

С. С. С. Р.

№ 305 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВСНХ № 305

Труды Бюро Metallургических и Теплотехнических
Конструкций. Выпуск 3

35 / 1159-30

35 / 1159-30

Инж. И. С. ПОДГОРОДНИК

ПЕЧИ ДОМАШНЕГО ОБИХОДА СИСТЕМЫ
ПРОФ. В. Е. ГРУМ-ГРЖИМАЙЛО

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ВСНХ
МОСКВА — 1929

196/114

Одес.
113522

Посвящается памяти учителя,—профессора Владимира Ефимовича Грум-Гржимайло.

I. Комнатная печь системы проф. В. Е. Грум-Гржимайло.

Патент № 1219.

В книге профессора В. Е. Грум-Гржимайло „Пламенные печи“ помещены чертежи комнатных печей системы автора книги. Основанные на созданной автором гидравлической теории газов, они настолько необычны и своеобразны, но в то же время для каждого, знакомого с этой теорией, правильны по своему замыслу, что я решил построить печь по чертежу № 1, аналогичному с фиг. 110 ч. IV, стр. 115 вышеупомянутой книги.

По словам изобретателя печи, она должна иметь высокий коэффициент полезного действия, равномерно прогреваться, долго сохранять тепло и быть прочной.

Печь была выстроена в клубе „Красный Октябрь“ при бумажной фабрике „Спартак“ в Шклове. После первой пробной топки печи на мой вопрос истопнику, какого он мнения о печи, последний ответил, что это — „чудо, а не печь“, — что он не видел еще печи, которая так хорошо прогревалась бы таким небольшим количеством дров и так долго держала бы тепло. Во вновь построенную печь он кладет дров меньше 16 кг, в другие, такой же примерно величины, печи кладет по 50—55 кг, чтобы получить одинаковый нагрев печей, при чем старые печи остывают уже через 12 часов. Этот отзыв и личные впечатления привели меня к заключению, что мы имеем дело в данном случае с выдающимся явлением в технике отопления помещений комнатными печами, имеющим значение для страны. Поэтому я решил произвести подробное и точное испытание печи, и результатами испытания поделиться с интересующимися этим вопросом.

В чем особенность комнатной печи профессора Грум-Гржимайло?

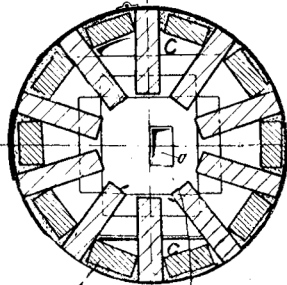
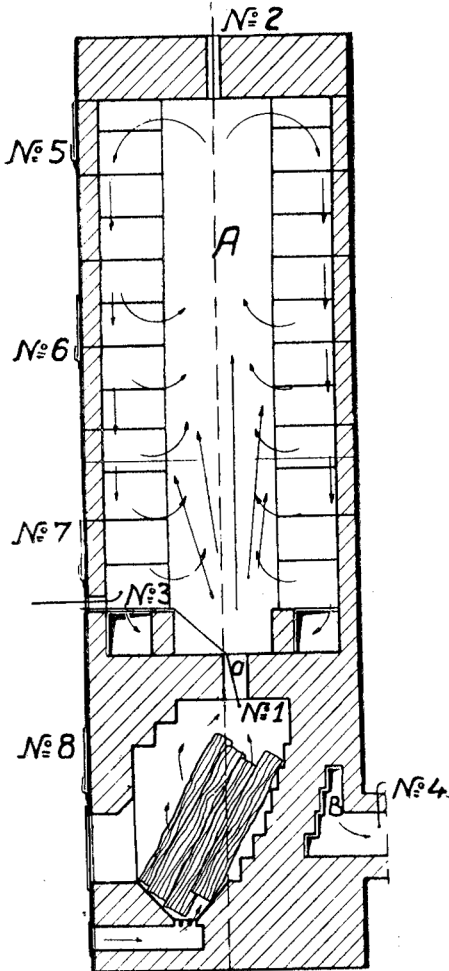
В известных до сих пор печах топочные газы из хайла топки направляются в так называемые „обороты“. В одних печах дым последовательно проходит из одного „оборота“ в другой, пока не выйдет в дымовую трубу; в других печах дым подымается из топки по одному „обороту“ вверх, откуда спускается вниз одновременно по нескольким „оборотам“. Внизу дым собирается и отводится в дымовую трубу. Отличаясь в деталях, все известные системы комнатных печей построены на одном принципе — принципе принудитель-

ного движения дымовых газов. Во время топки печи и ее прогрева топочные газы принудительно протаскиваются через „обороты“ и нагревают печь. При несвоевременном или неплотном закрытии выюшки холодный воздух также принудительно протаскивается по нагретым „оборотам“ и напрасно охлаждает печь.

Печи профессора Грум-Гржимайло построены на принципе свободного движения газов. Весь секрет заключается в правильном использовании этого принципа.

Чертеж печи системы проф. Грум-Гржимайло, по которому мы построили печь, дан на фиг. 1.

Существенной особенностью этой печи является устройство камеры А (фиг. 1). Она выложена в железном кожухе в четверть кирпича и укрепена десятью контрфорсами, увеличивающими поверхность нагрева печи при диаметре 860 мм до 10 м². Кирпичи, употребленные для кладки, соприкасаются в печи узкими гранями (фиг. 2). Широкие грани или впитывают тепло, или передают его комнате. Это позволило использовать поверхности кирпичей полностью и развить максимально поверхность нагрева печи. „Такое устройство,—говорит проф. В. Е. Грум-Гржимайло,—гарантирует очень быстрый и равномерный ее прогрев, полное отсутствие копоти и сажи и прочность, несмотря на тонкие стенки. Направленные внутрь контрфорсы в $\frac{1}{4}$ кирпича толщиной, представляют большой запас тепла и поддерживают температуру печи во время ее остывания, сообщая ей



Фиг. 1.

характер печи большой теплоемкости. Единственный недостаток печи тот, что верхняя часть камеры будет прогреваться сильнее нижней. Было бы приятнее, если бы было наоборот, но совершенно холодных

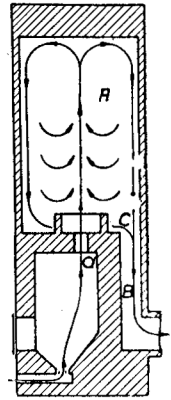
частей в печи не будет, ибо дымовой канал *B* опущен почти до уровня пода печи¹⁾

В комнатных печах проф. Грум-Гржимайло пламя из хайла *a* (фиг. 3) направляется вверх к своду, там поворачивается и нисходящими струями опускается вниз к отверстию *C* и каналом *B* отводится



Фиг. 2.

в дымовую трубу. Направиться из хайла *a* прямо в дымовую трубу пламя не может. Камера заполнена газами различной температуры, а значит и различного удельного веса; в центре—горячими и легкими газами стремящимися всплыть вверх, и у наружных стен и контрфорсов — остывшими и отяжелевшими газами, падающими вниз. Через отверстие *C* и канал *B* дымовая труба отсасывает из камеры топочные газы, но удаляет она те газы, которые непосредственно находятся у отверстия *C*: у этого же отверстия находятся остывшие, отяжелевшие газы. По мере удаления их дымовой трубой к отверстию *C* притекают сверху все новые и новые количества остывших и отяжелевших газов, вытесняемых из под свода всплывающей из хайла вверх струей теплого и легкого газа. Чем теплее и чем легче струя газов, тем сильнее ее стремление по выходе из хайла всплыть вверх и тем меньше для нее возможность, не охладившись, направиться непосредственно в дымовую трубу. Достигнув свода, газ расплывается и заполняет полость камеры между контрфорсами, где, соприкасаясь с кирпичной кладкой контрфорсов и наружной стенки, остывает и делается тяжелее, падает вниз и удаляется в дымовую трубу. Наиболее остывают частицы газа, соприкасающиеся с наружной стенкой печи, и только этот кольцевой поток газов у наружной стенки камеры имеет резко выраженное направление вниз и скорее других частиц газа, находящихся между центральной горячей струей и наружной стенкой камеры, достигает выходного отверстия *C* и уходит в дымовую трубу. Явление происходит так, как изображено на фиг. 3. Если представить на

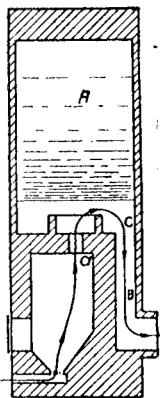


Фиг. 3.

¹⁾ В настоящее время в Бюро Металлургических и Теплотехнических Конструкций для уменьшения разницы температуры по высоте печи спроектированы и испытаны печи со стенками вверху в $\frac{1}{2}$ кирпича, а внизу в $\frac{1}{4}$ кирпича.

мгновение, что газы из камеры в трубу не удаляются и из топки через хайло не поступают в камеру, то горячая легкая струя газа всплывает вверх под свод и там останется, нижнюю же часть камеры над хайлом и кругом хайла займет более холодный и тяжелый газ.

После того, как горение в топке закончено, направление движения газов изменяется. Камера печи уже прогрета. Она заполнена горячим газом. Через хайло *a* в камеру поступает холодный воздух, не нагретый теплом, выделяющимся из топлива при горении. Как более холодный, он тяжелее нагретых газов, заполняющих камеру печи. Горячие газы, заполняющие камеру, плавают над холодным воздухом, поступающим из топки, держатся выше его. Дымовая же труба при открытой выюшке продолжает отсасывать газы из низа камеры печи, где сейчас собрался поступивший из топки холодный воздух. Он и отсасывается. Таким образом, по окончании топки воздух из хайла *a* направляется непосредственно через отверстие *C* в дымовую трубу, минуя нагретую камеру печи. Камера выключается. Печь, если можно так выразиться, имеет „автоматическую газовую выюшку“. Явление происходит, как изображено на фиг. 4.



Фиг. 4.

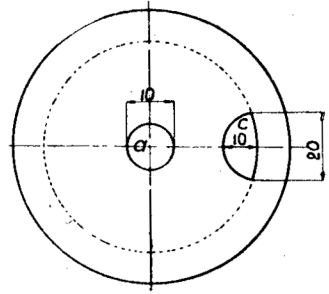
Так как контрфорсы прогреты больше, чем наружные стенки печи, то горячие газы, плавающие над холодной струей воздуха, направляющейся в дымовую трубу, продолжают циркулировать в направлении, указанном стрелками на фиг. 6. Внизу они, соприкасаясь с холодной струей воздуха, направляющейся в дымовую трубу, до некоторой степени охлаждаются ею. Но соприкосновение горячих газов с холодной струей воздуха происходит по плоскости горизонтального сечения печи площадью $0,38 \text{ м}^2$ для печи диаметром в $0,86 \text{ м}$, имеющей внутреннюю поверхность нагрева до 10 м^2 . При откры-

той выюшке внутри печь системы проф. Грум-Гржимайло охлаждается только в части ниже хайла, на высоте 600 мм или 19% от поверхности нагрева печи. Холодный воздух не охлаждает непосредственно нагретых кирпичей камеры. В печах других систем охлаждение происходило бы по площади 10 м^2 , при чем охлаждающий воздух непосредственно омывал бы и охлаждал бы внутреннюю нагретую поверхность печи. Охлаждение печи происходило бы во много раз энергичнее. Этим объясняется, что печь держит тепло даже и при открытой выюшке.

На простом опыте можно наглядно убедиться в том: 1) что в печах системы проф. Грум-Гржимайло газы во время топки направляются из хайла вверх, к своду, там поворачиваются вниз и уходят в дымовую трубу, только охладившись; 2) что по окончании топки холодный воздух не поднимается вверх, а, выйдя из хайла, сворачивает прямо в дымовую трубу, не охлаждая нагретой камеры печи.

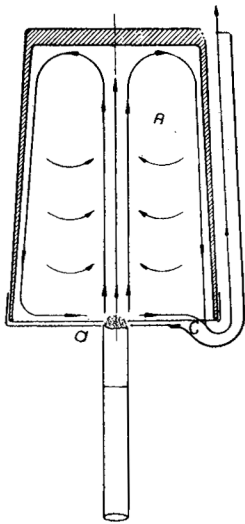
Возьмите тонкостенный стакан и небольшой кусок бумаги. Опрокиньте стакан вверх дном и поставьте его на бумагу. Очертите

пунктирной линией стакан и, отступив от линии на 10 мм, вырежьте кружок бумаги. В центре и сбоку сделайте отверстия, как изображено на фиг. 5, заклейте этим кружком стакан, сбоку приклейте в виде трубочки полоску бумажки, как изображено на фиг. 6. Опрокиньте стакан доньшком вверх. К центральному отверстию в бумажке поднесите дымящуюся папиросу. Вы получите модель печи системы проф. Грум-Гржимайло. Папироса представит собою топку, папиросный дым—печные газы, отверстие в центре бумажки—хайло, стакан—камеру печи, отверстие у стенки стакана—отверстие, через которое уходят из камеры топочные газы. Приклеенная к стенке стакана бумажная трубочка представит собою дымовую трубу, в модели не будет только внутренних контрфорсов. На этой модели фиг. 6 вы заметите, что дым от папиросы направляется кверху, под доньшком стакана он поворачивается и кольцом вдоль стенок стакана опускается вниз до бумажки и, обходя кругом струю дыма, поднимающуюся вверх от папиросы, стекает к боковому отверстию у стенки стакана, через которое и уходит в дымовую

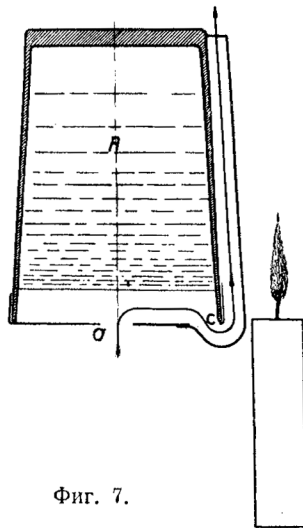


Фиг. 5.

