_{гр}$; разные датчики и типы манометров. И все эти варианты надо правильно использовать.

В тестах (рис.1.7) пока выполнен лишь 1 вариант: использован диф.манометр (2 отверстия) и получено $P_{ст}$. Надо двигаться дальше, проводить замеры разных давлений и выполнять корректные расчёты краевой задачи.

Анализ способов замеров давления (рис.3.4) дают такие выводы.

А) В любом случае $P_{полл} = P_{ст} + P_{дин}$. Т.е. $P_p > P_{ст}$.

Б) Могут быть 3 ситуации: Уровни (рис.3.4):

1) $P_p > P_{ст} > P_{ат}$ $H_p = H_{ст} + H_d$

2) $P_p > P_{ат} > P_{ст}$ $H_p = H_d - H_{ст}$

3) $P_{ат} > P_p > P_{ст}$ $H_p = H_{ст} - H_d$

В) На рис. 3.4 (рис. 41). слева до вентилятора ситуация совпадает с п. Б.3.

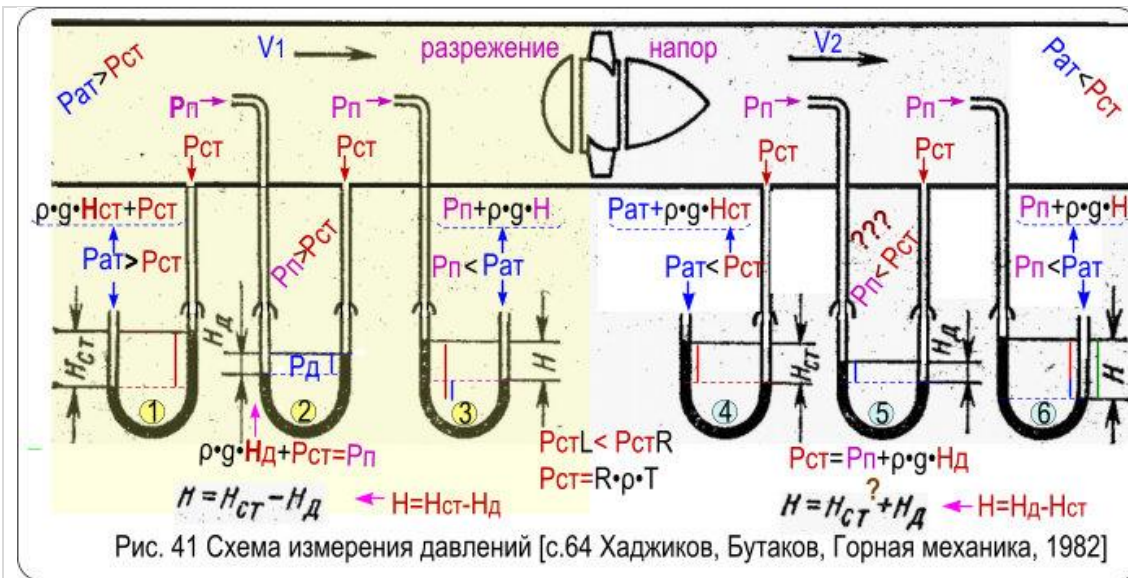
А справа $P_{ст} > P_{ат} > P_p$, так быть не может, т.к. $P_p > P_{ст}$ (по определению: $P_p = P_{ст} + P_d$). Это не понятно...

Обознач.: P_p – полное давл. P_d – динамич.

$P_{ст}$ – статич. $P_{атм}$ – атмосфер.

Если пользуемся U-образной трубкой

(диф.манометр, рис. 3.4), то уровни (разница высот) будут соотноситься, как показано слева фиолетовым.



Вентилятор тянет-толкает поток.

На правом рис. *ошибка* в книге (рис.41), т.к. должно быть $P_p > P_{ст}$.

Рис. 3.4. Замеры разницы давлений. Слева $P_{ат} > P_{ст}$. Справа $P_{ат} < P_{ст}$.

Не понятно, почему $P_p < P_{ст}$?

В книге Хаджикова и Бутакова опубликован такой рис. 41. Чёрно-белый рис. – это исходник. И мои добавления цветом для анализа. Удивляет то, что $P_p < P_{ст}$ (трубка 5). По определению $P_p = P_{ст} + P_{дин}$. Т.е. это ошибка, или особенности потока с вентилятором?

П-3.5. Термометры. Пирометры. Термопары.

На практике для замеров обычно используют 1) Пирометр (т.к.не надо сверлить ДТ).

2) ТермоПару (ТП) с регистратором. 3) Термометр со штоком (в нём биметаллич. элемент). Иногда в него добавляют доп. стрелку, которую толкает рабочая стрелка, тогда термометр называют "Ябедником", т.к. доп. стрелка не возвращается назад и показывает максимал. полученную T° (иногда запрещённую инструкцией). Термометр со штоком популярнее, чем ТП.

Анализ выполненных замеров T° (рис.1.11-1.19 и [5]), и рис. 3.5 приводит к вопросу:

"Как после МП (рис.3.5) получают $T^\circ_{дг} = 200^\circ C$?"