трубу. Вы не заметите за дымом ни малейшего поползновения направиться от па-



Фиг. 6.



Фиг. 7.

пиросы прямо в дымовую трубу. Если движение газов будет мало заметно, зажмите пальцами конец папиросы, который обычно берут в рот, и пальцами другой руки сжимайте папиросу. Дым станет выделяться энергичнее, толчками и движение газов будет заметнее. В этой модели нет внутренних контрфорсов, и дым охлаждается только стенками стакана. У стенок стакана дым наиболее холоден и, следовательно,

тяжел, и только у стенок можно заметить резко выраженное стремительное падение дымовых газов. В части стакана, окружающей поднимающуюся вверх струю дыма от папиросы, вы заметите, что дым, падающий вниз, смешивается с центральной струей, направленной вверх, и увлекается ею опять вверх. Вы убедитесь, что движение газов происходит так, как изображено на фиг. 6. Прекратите топку печи, отнимите папиросу, вы увидите, что дым в стакане будет висеть почти в полном покое. Заставьте вашу дымовую трубу действовать энергичнее,—поднесите к дымовой трубе зажженную свечку (фиг 7). Этим вы согреете дымовую трубу, усилите тягу. Из отверстия дымовой трубы воздух начнет выходить энергичнее. Воздух и его движение не видны, но потому что из дымовой трубы выходит легкий дымок (воздух, окрашенный дымом), надо сделать заключение, что воздух и входит в стакан. Войти в стакан он может через хайло—отверстие для папиросы. Из того, что дым в стакане находится в сравнительном покое и волнуется только над самым отверстием, можно сделать вывод, что холодный воздух из отверстия для папиросы направляется непосредственно прямо в дымовую трубу, не охлаждая камеры печи. При некотором внимательном наблюдении можно заметить, что дым между отверстиями для папиросы и отверстием в дымовую трубу направляется в дымовую трубу, увлекаемый холодной струей воздуха. При открытой выюшке тепло несколько увлекается из печи, но не энергично.

II. Испытание комнатной печи.

При испытании печи мы старались выяснить следующие вопросы:

1. Проверить правильность процесса горения в топке.
2. Определить коэффициент полезного действия печи.
3. Подтвердить, что во время горения топлива дым направляется сначала кверху, там поворачивается вниз и уже внизу идет в дымовую трубу.

4. Подтвердить, что после окончания топки или при случайном сильном понижении температуры топочных газов, например, вследствие большого избытка воздуха, газы, если камера уже прогрета, не направляются вверх, а из хайла топки направляются непосредственно в дымовую трубу, минуя прогретую верхнюю часть камеры. Подтвердить, что при прорыве в печь холодного воздуха камера печи автоматически выключается и что несвоевременное закрытие выюшки не сказывается катастрофически на нагреве печи.

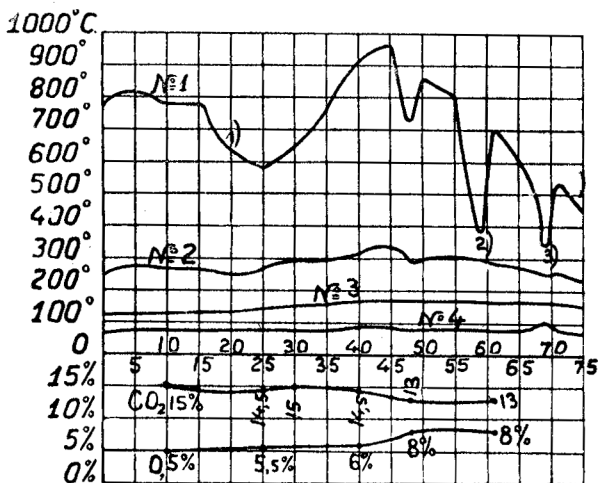
5. Подтвердить, что прогрев печи совершается быстро, а остывание медленно и что печь держит тепло в течение суток.

Многую произведено восемь испытаний различных печей. Помещаю из них только два характерных,—остальные аналогичны с приведенными. Анализ газов производился прибором Орса, температура наружной поверхности печи определялась ртутным термометром, погруженным

в ртуть, налитую в бумажный мешочек, приклеенный к поверхности печи. Температура газов внутри печи определялась пирометром. Спаи термопар для большей чувствительности были обнажены и омывались непосредственно газами.

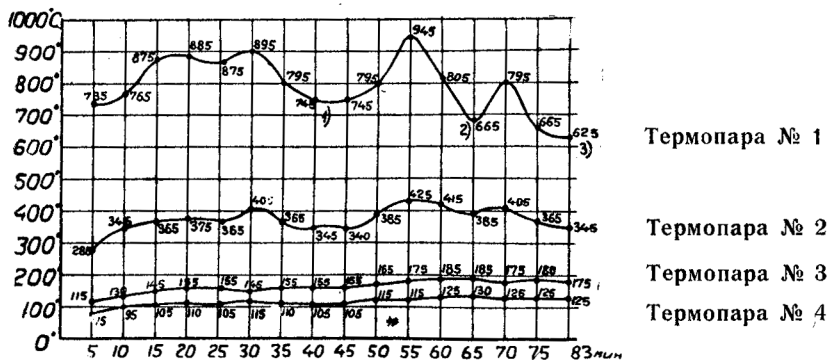
1. Процесс горения.

Правильность процесса горения в печи разрешена удовлетворительно. Судя по содержанию углекислоты (фиг. 8, 9 и 10), избыток



Фиг. 8. Графики температур дымовых газов во время топки печи (31/XII 1926 г.). Сожжено 12,6 кг смеси еловых и осиновых дров, влажность 27,5%. 1) Подложена вторая порция дров. 2) Топка перемешивается, топочная дверца открыта. 3) То же. 4) В 46 минут выюшку открыли.

воздуха в среднем 50%, т.е. близок к требуемому. Недогорание не велико, так как сумма $O_2 + CO_2$ колеблется от 18 до 20%, не пони-

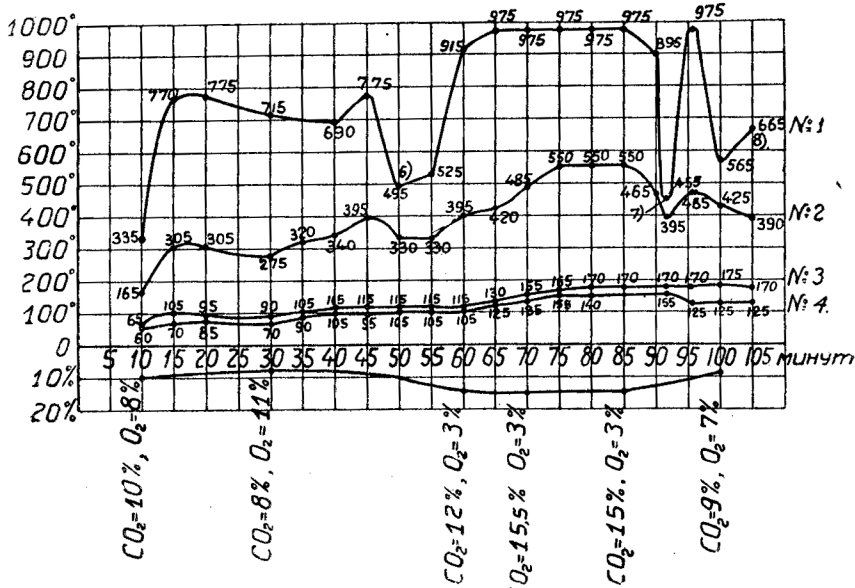


Фиг. 9. Графики температур дымовых газов во время топки печи 4/I 1927 г. Сожжено 15,2 кг смеси осиновых и еловых дров. 1) Подложены дрова. 2) Дрова помешаны. 3) Топка закончена, дрова прогорели, выюшка не закрыта, остывание печи происходило при открытой выюшке. Температура комнаты 18° С.

жаясь ниже 15%. Температура в топке высока, горение энергичное, несмотря на сырые дрова, и это—первое, что поражало печников, строивших эти печи.

2. Коэффициент полезного действия печи.

Коэффициент полезного действия печи чрезвычайно высок. Об этом можно судить, если сравнить кривые температуры газов в топке и дымовой трубе. Из сравнения этих кривых на фиг. 8, 9 и 10 видно, что топочные газы до выхода в дымовую трубу отдают



Фиг. 10. Графики температур дымовых газов во время топки печи 2/II 1927 г. Сожжено 15,2 кг смеси осиновых и еловых дров. 6) Топочную дверь открыли, подкладывается вторая порция дров. 7) Топочную дверцу открыли, дрова перемешаны. 8) Вьюшка закрыта. Комнатная температура 16° С, наружная—3° С.

печи значительную часть своего тепла. Понижать температуру газов ниже 100° я считаю рискованным. Мне пришлось наблюдать в другом случае, когда температура дымовых газов под вьюшкой была 85—95°, сильнейшую конденсацию влаги. С дверец вьюшки текла по печи вода, распространявшая неприятный запах в комнате и делавшая неопрятным внешний вид печи. Дымовая труба отсырела и потеряла строительную прочность. Из этих соображений я считаю необходимым выпускать из печи дым с температурой от 100 до 200°. Эта температура, при которой не происходит неприятных явлений с дымовой трубой и в то же время получается достаточно высокий коэффициент полезного действия печи.

Приводим расчет коэффициента полезного действия печи и суточный тепловой баланс ¹⁾.

¹⁾ Выполнены инж. Г. Н. Полубояриновым на основании исследований автора.

Испытание комнатной печи системы проф. В. Е. Грум-Гржимайло, произведенное 31 декабря 1926 г.

На топку печи израсходовано 31,5 ф.—12,9 кг смешанных осино-вых и еловых дров.

Влажность дров — 27,5%.

Средняя температура воздуха — 17,5° С.

Средняя температура дымовых газов — 79° С.

Средний состав продуктов горения (6 анализов):

CO ₂	14,2%
CO	0,4
O ₂	6,4
N ₂	79,0
	<hr/>
	100,0%

Состав органической части дров в 100 г (по П. Классону для смешанных дров).

	С	H ₂	O ₂	H ₂ O
Грамм.	50,20	6,10	43,70	—
Молей	4,18	3,05	1,37	—
По Дюлонгу	4,18	0,31	—	2,74

В 1 м³ дымовых газов по анализу:

CO ₂	0,142 м ³	или	6,34 м. о.
CO	0,004 "	"	0,18 "
O ₂	0,064 "	"	2,86 "
N ₂	0,790 "	"	35,20 "
	<hr/>		
	1,000 м ³		

Избытку кислорода 2,86 м. о. соответствует $2,86 \times 3,77 = 10,78$ м. о. N₂; остаток азота $35,20 - 10,78 = 24,42$ м. о. N₂.

Без избытка воздуха в дымовых газах остается:

CO ₂	6,34 м. о.
CO	0,18 "
N ₂	24,42 "
	<hr/>
	30,94 м. о.

Тогда состав дымовых сухих газов при горении без избытка воздуха был бы:

CO ₂	20,4%
CO	0,6
N ₂	79,0
	<hr/>
	100,0%

Определим неполноту горения дров:

В 1 м³ дымовых газов:

CO ₂	6,34 м. о.	в них 6,34 м. о. С.
CO	0,18 " "	0,18 " "
		6,52 м. о. С.

В CO₂ перешло $6,34 : 6,52 = 0,973$ всего углерода,

" CO " $0,18 : 6,52 = 0,027$ " "

При горении 1 кг органической массы дров из 41,80 м. о. С горит:

в CO ₂	$0,973 \times 41,80 =$	40,67 м. о. С.
" CO	$0,027 \times 41,80 =$	1,13 " "
		из 3,10 м. о. Н ₂ получится 3,10 м. о. Н ₂ О.

На горение пойдет O₂:

для образования CO ₂	40,67 м. о. O ₂	
" " CO	0,56 "	
" " H ₂ O	1,55 "	
		42,78 м. о. O ₂
42,78 м. о. O ₂ внесут	$42,78 \times 3,77 =$	161,28 м. о. N ₂ .

Состав сухих продуктов горения, согласно нашему расчету, будет:

CO ₂	40,67 м. о. или 20,0%	
CO	1,13 " "	0,6
N ₂	161,28 " "	79,4
	203,08 м. о.	100,0%

Между составом газов по анализу и по расчету расхождение весьма незначительное.

Теоретический расход воздуха на горение 1 кг органической массы дров:

$$42,78 \text{ м. о. O}_2 + 161,28 \text{ м. о. N}_2 = 204,06 \text{ м. о. воздуха.}$$

В дымовых газах по анализу на 6,52 м. о. С приходится избытка воздуха:

$$2,86 \text{ м. о. O}_2 + 10,78 \text{ м. о. N}_2 = 13,64 \text{ м. о. воздуха.}$$

Следовательно, на 1 кг органической массы дров при горении в таком же избытке воздуха придется:

$$\frac{13,64}{6,52} \times 41,80 = 87,45 \text{ м. о. воздуха.}$$

Избыток воздуха по отношению к теоретически необходимому

$$\frac{87,45}{204,06} \times 100 = 43\%$$

Общее количество продуктов горения:

	Из 1 кг орг. массы сухих дров	Сост. сухих прод. гор.
CO ₂	40,67 м. о.	14,0%
CO	1,13 "	0,4
H ₂ O	27,40 + 3,10 = 30,50 "	—
N ₂	161,28 "	79,3
O ₂ избыт. }	87,45 "	6,3
N ₂ " }		
Всего	321,03 м. о.	100,0%
	в них сухих 290,53 м. о.	

Из 1 кг дров влажностью 27,5%.

$40,67 \times 0,725 = 29,49$ м. о. CO ₂	или 0,661 м ³
$1,13 \times 0,725 = 0,82$ "	CO " 0,018 "
$30,50 \times 0,725 = 22,11$ "	H ₂ O " 0,495 "
$161,28 \times 0,725 = 116,93$ "	N ₂ " 2,619 "
$87,45 \times 0,725 = 63,40$ "	изб. возд. " 1,420 "

Прод. горения 232,75 м. о. или 5,213 м³

Расход воздуха при избытке 43⁰/₀ на 1 кг органической массы:

$$204,06 + 87,45 = 291,51 \text{ м. о.}$$

или на 1 кг сырых дров:

$$0,725 \times 291,51 = 211,34 \text{ м. о.} = 4,734 \text{ м}^3.$$

Теплосодержание дымовых газов при 79° С:

CO ₂	0,661 м ³ × 32,1 = 21,2 кал.
CO	0,018 " × 24,4 = 0,4 "
H ₂ O	0,495 " × 28,2 = 14,0 "
N ₂	2,619 " × 24,4 = 63,9 "
Изб. возд.	1,420 " × 24,4 = 34,6 "
	<hr/>
	5,213 м ³ 134,1 кал.

Теплотворная способность дров влажностью 27,5⁰/₀—3 000 кал.

Теплотворная способность 0,018 м³ CO:

$$3\ 044 \times 0,018 = 54,8 \text{ кал.}$$

Тепло воздуха при средней его тампературе 17,5° С:

$$4,734 \times 0,3 \times 17,5 = 24,9 \text{ кал.}$$

Тепловой баланс комнатной печи.

Приход.

Теплотворная способность 12,9 кг

дров $3\ 000 \times 12,9 = 38\ 700,0$ кал.

Тепло воздуха при 17,5° С при

избытке его 43⁰/₀ $24,9 \times 12,9 = 321,2$ "

Всего приход . . 39 021,2 кал.

Расход.

Тепло, унесенное дымовыми га-

зами при 79° С 134,1 × 12,9 = 1 729,9 кал.
 Теплотворная способность CO . 54,8 × 12,9 = 706,9 „
 Передается комнате 39 021,2 — (1 729,9 + 706,9) = 36 584,4 „
 Итого расход . . 39 021,2 кал.

Коэффициент полезного действия печи:

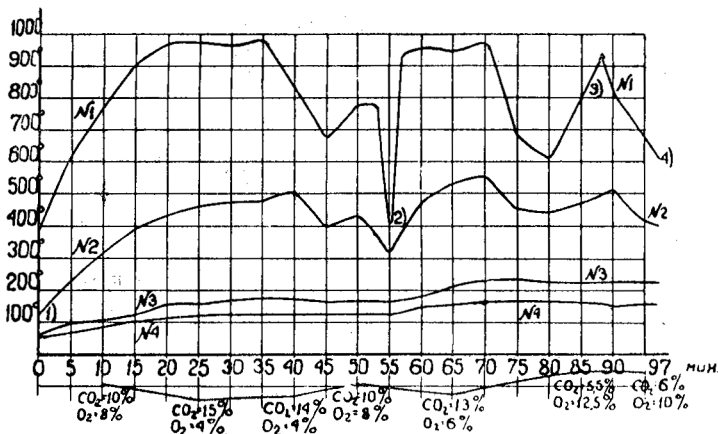
$$\frac{36\,584,4}{39\,021,2} \times 100 = 93,7\%.$$

Тепло, остающееся в кладке печи, имеющей температуру перед топкой (т.-е. через сутки) 28°, при объеме кирпича кладки 1,15 м³ будет около 11 000 кал. и является статьей оборотной.

Испытание комнатной печи системы проф. В. Е. Грум-Гржимайло, произведенное 3 февраля 1927 г.

На топку печи израсходовано 38 ф. = 15,6 кг смешанных осиновых и еловых дров (состав см. испыт. 31/XII).

Средн. влажность дров 22,2%
 „ температура воздуха 16,5° С
 „ „ дымов. газов 134° С.



Фиг. 11. График температур дымовых газов во время топки печи 3/II 1927 г. Сожжено 15,2 кг осиновых и еловых дров. Влажность 22,2%. 1) До начала топки термометр № 2 t = 52°, № 3 t = 43°. 2) Топочные дверцы открыли, закладывается вторая порция дров. 3) Дрова помешаны. 4) Через 97 мин. от начала топки выюшка закрыта.

Средний состав продуктов горения (из 7 анализов):

CO ₂	10,5%
CO	3,0
O ₂	7,4
N ₂	79,1
	100,0%

В 1 м³ продуктов горения по анализу:

CO ₂	0,105 м ³	или	4,69 м. о.
CO	0,030 „	„	1,34 „
O ₂	0,074 „	„	3,30 „
N ₂	0,791 „	„	35,31 „

Избытку кислорода 3,30 м. о. соответствует:
 $3,30 \times 3,77 = 12,44$ м. о. N₂.

Остаток N₂ . . . 35,31—12,44 = 22,87 м. о.

Продукты горения без избытка воздуха состоят из:

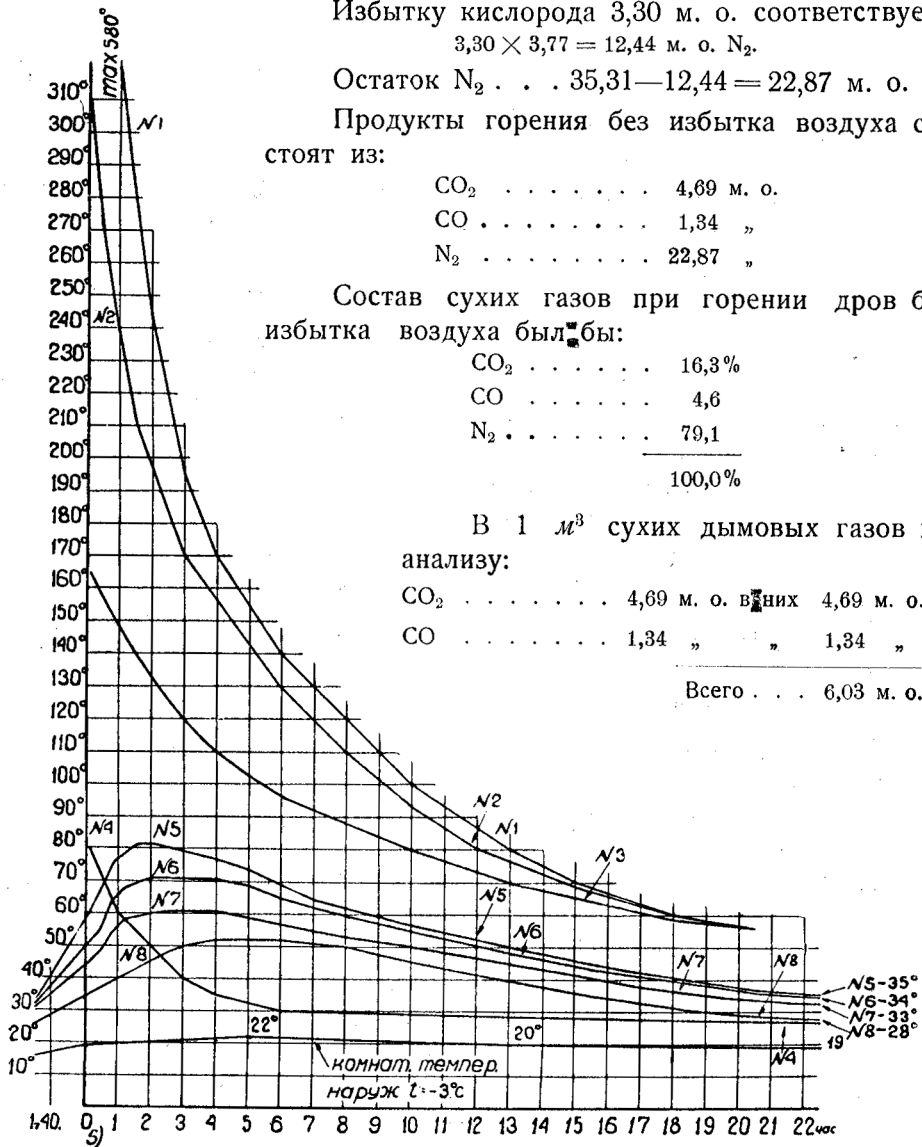
CO ₂	4,69 м. о.
CO	1,34 „
N ₂	22,87 „

Состав сухих газов при горении дров без избытка воздуха был бы:

CO ₂	16,3%
CO	4,6
N ₂	79,1
	<hr/>
	100,0%

В 1 м³ сухих дымовых газов по анализу:

CO ₂	4,69 м. о.	в них	4,69 м. о. С
CO	1,34 „	„	1,34 „
			<hr/>
	Всего		6,03 м. о. С.



Фиг. 12. Графики температур воздуха внутри печи у наружной поверхности во время остывания печи 3/II 1927 г. 5) Начальным моментом остывания печи принят момент закрытия вьюшки.

В виде CO ₂	0,778	всего	С
„ CO	0,222	„	С.

Из 41,80 м. о. С в 1 кг органической массы дров перейдет:

в CO_2 $0,778 \times 41,80 = 32,52$ м. о. С.
 „ CO $0,222 \times 41,80 = 9,28$ „ „
 из 3,10 м. о. H_2 получится 3,10 м. о. H_2O .

Пойдет на горение O_2 :

С в CO_2 32,52 м. о. O_2
 С „ CO 4,64 „ „
 H_2 „ H_2O 1,55 „ „
—————
 38,71 м. о. O_2 .

Это количество кислорода внесет с собой:

$$38,71 \times 3,77 = 146,08 \text{ м. о. } \text{N}_2.$$

Состав сухих продуктов горения из 1 кг органической массы дров будет:

CO_2	32,52 м. о.	17,2%
CO	9,28 „	4,9
N_2	146,08 „	77,9
	—————	—————
	187,88 м. о.	100,0%

Нельзя назвать схождение между расчетным составом газов и составом, вычисленным по анализу, хорошим. Однако, ведем дальнейшие расчеты с составом по расчету, так как он даст результаты более невыгодные, т.е. мы сознательно преуменьшаем достоинства печи.

Теоретический расход воздуха на горение 1 кг органической массы дров:

$$38,71 \text{ м. о. } \text{O}_2 + 146,08 \text{ м. о. } \text{N}_2 = 184,79 \text{ м. о. воздуха.}$$

В дымовых газах по анализу на 6,03 м. о. С приходится избытка воздуха:

$$3,30 \text{ м. о. } \text{O}_2 + 12,44 \text{ м. о. } \text{N}_2 = 15,74 \text{ м. о.}$$

Тогда при горении 1 кг органической массы в том же избытке воздуха придется:

$$\frac{15,74}{6,03} \times 41,8 = 109,11 \text{ м. о. воздуха.}$$

Избыток воздуха по отношению к теоретически необходимому:

$$\frac{109,11}{184,79} \times 100 = 59\%.$$

Общее количество продуктов горения:

	Из 1 кг орг. массы сухих дров	Сост. сухих прод. гор.
CO_2	32,52 м. о.	11,0%
CO	9,28 „	3,1
H_2O $27,4 + 3,1 =$	30,50 „	—
N_2	146,08 „	78,2
O_2 (изб.)	22,87 „	7,7
N_2	86,24 „	—
	—————	—————
	327,49 м. о.	100,0%

В них сухих газов — 296,99 м. о.