<https://www.youtube.com/watch?v=hUuDhHJKm08>

(Владимир Ляхов, Владимир "Фодес" и Алексей Белый, о $T^\circ_{дг}$. AquaTerm 2024). Авторы поясняют, что это результат дожига ДГ в камере после топливника. Но ведь при этом выделяется доп. энергия, и T° должна ещё подрасти ?!

Рис. 3.5. T° исходящих ДГ=200°C. Чем был проведён замер?

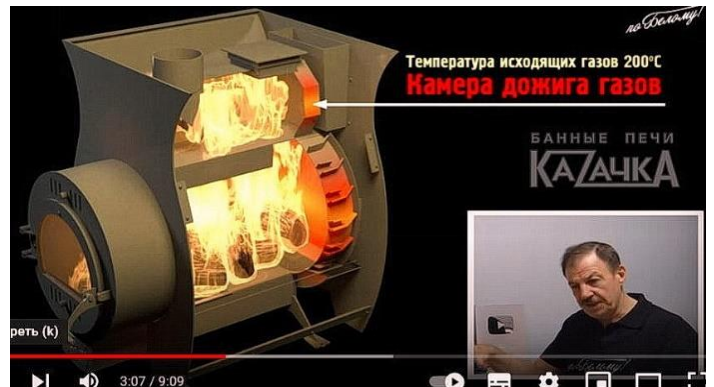
Возможно это замер пирометром стенки ДТ.

Возможно в этой камере дожига приток вторичного воздуха охладил ДГ. Ответ у авторов я не получил.

Некоторые производители заявляют, что у них банные печи с $T^\circ_{дг} = 400^\circ C$ в ДТ. И это ниже, чем в тестах РусПарЛаб [5]

(см. рис. на обложке, с.1) и рис. 2.7, 2.8. Есть производители, которые говорят, что им не интересно это знать, т.к.

покупатель или пользователь это не спрашивает. М.б. это и так, но нередко пользователи МП возмущаются, почему у них произошло возгорание/пожар в РусБане.



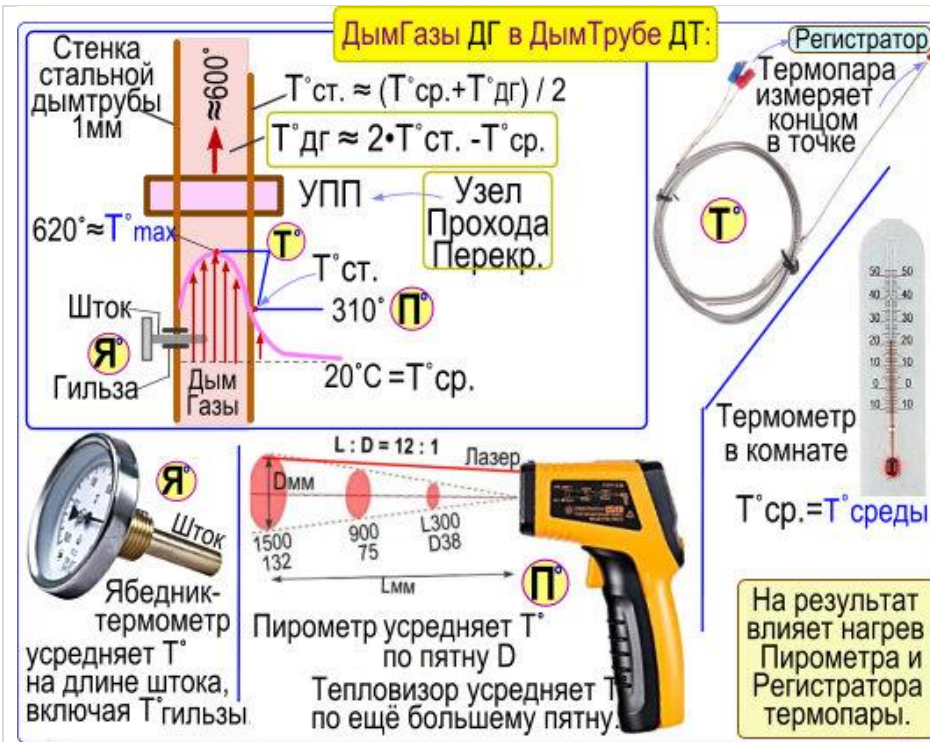


Рис. 3.6. Замеры

Термопара даёт наиболее точные T° дг, т.к. тепло воспринимает место спая практически в точке.

Термометр со штоком инерционен, он воспринимает всей длиной штока и усредняет T° . И надо учитывать, что в гильзе крепления без теплоизоляции ощущается T° стенки ДТ.

Пирометр усредняет T° по пятну замера (диаметр D) Практика показывает, что T° дг выше на 100-300°, чем T° стенки снаружи ДТ. Показания зависят от блеска или матовости ДТ. Надо уметь делать пересчёт.

Разговор о замерах T° дг корректен, если указано, чем и в каком месте он произведён, с указанием протокола и инерции прибора.