Расход воздуха при избытке 59%:

$$184,79 + 109,11 = 293,90 \text{ м. о.}$$

Продуктов горения из 1 кг дров влажностью 22,2%:

CO ₂	32,52 × 0,778 =	25,30 м. о. или	0,568 м ³ CO ₂
CO	9,28 × 0,778 =	7,20 " "	0,161 " CO
H ₂ C	30,50 × 0,778 =	23,72 " "	0,531 " H ₂ O
N ₂	146,08 × 0,778 =	113,65 " "	2,546 " N ₂
O ₂ (изб.)	22,87 × 0,778 =	17,79 " "	0,398 " O ₂ (изб.)
N ₂ "	86,24 × 0,778 =	67,09 " "	1,503 " N ₂ "

5,707 м³ прод. горения

Расход воздуха при избытке 59%:

$$0,778 \times 293,90 = 228,65 \text{ м. о.} = 5,122 \text{ м}^3.$$

Теплосодержание продуктов горения 1 кг сырых дров при 134° С:

CO ₂	0,568 × 54,4 =	30,90 кал.
CO	0,161 × 41,4 =	6,67 "
H ₂ O	0,531 × 47,8 =	25,38 "
N ₂	2,546 × 41,4 =	105,40 "
O ₂ (изб.)	0,398 × 41,4 =	16,48 "
N ₂ "	1,503 × 41,4 =	62,22 "

Всего 247,05 кал.

Теплотворная способность 0,161 м³ CO:

$$3\ 044 \times 0,161 = 490,08 \text{ кал.}$$

Тепло воздуха при 16,5° С:

$$5,122 \times 0,3 \times 16,5 = 25,35 \text{ кал.}$$

Тепловой баланс печи.

Приход.

Теплотворная способность дров

$$15,6 \text{ кг} 3\ 200 \times 15,6 = 49\ 920,00 \text{ кал.}$$

$$\text{Тепло воздуха при } 16,5^\circ \text{ С} 25,35 \times 15,6 = 395,46 \text{ "}$$

Всего 50 315,46 кал.

Расход.

Тепло, уносимое дымовым газом

$$\text{при } 134^\circ \text{ С} 247,05 \times 15,6 = 3\ 853,98 \text{ кал.}$$

$$\text{Теплотворная способность CO} \quad 490,08 \times 15,6 = 7\ 645,25 \text{ "}$$

Передается комнате:

$$50\ 315,46 - (3\ 853,98 + 7\ 645,25) = 38\ 816,23 \text{ "}$$

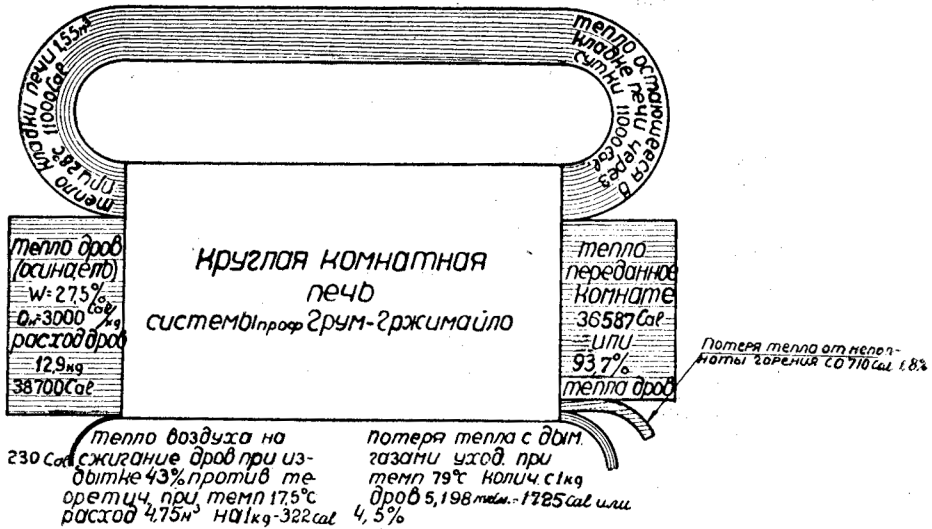
Всего 50 315,46 кал.

или

$$\frac{38\ 816,23}{50\ 315,46} \times 100 = 77,4\%.$$

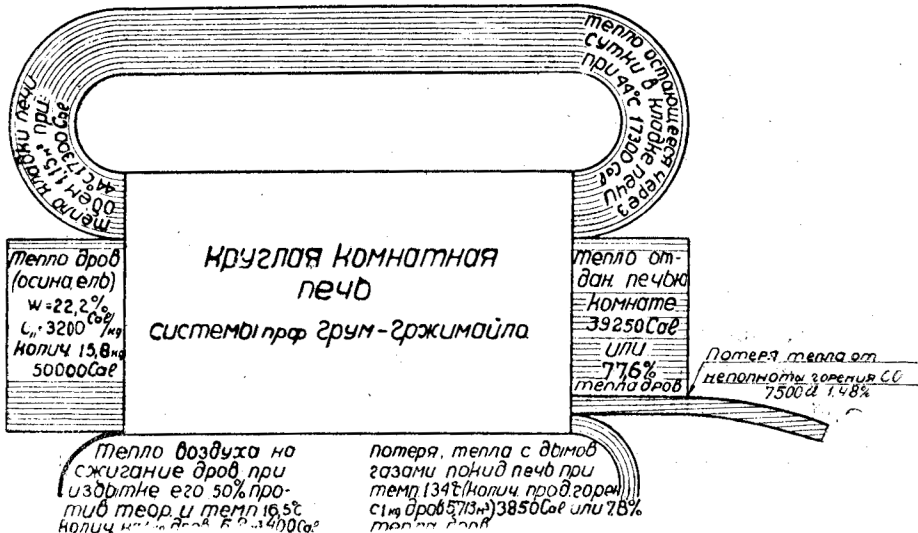
Тепло, остающееся в кладке печи при 44°С, сохраняющееся через сутки, т.-е. до следующей топки, и составляющее при объеме кирпича в кладке печи 1,15 м³—17 300 кал., есть статья оборотная.

Таким образом, для испытания 31 декабря 1926 г. коэффициент полезного действия печи определен в 93,7%; только 6,3% тепла те-



Фиг. 13. Суточный тепловой баланс к испытанию 31/XII 1926 г.

рется вместе с дымовыми газами. Для испытания 3 февраля 1927 г. коэффициент полезного действия определен в 77,4%.



Фиг. 14. Суточный тепловой баланс к испытанию 3/II 1927 г.

Графики суточного теплового баланса печи представлены на фиг. 13 и 14.

Коэффициент полезного действия распространенных печей колеблется от 25% до 80%, чаще ближе к низшим цифрам,—неудивительно, что первая пробная топка печи системы проф. Грум-Гржимайло вызывает удивление у печников и истопников непривычно малым расходом топлива, часто в три раза меньшим, чем у печей других систем. К этому я должен прибавить, что при испытании печи я старался возможно меньше вмешиваться в работу печи, прибегая к перемешиванию дров лишь тогда, когда это сделал бы самый неопытный истопник.

3. Направление движения газов.

При наблюдении через отверстие для термометра № 3 фиг. 1 за направлением пламени, видно, что из хайла пламя веером направляется вверх. Направление движения печных газов можно проследить и по графикам температур во время топки (фиг. 8, 9 и 10). По графикам видно, что термометр № 1 показывает наивысшую температуру. После термометра № 1 наибольшее показание дает термометр № 2, затем № 3, после него № 4. Этими показаниями и отмечается путь газов, а именно, что газы из хайла топки направляются сначала вверх, где поворачиваются вниз и уходят в дымовую трубу. По пути движения струи вверх к ней примешиваются (фиг. 1 и 3) с боков из полостей между контрфорсами ответвления струй, направленных вниз, охлаждаемых контрфорсами. Эти ответвления, смешиваясь с центральной горячей струей, охлаждают ее. Для того, чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить температуру термометра № 1 и № 2. Несмотря на то, что термометр № 2 помещен над хайлом в центре струи, что расстояние термометра № 1 от № 2 только около 1,7 м, что газы не охлаждаются кладкой, показания термометра № 2 значительно ниже показаний термометра № 1. Например, для испытания 4 января 1927 года в 55 мин. (фиг. 8) термометр № 1 показывает 945°, а термометр № 2 только 425°. Это объясняется только примешиванием и охлаждением центральной горячей струи холодными газами, вновь увлекаемыми вверх центральной горячей струей. Это путешествие газов вверх и вниз в камере печи совершается до тех пор, пока частица газа не остынет, не станет тяжелее других частиц и не скатится к отверстию С (фиг. 3), где происходит отсасывание дымовой трубой. Условия для максимального охлаждения газа имеются только у наружного периметра печи. Вдоль этого периметра газы стекают в кольцевой канал, окружающий хайло, откуда они дальше сливаются в дымовую трубу.

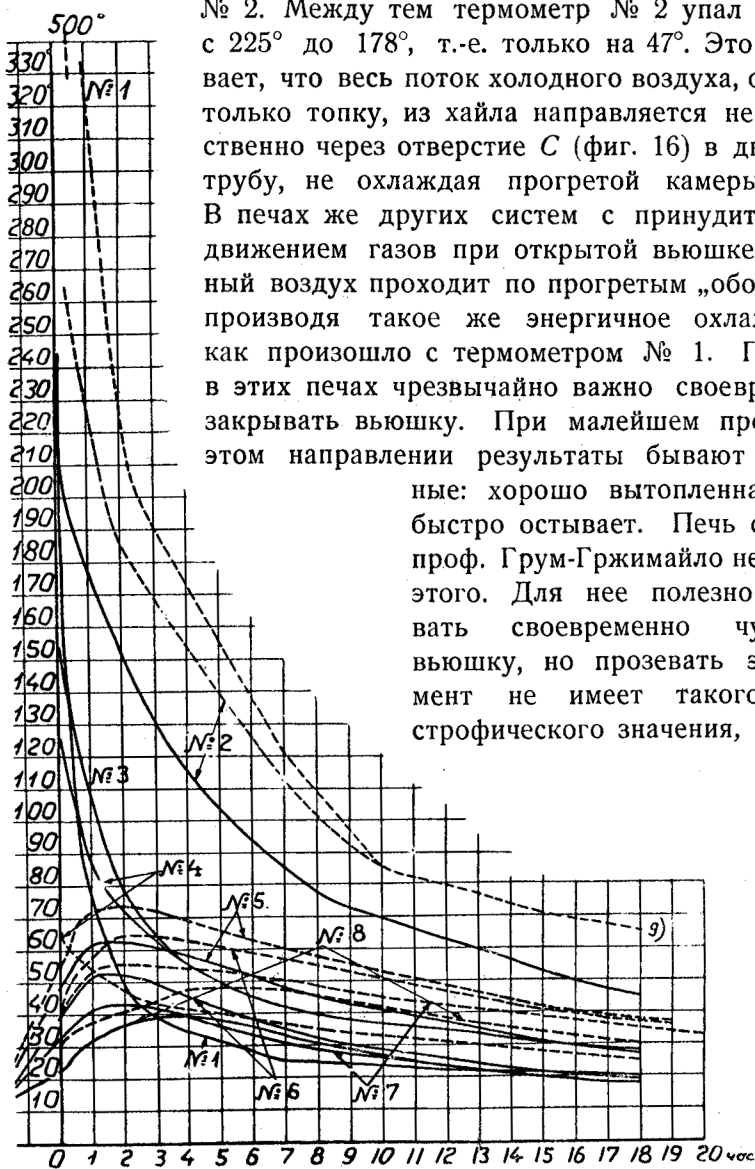
4. „Автоматическая газовая вьюшка“.

По окончании топки, газы из хайла направляются прямо в дымовую трубу, не поднимаясь вверх и не охлаждая прогретой камеры печи. Убедиться в этом можно на графиках температур при остывании печи 4 января (фиг. 15). В момент окончания топки термометр № 1 показы-

вал 580°, через час он уже показывал 78°, т.е. температура за час упала на 500°. Если бы холодный воздух проходил по камере при открытой вьюшке, также резко было бы падение температуры термометра № 2. Между тем термометр № 2 упал за час с 225° до 178°, т.е. только на 47°. Это указывает, что весь поток холодного воздуха, охладив только топку, из хайла направляется непосредственно через отверстие С (фиг. 16) в дымовую трубу, не охлаждая прогретой камеры печи.

В печах же других систем с принудительным движением газов при открытой вьюшке холодный воздух проходит по прогретым „оборотам“, производя такое же энергичное охлаждение, как произошло с термометром № 1. Поэтому в этих печах чрезвычайно важно своевременно закрывать вьюшку. При малейшем промахе в этом направлении результаты бывают плачевные: хорошо вытопленная печь быстро остывает. Печь системы проф. Грум-Гржимайло не боится этого. Для нее полезно закрывать своевременно чугунную вьюшку, но прозевать этот момент не имеет такого катастрофического значения, как для

хорошо вытопленная печь быстро остывает. Печь системы проф. Грум-Гржимайло не боится этого. Для нее полезно закрывать своевременно чугунную вьюшку, но прозевать этот момент не имеет такого катастрофического значения, как для

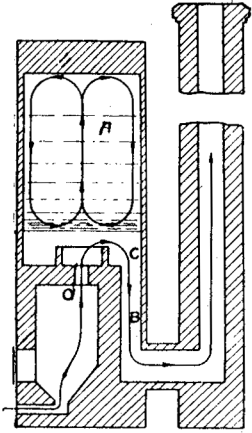


Фиг. 15. Сравнительные графики температур воздуха внутри печи и температур наружной поверхности во время остывания печи 4/1 1927 г. при открытой вьюшке (сплошные) и 2/II 1927 г. при закрытой вьюшке (пунктирные). 9) Через 24 часа с начала топки показания термопар, проверенных ртутными термометрами, были № 2 $t = 52^\circ$; № 3 = 43° ; № 5 = 33° ; № 6 = 32° ; № 7 = 31° .

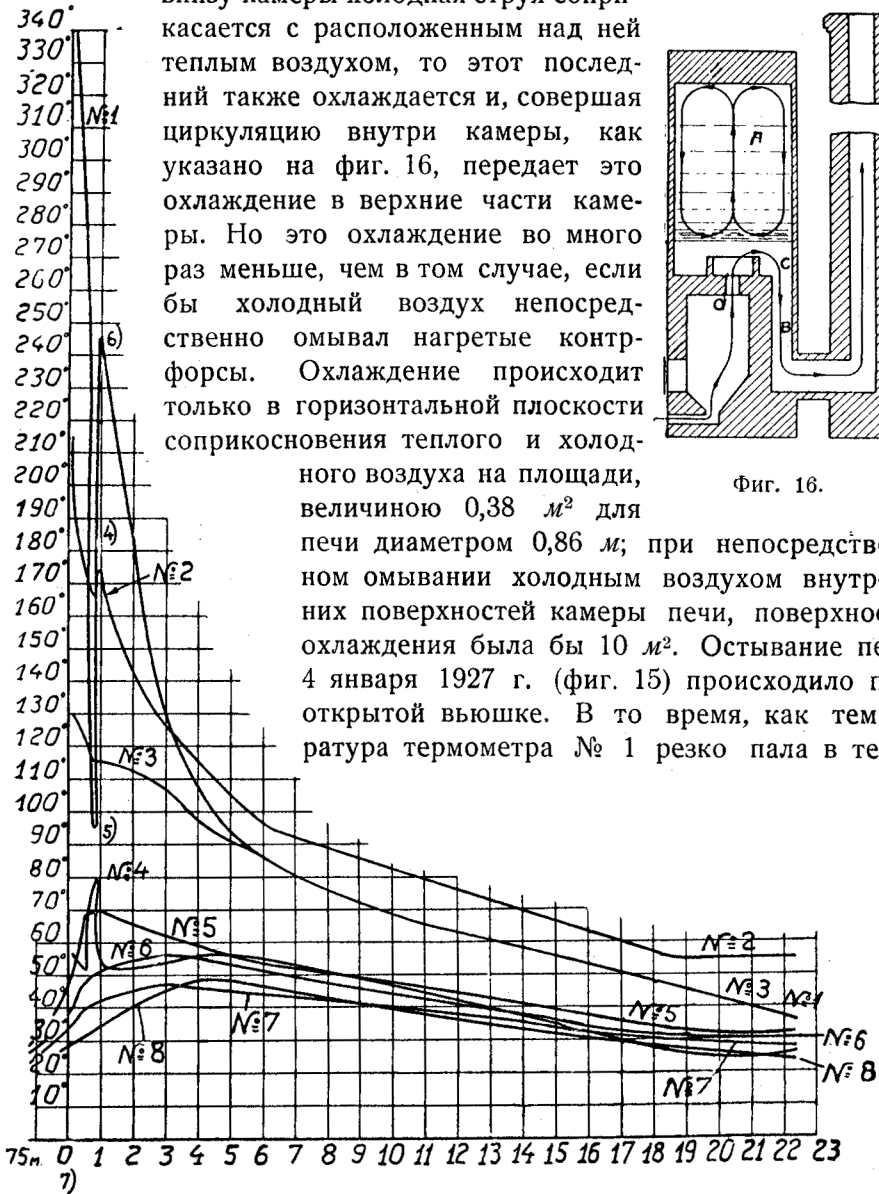
печи] с оборотами. Графики испытания печи 31 декабря 1926 г. изображены на фиг. 17. По окончании топки вьюшка была закрыта. Через 46 минут вьюшку открыли на 3 минуты. Результаты: до открытия вьюшки термометр № 1 показывал 270° , через 1 мин. он опустился

до 95° в то время, как термометр № 2 опустился с 174° только до 166° , т.-е. на 8° . Это указывает, что вся струя холодного воздуха прошла внизу камеры, как это изображено на фиг. 16. Так как в момент прохождения

внизу камеры холодная струя соприкасается с расположенным над ней теплым воздухом, то этот последний также охлаждается и, совершая циркуляцию внутри камеры, как указано на фиг. 16, передает это охлаждение в верхние части камеры. Но это охлаждение во много раз меньше, чем в том случае, если бы холодный воздух непосредственно омывал нагретые контрфорсы. Охлаждение происходит только в горизонтальной плоскости соприкосновения теплого и холодного воздуха на площади,



Фиг. 16.



Фиг. 17. Графики температур воздуха внутри печи и температур наружной поверхности во время остывания печи 31/XII 1926 г. 4) В 46 минут вьюшку открыли. 5) В 47 минут вьюшка остается открытой. 6) В 49 минут вьюшку закрыли, в 50 минут измерена температура. 7) Момент закрытия вьюшки.

ние первого часа остывания, термометр № 2 остывал гораздо медленнее, и еще через 18 часов остывания печи термометр № 2 показывал температуру 45° при открытой вьюшке. Из сравнения графиков темпе-

ратур термометров №№ 5, 6, 7 и 8, при остывании печи 4 января, при открытой вьюшке и 2 февраля при закрытой вьюшке видно, что термометры №№ 5, 6, 7 и 8 показывают 4 января более низкую температуру, чем 2 февраля; кривая температур несколько ниже, но все-таки имеет такой же вид, как и 2 февраля и не падает так резко, как температура термометра № 1. Несмотря на открытую вьюшку, термометр № 5 через 18 часов остывания показывал 27°, термометры №№ 6, 7, 8 — от 18° до 20°, а термометр № 2 внутри печи, как уже упоминалось, — 45°.

5. Медленность остывания печи.

Остывание печи 31 декабря (фиг. 17) происходило при закрытой, но неплотной жестяной вьюшке, 4 января (фиг. 15) при открытой вьюшке; только 2 февраля (фиг. 12) и 3 февраля (фиг. 12) вьюшка была заменена плотной чугушной вьюшкой. Характер прогрева печи и остывания можно проследить по графикам, относящимся к испытанию 3 февраля (фиг. 12). Из этих графиков видно, что от 15,6 кг дров наружная поверхность печи нагрелась до 52—82°С и что через сутки после начала топки наружная температура печи была еще от 28 до 35°С, т. е. целые сутки печь была теплая.

III. Работа комнатной печи.

При постройке печи мы опасались, что через возможные трещины газы будут прорываться из мешка горячих газов, образуемого камерой. Действительность не оправдала наших опасений. Печь не дымилась, но при кладке печи необходимо тщательно промазывать швы, требование, предъявляемое, впрочем, печам всех систем. Необходимо также устройство отверстий для чистки.

Желая удешевить печь и сделать ее доступной большему кругу людей, мы пробовали сложить круглую печь без железного кожуха, употребив вместо кожуха 10 обручей из тонкого шинного железа. Печь не дала ни одной трещины в штукатурке и работает прекрасно. Мы выстроили также прямоугольную печь в $\frac{1}{4}$ кирпича толщиной, под штукатурку, без железных связей в виде проволоки и проч., перевязав кладку камеры только горизонтальными рядами кирпичей. Печь хорошо прогревается и не дала трещин. Кроме этого, по нашим указаниям было выстроено в фабричном поселке 4 изразцовых прямоугольных печи. Полугодовой опыт их работы не дал повода для нареканий на печи и вызвал полное довольство ею рабочих, владельцев квартир.

АКТ.

Летом и осенью 1926 года в рабочем поселке жилищно-кооперативного товарищества при бумажной фабрике „Спартак“ в г. Шклове, Могилевского округа, было выстроено 16 изразцовых печей комнатного отопления, из них 4 печи системы проф. В. Грум-Гржимайло. За отопительный период зимою 1926/27 года определенно выяснилось, что печи проф. Грум-Гржимайло на 100% лучше обыкновенных печей: они расходуют в два

раза меньше дров, тепло держат полтора суток, также держат тепло полтора суток даже при открытой вьюшке, равномерно прогреваются, в швах изразцов не расходятся, их вполне можно топить, кроме дров, торфом и антрацитом при небольшом расходе оных. В виду указанных преимуществ, общее собрание членов кооперативного товарищества постановило строить в домах строительства 1927/28 г. исключительно печи комнатного отопления системы проф. Грум-Гржимайло, в чем и составлен настоящий акт.

27 августа 1927 г.

Председатель Правления Шукальский. Член строительной комиссии Гризель.

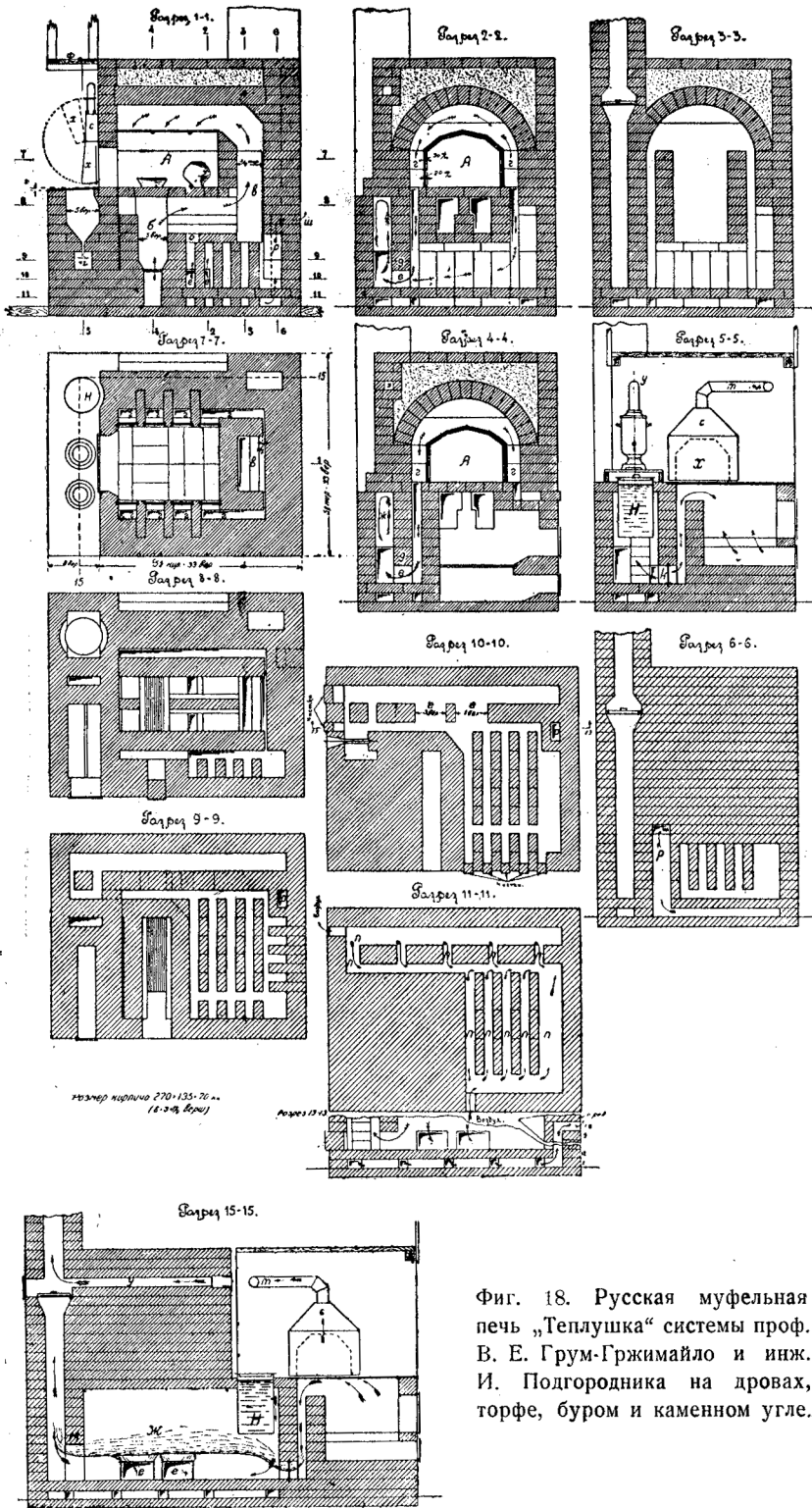
Мы не имели возможности определить экономию топлива, даваемую печью системы проф. Грум-Гржимайло, сравнительно с печами других систем. Но в № 1 журнала „Предприятие“ за 1927 г., стр. 69, помещена заметка В. Н. Швецова, освещающего вопрос с экономической стороны. Он на Златоустовском заводе заменил 5 печей старой системы 4 печами системы проф. Грум-Гржимайло; в течение первого месяца им получена экономия на топливе 54 р. 48 к., т.-е. каждая печь дала в месяц экономии 13 р. 62 к. Стоимость перекладки печи окупилась в 2—3 месяца экономией на топливе. В стране имеется несколько миллионов печей. При всеобщем распространении печей системы проф. Грум-Гржимайло экономия на топливе ежегодно будет выражаться в сотнях миллионов рублей, и в этом колоссальное экономическое значение для страны комнатных печей системы проф. Грум-Гржимайло.