Рис. 3.6. Замеры разными приборами внутри ДТ и снаружи.



Рис. 3.7. Замер пирометром ДТ снаружи. В поле зрения пирометра предметы с разной T° .

Довольно часто направляют **пирометр**, на ДТ (с какого-то расстояния) и полученную T° на стенке ДТ объявляют, как T° **дымовых газов**.

Нет учёта того, что **пирометр** собирает инфо с пятна, площадь которого зависит от расстояния до измеряемого объекта (в эту площадь попадают предметы с разной T°). И ещё эти показания **пирометра** зависят от материала и блеска предмета (рис. 2.4, 2.5), о чём в инструкции написано (выбор "коэф. эмиссии").

Но на это обычно не обращают внимания.

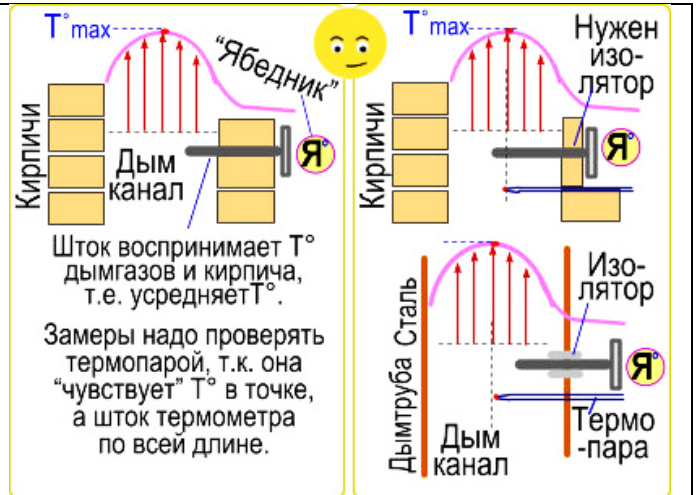
На выставке АкваТерм специалисты Росма и bd (БД) пояснили, что термометры со штоком предназначены для медленных (стационарных) процессов, их точность сильно падает в начале и в конце шкалы (т.е. по 20% шкалы надо отсечь в начале и в конце).

Кроме того, T° зависит от длины штока, его массы (теплоёмкости) и контакта его со стенкой печи (она его охлаждает). Шток надо теплоизолировать от стенки трубы.



Рис. 3.8. Замеры термометром со штоком

Термометр со штоком для медленных, стационарных, процессов.



П-3.6. Перетоп печи, испытания в КАМИ.
 Практика, наблюдения и материалы [Журнал "Fireplaces&Stoves"](http://www.fireplacesandstoves.ru) 11 мар 2016

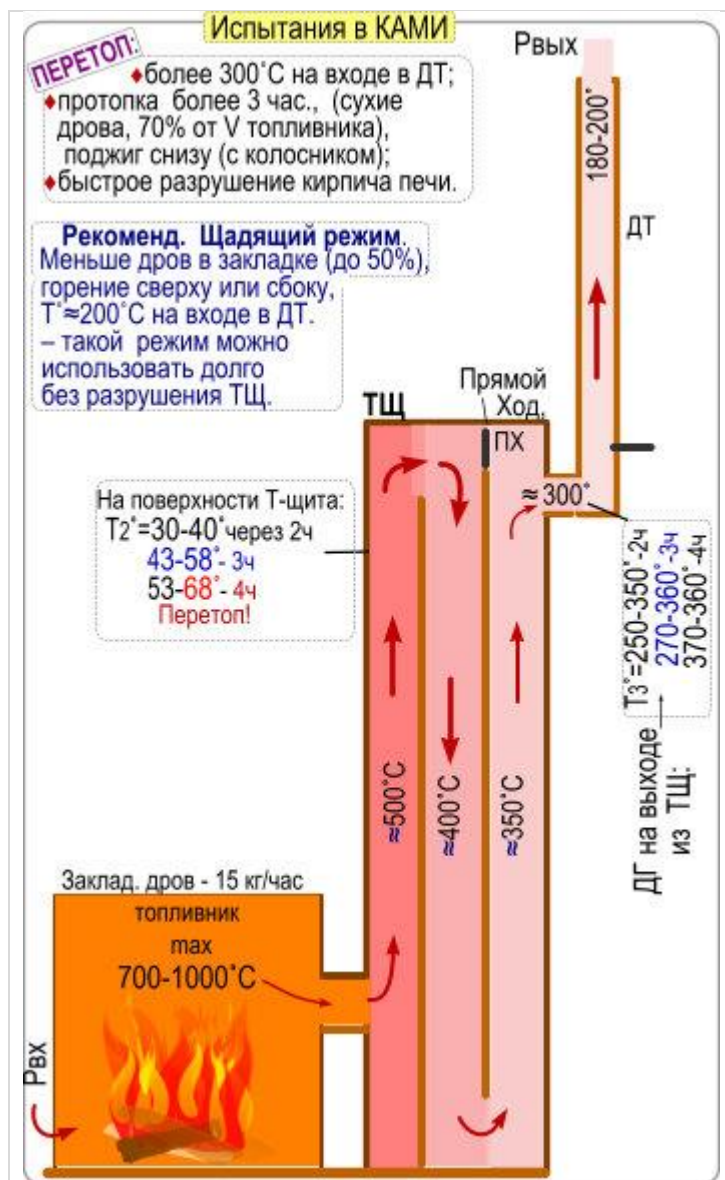


Рис. 3.9. Перетоп. КАМИ.
 Трещины в швах между кирпичами

В 2014 в КАМИ начали испытания печей методом предельных термич. нагрузок (перетоп). Понятие "перетоп" и "перекал" в отечеств. норматив. документах чётко не даны.