IV. Русская муфельная печь „Теплушка“ системы проф. В. Е. Грум-Гржимайло и инж. И. С. Подгородника.

(Заяв. свид. № 20633).

На том же принципе свободного движения газов построена русская муфельная печь „Теплушка“ системы проф. Грум-Гржимайло и инж. И. С. Подгородника на дровах, торфе, буром и каменном угле (фиг. 18). Печь имеет такого же вида камеру *A* для варки и хлебопечения, как и обыкновенная русская печь. Площадь пода взята достаточная для выпечки хлеба из 16 кг муки. В отличие от обыкновенной русской печи, камера прогревается не внутри, а снаружи, как муфель¹⁾. Под подом печи (разрез 1—1) устроена топка *б* с обыкновенной колосниковой решеткой и поддувалом. Под подогревается как лучистой теплотой топлива, так и газами. Дымовые газы из под пода стекают к каналу *в* (разрезы 1—1 и 7—7) и поднимаются до свода, откуда они по каналам *г* (разрезы 2—2, 7—7 и 4—4) опускаются вниз до нижнего края перевальной стенки *д* (разрезы 2—2 и 4—4) и переливаются через отверстия *е* (разрезы 2—2, 4—4 и 15—15). Перелившись через *д*, газы поднимаются вверх и, заполнив пространство *ж* (разрезы 2—2, 4—4, и 15—15), удаляются в дымовую трубу. После окончания топки тепло от более нагретых частей печи ниже

¹⁾ Вместо тонких кирпичных пластин, как указано на чертеже, бока и верх муфеля выполняются в настоящее время из толстого кровельного или листового железа.



муфеля, вследствие внутренней свободной циркуляции воздуха передается в верхнюю часть печи. Когда это совершится, движение воздуха прекращается и муфель покоится в мешке неподвижного горячего воздуха. Пространство *ж* представляет собою одновременно подпруженный стенкой *м* желоб, по которому газы во время топки плиты переливаются из под плиты в дымовую трубу, не проникая в печь, так как из под плиты во время ее топки идут теплые легкие газы которые по выходе из задвижки *к* (разрезы 5—5 и 15—15), поднимаются вверх и по желобу *ж*, заполняя его, переливаются в дымовую трубу. Проникнуть через отверстие *е* (разрезы 5—5 и 15—15) в камеру печи газы не могут, так как отверстия эти ниже уровня горячих легких газов, выходящих из под плиты. Через эти отверстия *е* может только засасываться холодный воздух из пространства печи в камеру *ж*.

Впереди печи устроена плита, дымовые газы которой, как уже указано выше, переливаются в дымовую трубу, не разливаясь в печи и не нагревая муфель. Дымовые газы как из печи, так и из-под плиты попадают в дымовую трубу, только пройдя желоб *ж*, вылиться из которого они могут, только перелившись через стенку *м* (разрез 15—15). Выше уровня этого газослива получается мешок горячих газов, в который помещен котел *н* (разрезы 7—7, 5—5 и 15—15). Таким образом котел нагревается в обоих случаях: когда топится печь и когда топится плита. Так как он находится в мешке горячих газов и так как теплоемкость кладки сравнительно велика, то вода в котле остается горячей даже в том случае, если ее сменить в течение суток несколько раз, вытопив печь или плиту только раз в сутки.

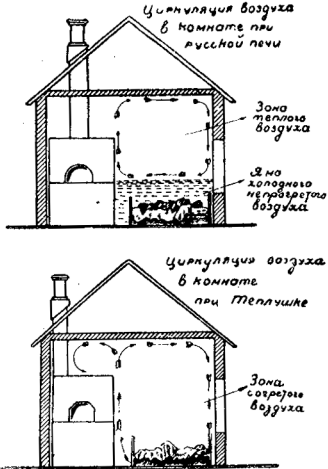
При некоторой неплотности выюшки через нее может иметь место просос, вследствие которого в печь через топку при неплотной дверце проникает холодный воздух. В этом случае холодный воздух, не нагреваясь, падает через сделанное для этого отверстие *о* (разрез 1—1) к месту отбора газов в дымовую трубу, минуя верхнюю нагретую часть печи и не охлаждая ее. Таким образом, практически печь может терять свое тепло, только отдавая его к комнате, благодаря тому, что потери в дымовую трубу не могут быть велики, как изложено выше.

Верхняя часть печи имеет более утолщенные стенки. Так как передача тепла через эти стенки сравнительно незначительна, то тепло, аккумулированное печью в ее верхней части, держится в течение почти суток при температуре муфеля, превышающей 100°, в то время как температура наружной поверхности не превышает 60—70°. Следовательно, печь, вытопленная раз в сутки количеством топлива, не превышающим количество топлива, сжигаемого в обыкновенной русской печи, в состоянии варить пищу в течение целого дня.

Топочные газы опущены почти до уровня пола. Для использования нагревательной поверхности нижней части печи устраиваются под печью каналы *п* (разрез 11—11). Побудителями движения воздуха в этих горизонтальных каналах является вертикальный канал *р* (разрезы 1—1,

10—10, 6—6 и 9—9). Таким образом, в нагреве помещения участвует почти вся кладка печи.

При содействии канала *p* убирается с пола холодный воздух, подогревается в каналах *n* и каналом *p* (разрез 1—1) через отверстие *m* возвращается подогретый в помещение. Это обстоятельство, а также то, что печь нагревается до самого пола и что наиболее нагретые



Фиг. 19. Русская муфельная печь „Теплушка“ в помещении, в сравнении с обыкновенной русской печью.

стенки, благодаря меньшей их толщине по сравнению с верхом, помещаются внизу, делают пол теплым и настолько согретым, что на полу можно спать. При обычной русской печи прогревается помещение только выше уровня пода печи, часть пространства ниже уровня пода (1 м) не прогревается и представляет собою холодную яму. Кровати стоят в холодной яме (фиг. 19). Спать на кровати холодно и потому приходится залезать на печь или полаты. При „Теплушке“ этого явления не наблюдается, так как существенной разницы в температуре воздуха на полу и под потолком нет.

Для вентиляции помещения, для удаления „чада“ газов, получающихся при варке пищи, выходящих из печи (муфеля) через неплотности дверец, устроен колпак *c* с откидным фартуком *x* (разрезы 1—1, 5—5 и 15—15), из под которого трубой *m* газ отводится в канал *y* (разрез 15—15), выходящий в дымовую трубу выше вьюшки и, следовательно, постоянно действующий. Если повернуть трубу *m* в положение, указанное на разрезе 5—5, в отверстие канала *y* можно вставить самоварную трубу.

Свод печи изолируется нетеплопроводными материалами (шлаком, кирпичным щебнем) и поверх них настилается кирпичом и таким образом делается нетеплопроводящим. Верхняя поверхность печи нагревается не свыше 30—35°. Благодаря этому на ней можно спокойно лежать и спать. Впереди подвешивается к потолку деревянная полка *ф* (разрез 1—1); верхняя поверхность печи вместе с деревянной полкой дает площадку, достаточную для того, чтобы на ней можно было спать 2—3 человекам.

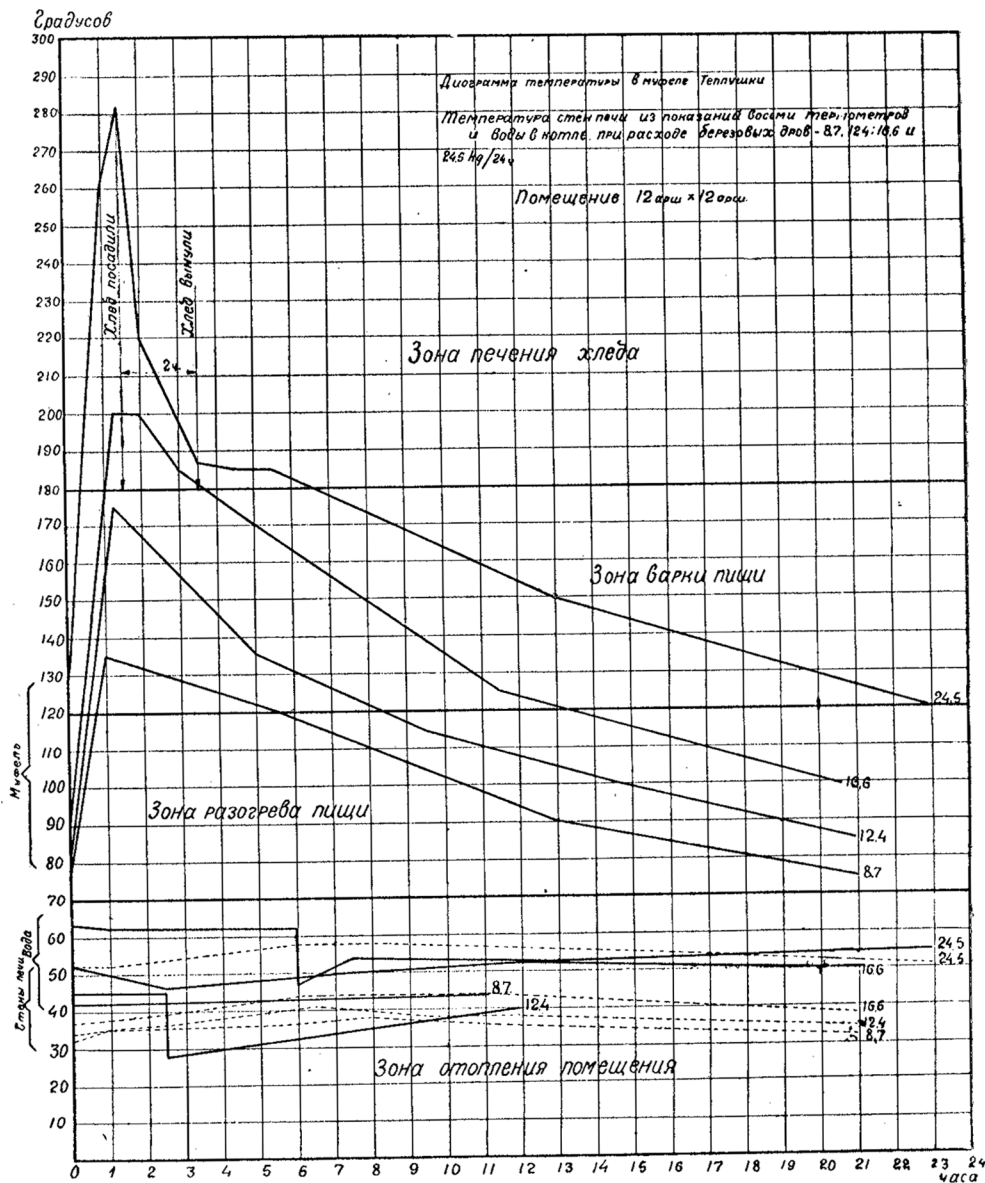
Фигуры 20, 21 и 22 представляют собой диаграммы температуры внутри муфеля печи, температуру воды в котле и наружных стенок печи при разном расходе дров и торфа. Из этих диаграмм видно, что при расходе 24,5 кг дров можно спечь ржаной хлеб и варить пищу в течение целых суток.

Наименьший расход дров для варки пищи 8,7 кг.

Для печи несколько меньшего размера, чем изображенная на чертеже, оказалось возможным ограничиться 6 кг дров для того,

чтобы сварить пищу и иметь ее горячей в течение суток. Печь представляет собою хороший и экономный отопительный прибор.

Чтобы определить экономию в топливе, я просил истопника в фабричном клубе „Красный Октябрь“ доломки русской печи

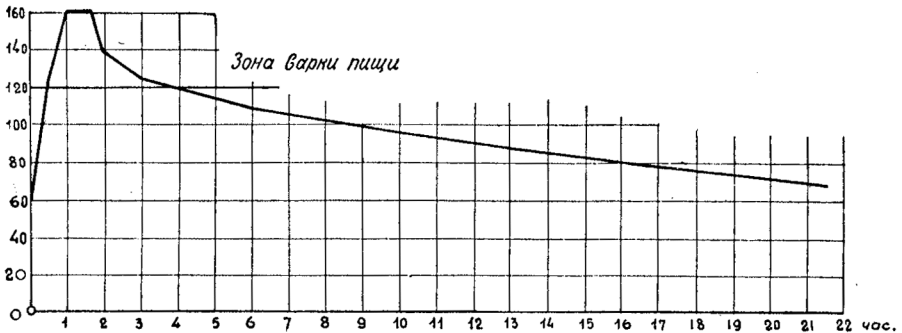


Фиг. 20. Диаграмма температуры в муфеле „Теплушки“.

взвешивать в течение недели, сколько им расходуется дров на русскую печь. Расход колебался от 25 до 32 кг в день, при чем иногда пролитая на пол вода у дверей замерзала, стены были сырые, на окнах были потеки. После замены русской печи „Теплушкой“ расход

дров стал от 8 до 12 кг, полы рассохлись, сырость со стен исчезла, окна перестали течь, в квартире стало теплее и приятнее.

Печь значительно облегчает труд женщины. Экономичность печи, удобства обслуживания, удобства при варке пищи, сокращение вре-



Фиг. 21. График температур муфеля печи в клубе „Красный Октябрь“ 15/II 1928 г. Сожжено 8 кг торфа.

мени на это, теплота в квартире, отсутствие сырости в помещении— побудили рабочих Шкловской бумажной фабрики „Спартак“ отказаться от русской печи и заменить ее „Теплушкой“, о чем свидетельствует прилагаемый акт.

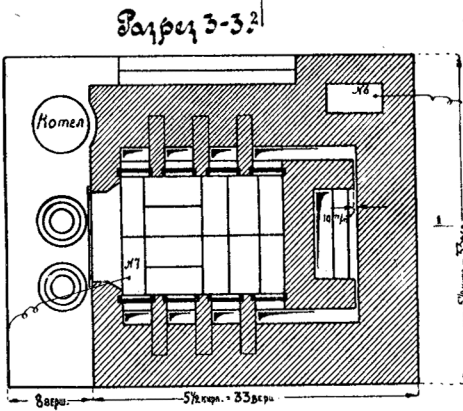
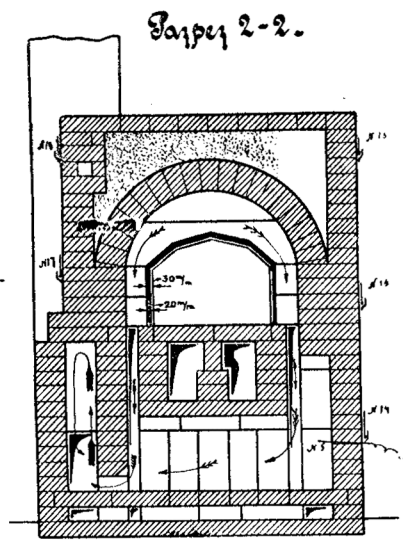
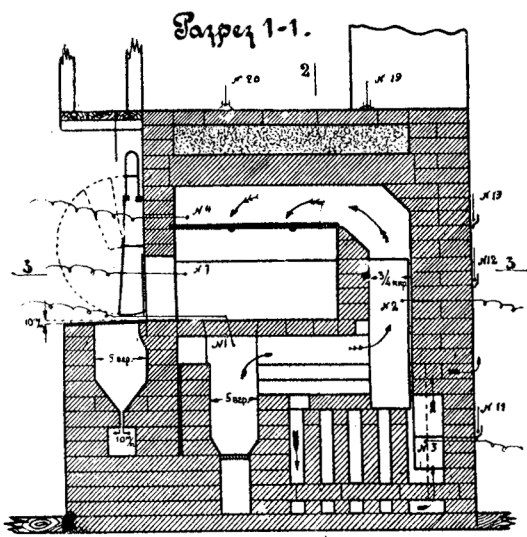
Акт.

Летом 1927 г. инж. И. С. Подгородником была построена в рабочем поселке Шкловского РЖСКТ „Спартак-Строитель“ при писчебум. ф-ке „Спартак“ русская муфельная печь системы профессора Грум-Гржимайло и инженера Подгородника „Теплушка“ взамен русской печи. Кроме этой печи, были построены „Теплушки“ в некоторых фабричных квартирах и одна „Теплушка“ в фабричном клубе „Красный Октябрь“ несколько меньшего размера. Печи отапливались дровами, торфом и разной щепой.

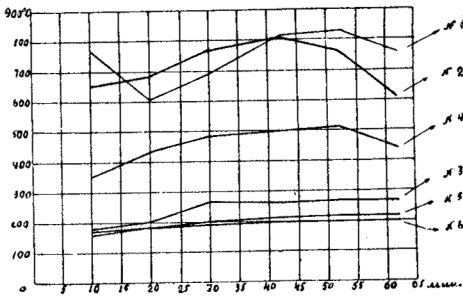
Наблюдения над работой печей в течение зимы 1927/28 г. дали хорошие результаты, как в смысле экономии топлива, так и в смысле удобства их обслуживания. Рабочий, пользовавшийся „Теплушкой“, расходовал в самые сильные морозы не более 1½ п. (25 кг) дров в день, при чем не топил имеющейся в квартире печи комнатного отопления, плюс того приходилось отворять форточку, в то время как рабочие того же поселка, живущие в квартирах такого же размера, кроме русской печи принуждены были топить и печи комнатного отопления и расходовали топлива вдвое больше. Для хлебопечения достаточно 1½ п. (25 кг) дров или торфа на 35 фунтов (14 кг) ржаной муки и после того в течение дня еще варить пищу. Печь долго сохраняет тепло. Вытопленная утром одним пудом (16 кг) дров, она позволяет сварить завтрак, обед, вечером сварить ужин и, кроме того, позволяет вечером поставить на ночь для варки пищу и получить утром сваренный горячий завтрак. Сварить пищу достаточно 20 ф. (8 кг) дров и при этом хранить ее в печи горячей, не опасаясь закаливания в течение суток.

Испытания в течение нескольких дней кряду печи в клубе „Красный Октябрь“ показали, что сварить обед можно и 15 фунтами (6 кг) дров или торфа и хранить его горячим целый день. Котел емкостью до 3-х ведер сохраняет воду горячей целые сутки. При израсходовании горячей воды и замене ее холодной, вода в котле через несколько часов вновь становится горячей.

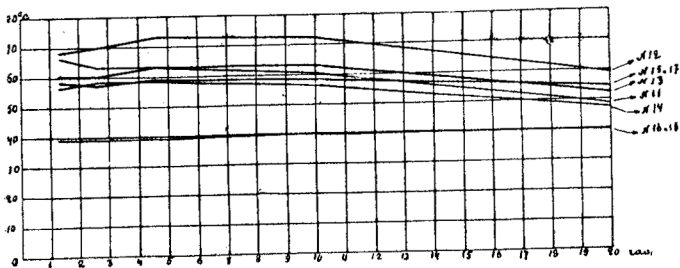
Печь значительно облегчает труд хозяйки. Горшки и посуда не закапчиваются. Лицо и руки не подвергаются действию пламени. Женщина освобождается от непрерывного наблюдения за топкой печи и варкой пищи. Независимо от качества топлива, оно горит хорошо. Горшки нагреваются равномерно и не требуют непрерывного внимания,



Графики температур дощевых саров во время точки пели 24/IV-28 г. Сожжено 24,5 киб дров.



Графики температур наружной поверхности пели во время остывания 24/IV-28 г.



Фиг. 22. Расположение термопар и термометров в печи при исследовании 24/IV 1928 г. и графики температур газов и наружной поверхности.

как в старой русской печи. Сокращается время на варку пищи. На печи удобно спать. На полу становится тепло. В квартире пропадает сырость. Имеющаяся в квартире в клубе „Красный Октябрь“ сырость исчезла после того, как сломали русскую печь и заменили ее „Теплушкой“.

В виду того, что печь „Теплушка“ дает большую экономию в топливе, что она значительно помогает хозяйке, облегчая ее труд, Правление Шкловского Рабочего Жилищно-Строительного Кооперативного Товарищества „Спартак-Строитель“ при Шкл. Госуд. Писчебумажной фабрике „Спартак“ постановило строить в новых домах, взамен русских печей, русские печи системы проф. Грум-Гржимайло и инж. И. С. Подгородника.

В чем настоящий акт и составлен и подписан.

Предправления Шкл. РЖСКТ „Спартак-Строитель“ А. Гризель.

Секретарь (подпись).

V. Русская печь „Крестьянская теплушка“ системы проф. В. Е. Грум-Гржимайло и инж. И. С. Подгородника.

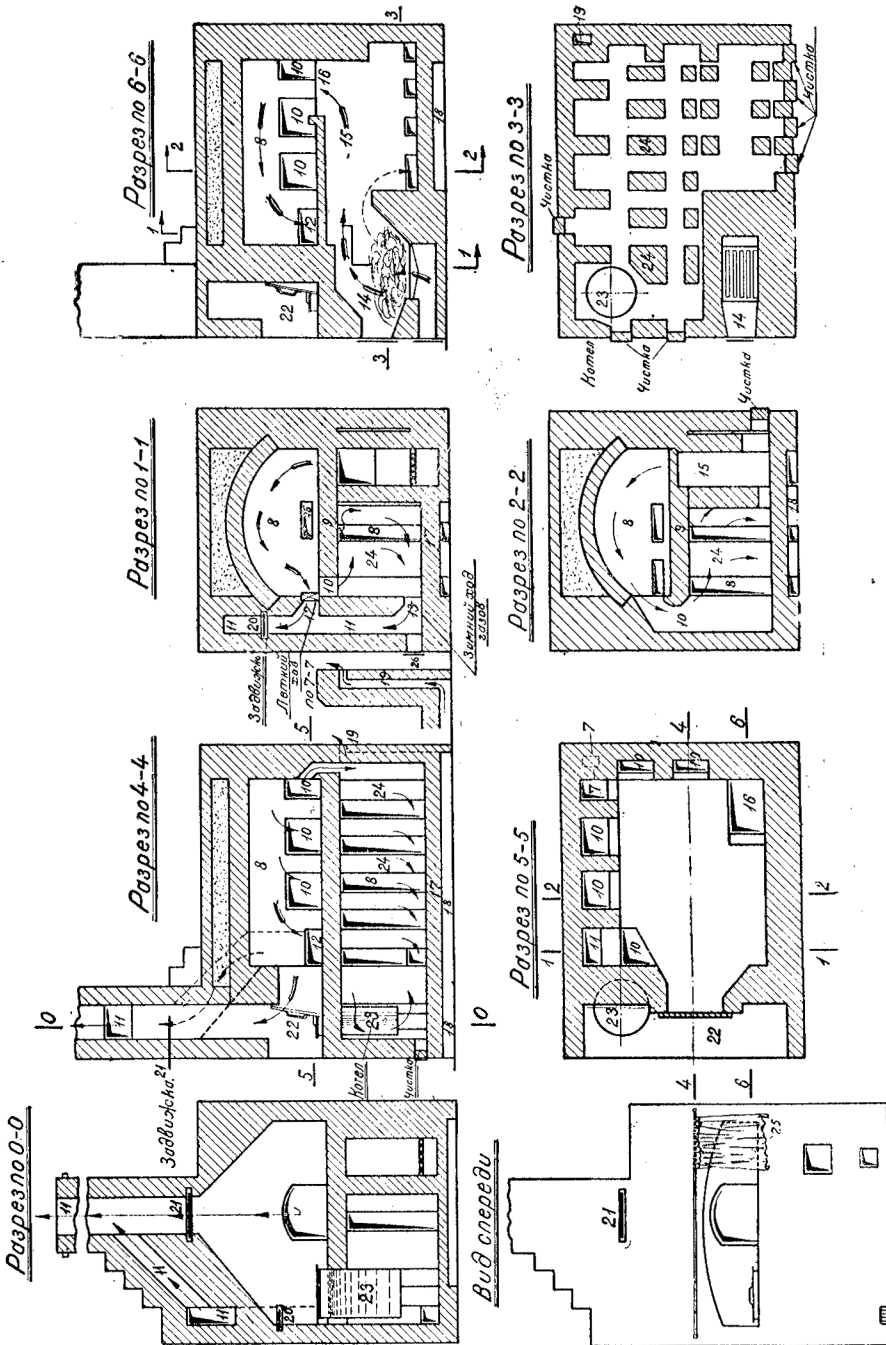
(Заяв. свид. № 36092).

Более проста, чем „Теплушка“, но имеет с ней одинаковые теплотехнические свойства, русская печь „Крестьянская теплушка“ (фиг. 23).