♦ **ПЕРЕТОП** (по КАМИ) - это

- 1) высокая T° - более 300°C на входе в ДТ;
- 2) протопка более 3-х ч. при закладке сухих дров (70% от объёма топливника) в час и поджиг снизу с колосником);
- 3) быстрое разрушение кирпича печи.

♦ **Рекомендации.** Меньше дров в закладке (до 50%), горение сверху или сбоку с результатом T° ≈ 200°C на входе в ДТ – такой щадящий терморегим можно использовать долго без разрушения кирпича печи.

♦ В режимах **перетопа** эксплуатируют обычно банные накал-печи прямоточки (долго топят, сильный огонь), чтобы накалить камни, чугун (так требует реклама).. Поэтому неизбежно их разрушение и высок риск пожара. Для частного сектора ИЖС это не нормировано. Нормативы обязаны выполнять гос.строители (по должности) и военные строители - там по приказу и по должности.

♦ **Перетоп** ведёт к разрушению ТЩ. Тепло от огня медленно проходит сквозь кирпич и снаружи стенки ещё не очень нагреты, а внутри – перекал. Поэтому сжигают дров больше, чем надо. Надо делать паузы.

♦ Из практики (от КАМИ): кол-во дров для протопки = вес печи делить на 100. Пример, для печи 1500 кг надо 15 кг дров на 1 протопку. Потом пауза до 1 час. По инструк.КАМИ **средняя** T° ДГ в ДТ должна быть ниже 300°C.

Претензия: разрушение швов между кирпичами ТЩ. Перетоп = 4ч. горения 15x4=60 кг дров.

1-е трещины появились на кладке щитка после **4ч 15** мин непрерыв. топки, 47кг дров - 72°C на поверхн. щитка, ≈700° на входе в ТЩ, ≈420° на вых.

П-3.7. РЕГЛАМЕНТ. Обзор нормативов по перетопу, перегреву печи и риску возгорания.

	Коммент.
1) НПБ 252-98 "Нагрев сгораемых конструкций НЕ выше 50°C" (Разд. III, п. 8, 9).	
2) ГОСТ 2127-47 - T° <u>дымгазов</u> в дымооборотах 700→500→160° → в ДТ 130°C при использ. дров (табл.10)	1) В парной нагревают деревянные стены до 100°C и выше, т.е. нарушен п.1. И топят банные печи дольше 3 ч на большой мощности, т.е. нарушают п.6.
3) ГОСТ 9817-95 - T° <u>дымгазов</u> на выходе из аппарата должна быть не менее 140°C и не более 400°C - по услов. пожар. безопасности (для ВК).	2) По п.2 неясно ("до" или "от" 130°C), но в сочетании с п.3 можно понять, что "от" 130°C, чтобы избежать конденсата.
4) СП 7-13130.2009 T° <u>дымгазов</u> не должна превышать 300°C для асбестоцем. труб и 400°C для труб из нержав. стали (п. 5.29) – Правила МЧС.	ВЫВОД. Нормативы часто нарушают в ИЖС для банных печей. Т.е. накал-каменки – "вне регламента"
5) КАМИ инструкция: 300°C – предел для T° дг после ТЩ перед ДТ, чтобы не разрушался ТЩ (Перетоп, испытания-2014) Печники ССБП считают разумной, оптимальной Tдг в УПП до 280°C.	В банных печах стенки на большой площади нагреты до 130-200°C.
6) " НЕ допускается непрерыв. топка печей дровами более 3 ч (кроме печей длител. горения)" п. 4.9.1.22 «Правила и нормы технич. эксплуат. жилищ. фонда» (утв. Постановл. Госстроя России от 27.09.2003 г. №170).	
7) СНиП II-80-75 / Методич. реком 1999 Бани: Табл. "в парильных T° =40°, в мыльной =30°C" 7.2).ГОСТ Р 52493- 2005 Услуги Бан. Гольдин 40-60°	
8) "При эксплуатации печного отопления запрещено ... перекаливать печи". п.84 Правил противопожар. режима в РФ (Пост. Прав РФ 25.4.2012 г.№390)	

9) "Макс. Т° поверхностей печей (кроме чугуна, настила, дверок и других металлич. печных элементов) не должна превышать:

90°C — в помещ. детских дошкол и амбулаторно-поликлинич. учрежд;

110°C — в др. зданиях и помещ. на площади печи не более 15 % от общ. площади поверхности печи;

120°C — то же, на площади печи не более 5 % от общей площ поверх. печи.

Свод правил СП 7.13130.2013 «Отопл., вентил. и кондиц», п. 5.4

Дополнение: 3 зоны по Т° для УПП

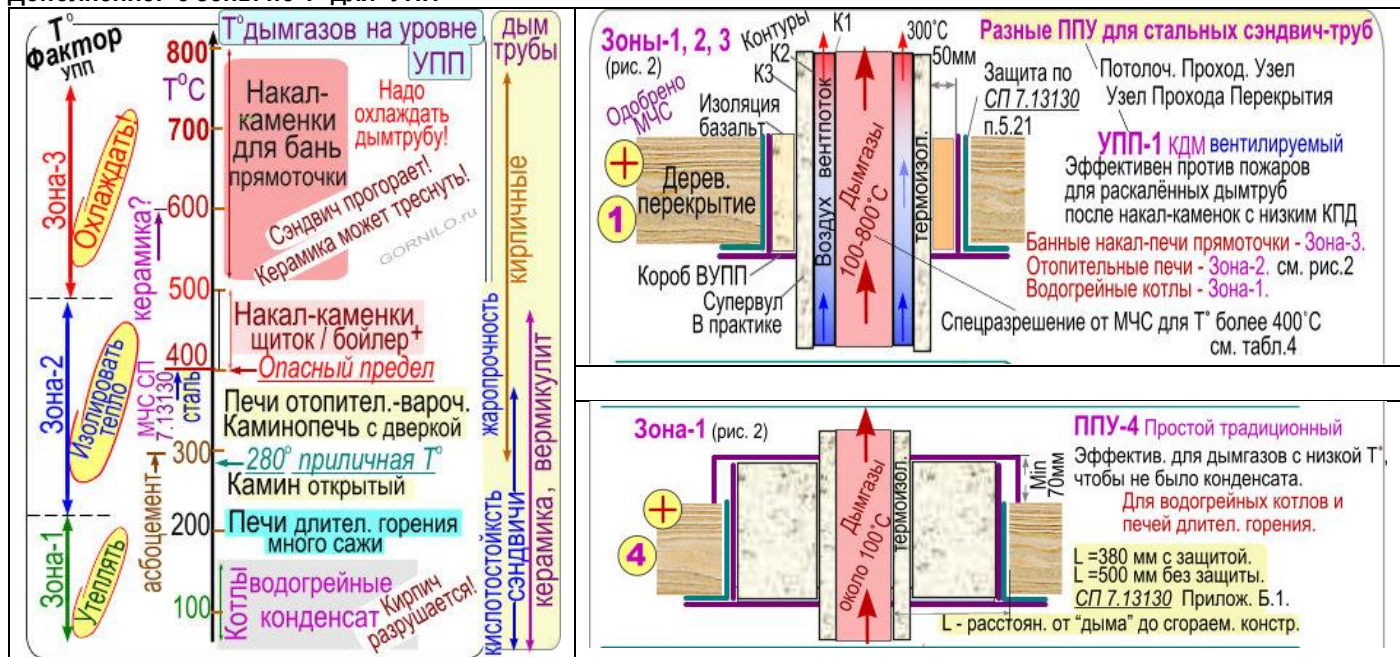
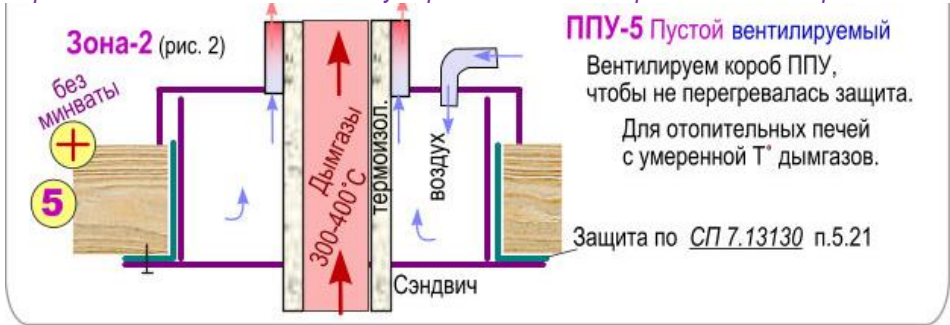


Рис. 3.10. Зоны по Т° для разных теплоагрегатов. Рис.3.11. Схемы обустройства УПП для разных теплоагрегатов.



◆ ПДКШ и КТШ ◆ АЙНО ◆ КАМИ-Осень

◆ ПРИЛОЖЕНИЕ-4.

П-4.1. Печь Дачная Кирпич. Шевякова - ПДКШ. Клиновидный Топливник Шевякова – КТШ.

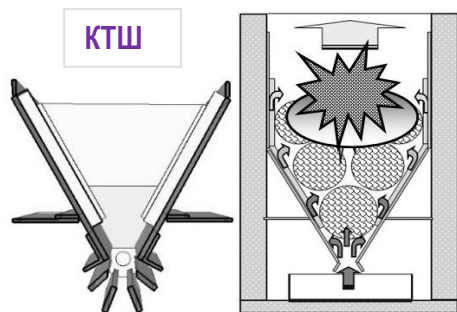


Рис.ш-1А



Рис.ш-1Б Поджиг дров сверху.



Рис.ш-1В. Дверка поддувала с регулир. задвижкой

Поджиг дров сверху, горение дров ок.1:20 и ок. 40 мин догорание углей. Дрова горят послойно. При догорании верхнего слоя и образования в нем углей, угарный газ СО из этих углей догорает с пиролизными газами нижнего слоя. И так до самого низа. В итоге это уменьшает общее кол-во получаемого СО при сгорании всей закладки дров.

Дрова горят и угли образуются в компактном треугольном объеме КТШ, при этом горение углей экономнее, полнее, дольше. Выделяющийся угарный газ СО получает хорошую возможность догореть с пиролизными газами. Всё это повышает КПД сгорания топлива. Остатки углей сбрасываем в короб в поддувало, выбрасываем на улицу и закрываем задвижки. Стенки печи теплее воздуха в комнате на 10° С через 24 ч.

В данный КТШ влезает 7...8 кг дров. Можно изменить конструкцию и увеличить массу дров до 9...10 кг.



Рис. ш-2А. Общий вид.

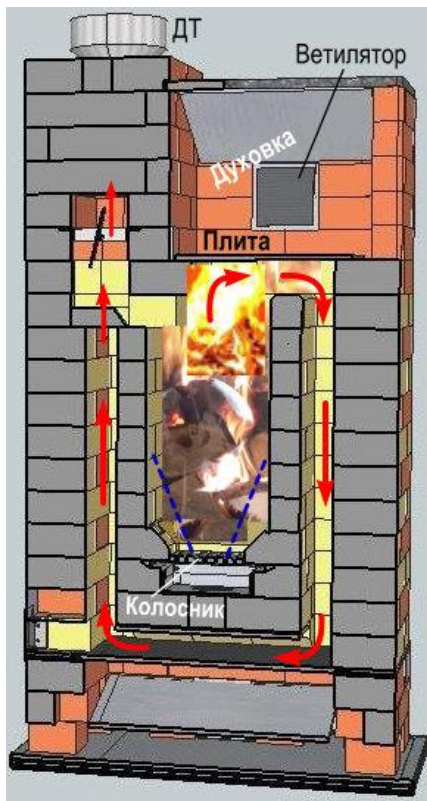


Рис.ш-2Б. Разрез ПДКШ



Рис.ш-2В

Печь компактная для дачной комнаты (ок. 15м²) h=130см, ш=65; гл=50см. На поверхности Т_{ср}-80-90°. Вес ≈ 700кг. Остывает 24 ч, ΔТ=10° (рис.ш-3). Колосник убираем и ставим КТШ (габариты – синий пунктир на рис.ш-2Б).. Sповерхности ≈3...3,5м². Через 4 часа теплоотдача стенок печи W≈1,5...2квт. Через 10 часов W≈1квт.

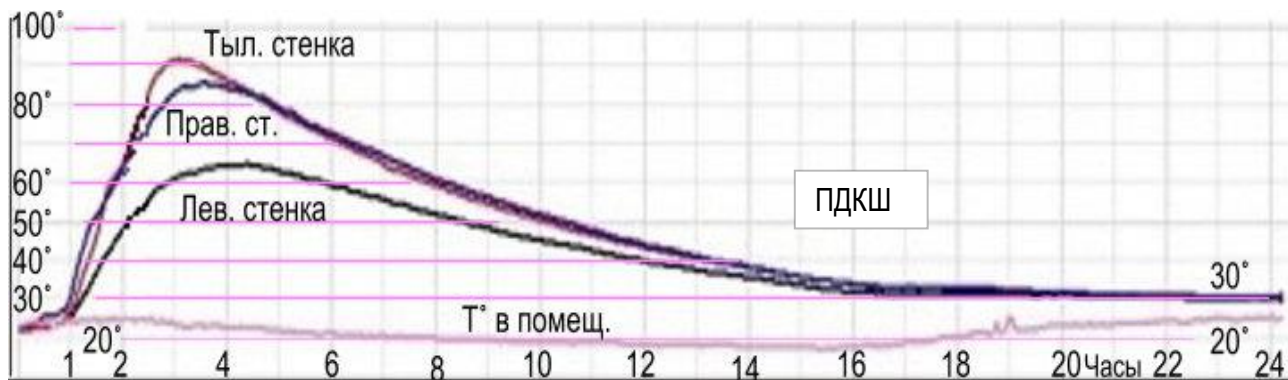


Рис. ш-3 Нагрев и охлаждение разных стенок ПДКШ.

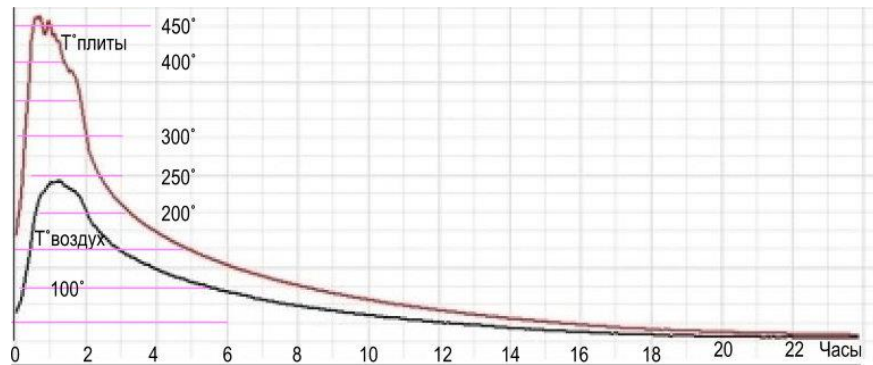
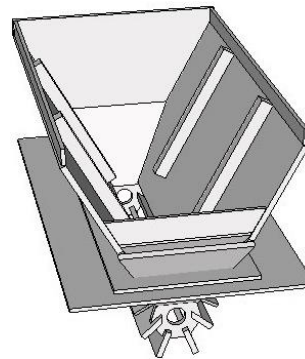


Рис. ш-4. Нагреви охлаждение плиты и воздуха в духовке при закрытой дверке



КТШ

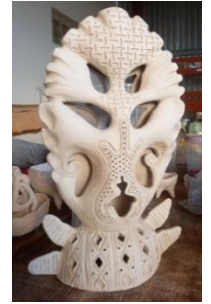
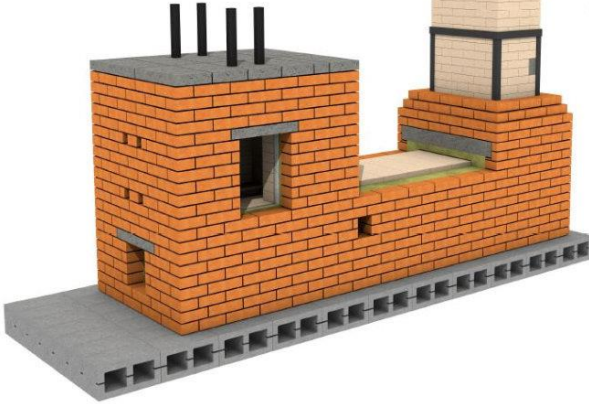
Рис.ш-5. КТШ – Видны рёбра для дров и снизу рёбра-радиаторы.

Печи компактные, быстро дают тепло, можно готовить еду, испекать хлеб, пироги. Идеальны для дачника.

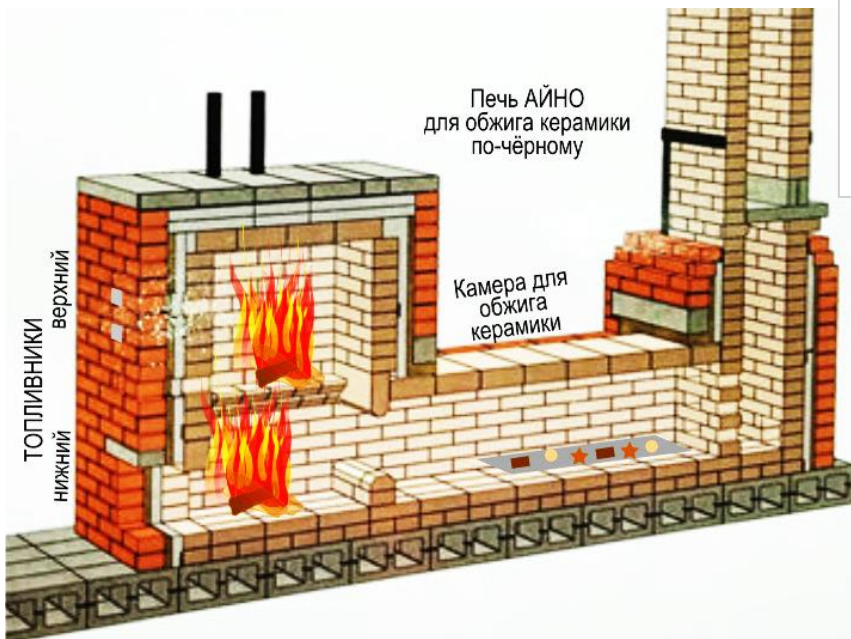
П-4.2. Печь АЙНО для обжига керамики, топливо – дрова. КАМИ.

Обжиг керамики по-чёрному,
2 топливника

Керамика, рождённая огнём
Подготовка печи "Аино" к
дровяному высокому обжигу.



Загрузка сырой керамики ↑ перед обжигом. После 24 час обжига ↑ более 1000°С. Команда керамистов ↑ пробный обжиг,



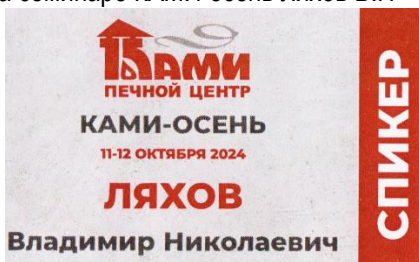
Стартовый обжиг курируют мастера-керамисты из Вологды: Владимир Холщажин и Андрей Копышев. Участники обжига Елена Тимофеева, Роман Леонтьев (Олонец), Юлия Федорова, Людмила Новопольцева, Анна Лебедева, Юлия Орфинская, Ирина Вишневская, Лидия Зенкова, Софья Володина.



П-4.3. КАМИ-Осень семинар, ПетроЗаводск.



На семинаре КАМИ-осень Ляхов В.Н - доклад о ТЩ и Бойлер-печи.. Павел Самоделов – глав. трубочист России.



Сергей Иванович Серёгин (КАМИ, Птз) даёт интервью журналисту Игорю Дьякову (Мск). →



Участники семинара.

Долго будет, Карелия снится, Будут снится с этих пор Остроконечных елей ресницы Над голубыми глазами озёр. Белая ночь Опустилась безмолвно на скалы. Светится белая, белая, белая ночь напролёт... И не понять То ли в озеро небо упало. И не понять То ли озеро в небе плывёт...



ЛЯХОВ Владимир Николаевич
 Председатель СМБП, к.т.н., МИФИ
 +7 926 532 7174 +7 958 808 1143
www.GORNILO.ru
www.BanOstrov.ru



Научно-популярная брошюра адресована любителям горячей парной и тем, кому в ней бывает плохо. Первые восторгаются лицевой стороной "медали". Вторые чувствуют оборотную сторону "медали" и боятся входить в горячую парную. Остальные, слыша разные мнения и разговоры о бане, тоже хотят понять, что это за чудо-бренд – "Русская Баня"! Много бумаги исписано о пользе РусБани. И почти нет информации о том, чего надо опасаться при нагреве в парной.

Ляхов В. Н. - инженер-физик, соавтор двух монографий и публикаций в научных журналах (мат. моделирование нестационарных 3D процессов с ударными волнами - 1980-е).

Вёл курс "Основы Искусственного Интеллекта".

В 2000 г начал самостоятельно изучать процессы в парной и состояние нагретого человека (в бане, термокамере, ТермоГидроПроцедуры). Проводил замеры микроклимата в парных и здоровья нагретого человека. Изучал вопрос о том, как надо обустроить парную и проводить процедуры, и как не надо. Дал свою трактовку процесса нагрева и охлаждения организма, уточнил понятия теории ТермоРегуляции. По-своему объяснил процесс потения при нагреве. Потение - это физпроцесс, а не секреция "потовых желёз". Это фильтрация, похожая на фильтрацию крови в почках (при схожих скоростях - л/час). И потеет мы не для охлаждения!

Автор любит использовать велосипед для поездок. И когда его перестала устраивать традиционная компоновка велосипеда, то он изобрёл свой "безопасный" велосипед для удобной езды в городских условиях, когда часто приходится останавливаться и маневрировать (патент РФ №2155692 от 09.2000).



Это оказалось особенно полезно для тандема, когда Пилот везёт пассажира и отвечает за его безопасность при манёврах на малой скорости и на плохой дороге. VeloTandem.ru

Похожие мотивы подтолкнули автора к уточнению теории ТермоРегуляции, когда ему стали задавать вопросы:

- Полезен ли нагрев человека в горячей парной?
- Полезна ли баня? •Нужен ли веник и банщик в бане?

Человеку без одежды с сухой кожей комфортно при $T_{\text{среды}}=28-30^{\circ}\text{C}$ и влажности 40-60%.

Примерно такой микроклимат под одеялом спящего человека.

При этом минимален тонус всех мышц (включая сосуды).

Клетки теплокровных могут жить лишь в очень узком диапазоне $T \approx 29-41^{\circ}\text{C}$ (цифры приблизительны, для примера).

Ещё меньше диапазон для их размножения.

Это очень мало по сравнению с интервалом T° окружающей среды $-60...+60^{\circ}\text{C}$.

Техника и природные катаклизмы расширяют этот диапазон. А космические T° и представить невозможно! И приходится удивляться, как на планете Земля поддерживается диапазон $0 \pm 60^{\circ}\text{C}$, в котором живут клетки с диапазоном $35 \pm 6^{\circ}\text{C}$. Трудно себе представить похожие условия в Космосе!

При T° менее 26°C сильно замедляются химреакции, и не хватает тепла для продолжения жизни.

При T° более 45°C коагулирует белок, что тоже ведёт к прекращению жизни.

Любители плавать зимой - "моржи" - действуют на кожу водой при 0°C и морозным воздухом.

А любители парной заходят в термокамеру при $T_{\text{среды}}=60^{\circ}\text{C}$ и более (я был и при 140°C !).

Такие эксперименты иногда заканчиваются потерей сознания. Бывает, и гибнут люди.

С благодарностью приму любые замечания, критику, предложения и обсуждения.

Ваш ЛВН



GORNILO.ru