Печь представляет собою общую от пола до свода камеру 8 разделенную подом 9 на две части: верхнюю, выше пода, и нижнюю, ниже пода, сообщающиеся между собой посредством отверстий 10, допускающих свободное движение газов в камере. Верхняя предназначена для варки. Для уменьшения отдачи тепла комнате она имеет утолщенные стенки. Назначение нижней—отопление квартиры. В дымовую трубу 11 газы сливаются из камеры печи через два отверстия 12 и 13. Летом, когда нужно только сварить пищу, не нагревая в то же время помещения, газы поднимаются из топки 14 по желобу 15, сливаются к отверстию 16 в поду, заполняя камеру 8 печи и через отверстие 12 выливаются в трубу. Так как ниже пода печь заполнена холодным воздухом, более тяжелым, чем горячие газы в камере 8 выше пода, то этот холодный воздух препятствует проникновению горячих газов в нижнюю часть камеры печи. Для гарантирования большей неподвижности холодного воздуха ниже пода можно в отверстии 13 поставить задвижку.

На зиму отверстие 12 закладывается кирпичом. В этом случае горячие газы, заполнив верхнюю камеру 8, через отверстия 10 опускаются в камеру 8 под подом. Уровень газов понижается. Они вытесняют холодный воздух в дымовую трубу 11 через отверстие 13 и, вытеснив холодный воздух, выливаются сами через отверстие 13 в дымовую трубу. Заполняя нижнюю часть камеры, газы омывают боковые стенки печи ниже пода, колонны 24, поддерживающие под и котел 23 с водою. Таким образом, закрывая отверстие 12 и предоставляя газам выливаться из печи в дымовую трубу через отверстие 13 у пола, мы включаем значительную поверхность нагрева, расположенную к тому же у пола и содействующую наилучшей циркуляции воздуха в помещении. Холодный воздух не будет застаиваться у пола,

а, подогреваясь у пола, увлекаться вверх, пол будет теплый. Для усиления этого явления дно печи поднято на $\frac{1}{4}$ кирпича от фунда-



Фиг. 23. Эскиз русской печи системы проф. Грум-Гржимайло и инж. И. С. Подгородника. Топливо: торф, дрова, каменный уголь.

мента над уровнем пола, образуя пространство 18, в котором подогревается холодный воздух с пола, и вертикальным каналом 19, побудителем тяги, возвращается в помещение.

Если в отверстие 12, вместо кирпичины, поставить задвижку, то, открывая ее частично, можно часть газов удалять в дымовую трубу через отверстие 12, а остальную часть газов через отверстие 13. Таким образом, при одной и той же степени нагрева камеры для варки, можно регулировать нагрев нижней части печи.

Когда печь вытоплена, через неплотности задвижки 20 дымовой трубой в печь через топку просачивается холодный воздух. Пройдя топку, если он оказывается холоднее газов, наполняющих печь, он падает вниз, как указано пунктирной стрелкой, и, не охлаждая верхней нагретой части камеры, через отверстие 13 удаляется дымовой трубой. Таким образом, прогретые части печи автоматически выключаются от охлаждения холодным воздухом. Дымовая труба 11 закрывается задвижкой 20. Задвижка 21 служит для целей вентиляции. Устье печи закрывается заслонкой 22. Расположенные под подом колонны 24 питают теплом во время остывания печи как камеру для варки над подом, так и боковые стенки печи ниже пода.

Обращение с печью. Открывается задвижка 20 в дымовой трубе, зажигается топливо. Заслонка 22 держится закрытой. Задвижка 21 закрыта. Если во время горения топлива в печь ставится горшок, то до открытия заслонки 22 открывается задвижка 21. В связи с этим в дымовую трубу поступает холодный воздух, температура дымовых газов понижается, тяга и интенсивность горения замедляется. Открывается заслонка 22, вылившиеся из печи газы направляются в дымовую трубу, как они это делают и в обыкновенной русской печи. При открытой заслонке 22 и задвижке 21 создаются условия, совершенно одинаковые с русской печью, вплоть до возможности при дровах жечь топливо и на поду. Горение при открытой заслонке 22 и задвижке 21 поддерживается за счет напора столба горячих газов, высотой от уровня до решетки до уровня пода. Горшок поставлен. Закрывая заслонку 22 и задвижку 21, прекращают в дымовую трубу доступ холодного воздуха, температура газов в дымовой трубе повышается, тяга усиливается, усиливается интенсивность горения в топке и повышается температура в верхней камере 8. Когда топка кончена, задвижка 20 закрывается и приоткрывается в желаемой степени вентиляционная задвижка 21 для удаления чада¹⁾. При закрытой заслонке 22 печь представляет собою мешок горячих газов. Этот мешок теряет свое тепло через стенки печи в помещение (полезная потеря) и через неплотности закрытия заслонок 22—(вредная потеря). Для уменьшения вредной потери и задержания падения температуры варильной камеры устье печи должно закрываться возможно плотнее. Для этой цели оно несколько выдвигается вперед и делается на-

¹⁾ Несмотря на приоткрытую задвижку 21, возможно проникание запаха пищи в помещение. Для того, чтобы обеспечить отсутствие запаха пищи при наименьшем открытии задвижки, впереди печь прикрывается занавеской 25, которая задергивается, когда печь не обслуживается, а в печи есть пища. Занавеска эта вверху и с боков возможно ближе прилегает к стене печи.

клонным, а сама заслонка делается из кровельного железа на раме из полосового железа. Удобнее в обращении, если устье печи плотно закрывается чугунной герметической дверцей, изолированной асбестом.

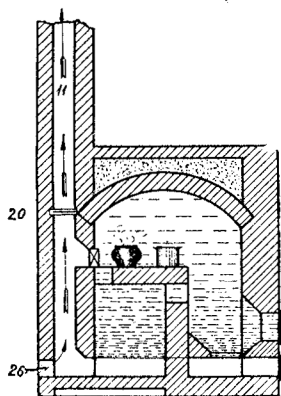
Задвижки очень удобны в обращении, но они неплотно закрывают канал и через них дымовая труба просасывает теплый воздух из печи. Задвижка 21 служит для вентиляции и потому неплотности ее полезны. Кроме того, только при задвижке возможно легкое управление печью. Вместо же задвижки 20 на канале 11 лучше ставить выюшку рядом с задвижкой 21.

Для полного уничтожения просасывания теплого воздуха из печи в дымовую трубу, у основания дымовой трубы лучше поставить предохранительную дверцу 26 (фиг. 23), которая во время топки держится закрытой, а после закрытия выюшки открывается на все время до следующей топки. Тогда дымовая труба высасывает воздух из помещения, вентилируя его, а теплый воздух печи держится в камере печи, как он держится в воздушном шаре, как это изображено на фиг. 24.

При желании полностью уничтожить потерю через дымовую трубу тепла, аккумулированного печью во время топки, такую предохранительную дверцу полезно устраивать и в комнатных печах, но для комнатных печей мы считаем более удобным ставить герметические дверцы и держать постоянно открытой выюшку. При этом в комнатной печи создается разрежение, препятствующее проникновению в комнату какого бы ни было запаха из печи и способствующее чистоте воздуха в помещении.

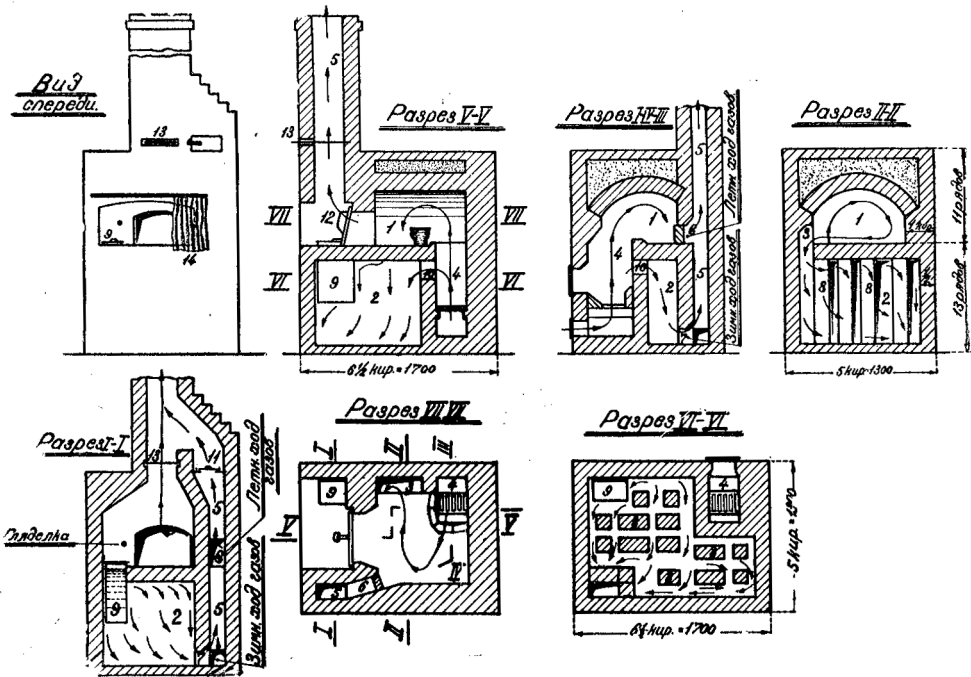
На фиг. 25 изображен вариант русской печи „Крестьянская Теплушка“ с боковой топкой, построенной и проверенной в работе Бюро Металлургических и Теплотехнических Конструкций.

Печь, также как и печь фиг. 23, представляет от пола до свода общую камеру, разделенную подом на две части: верхнюю 1—для варки пищи, нижнюю 2—для отопления помещения. Отверстие 3 в стене печи сбоку пода соединяет обе части камеры. В углу пода устроена топка 4. В дымовую трубу 5 газы удаляются или через отверстие 6 на уровне пода (летом), или через отверстие 7 внизу камеры (зимой). Устье печи закрывается заслонкой 12. При открытой заслонке 12 газы выливаются через шесток в дымовую трубу 5 через открытую задвижку 13. В боковых стенках топки сделаны отверстия 10. Если их заложить кирпичиной, то все газы проходят сначала через камеру 1, прогревают ее и потом в камере 2 оставляют тепло, которое не успело впитаться камерой 1. В сильные морозы, когда



Фиг. 24.

приходится сжигать больше топлива, чем необходимо для варки пищи, или хлебопечения и нужно сильнее прогреть низ печи, кирпичины из отверстий 10 вынимаются. Тогда часть горячих газов идет из топки через отверстия 10 непосредственно в камеру 2, минуя камеру 1. Прогрев камеры 1 уменьшается, камера не перегревается. Прогрев камеры 2 и низа печи увеличивается. Так как камера 1 и камера 2 сообщаются через отверстие 3, то после закрытия вьюшки горячий воздух поднимается из камеры 2 в камеру 1 для варки и питает ее своим теплом, поддерживая необходимую температуру для варки пищи. Распределение тепла в печи более соответствует потребностям момента.



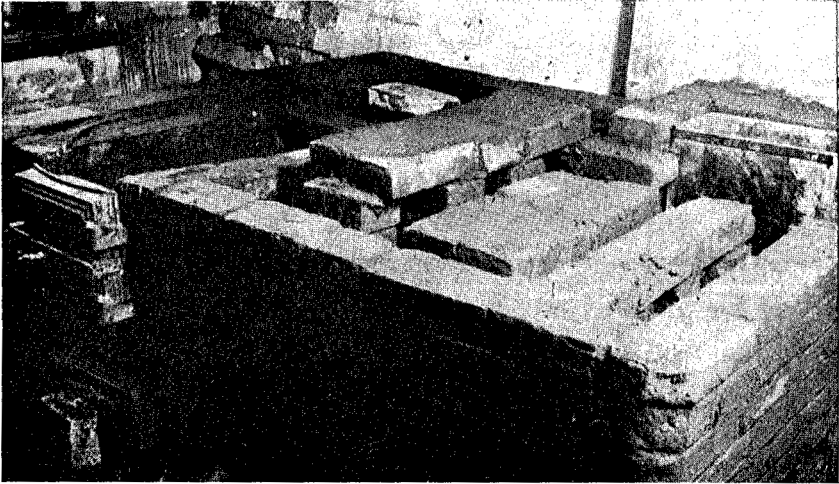
Фиг. 25.

Дымовая труба 5 закрывается вьюшкой 11. В нижнюю камеру 2 помещен котел 9, который омывается во время топки дымовыми газами. После закрытия вьюшки котел 9 подогревается теплом, впитанным кладкой камеры 2.

По окончании топки вьюшка 11 закрывается, задерживается занавеска 14 и приоткрывается в желаемой степени задвижка 13. Тогда чад, выделяющийся из камеры для варки пищи, удаляется через открытую задвижку 13. Печь и помещение хорошо вентилируются.

Если заложить дрова на под, то печь можно топить и по-русски. Для этого нужно только во время топки держать открытой заслонку 12 и задвижку 13.

Испытания печи велись, главным образом, для торфа, в связи с объявленным Наркомземом конкурсом на русскую печь для торфа. На фиг. 27 изображена диаграмма температур в камере печи и воды в котле, полученная при официальном испытании комиссией Наркомзема.



Фиг. 26. Кладка русской печи „Крестьянская теплушка“.

Коэффициент полезного действия печи определен при испытании в 85%.

При сравнении проектов русских печей и результатов испытания, особая комиссия Наркомзема постановила, что только „Крестьянскую Теплушку“ можно рекомендовать населению.

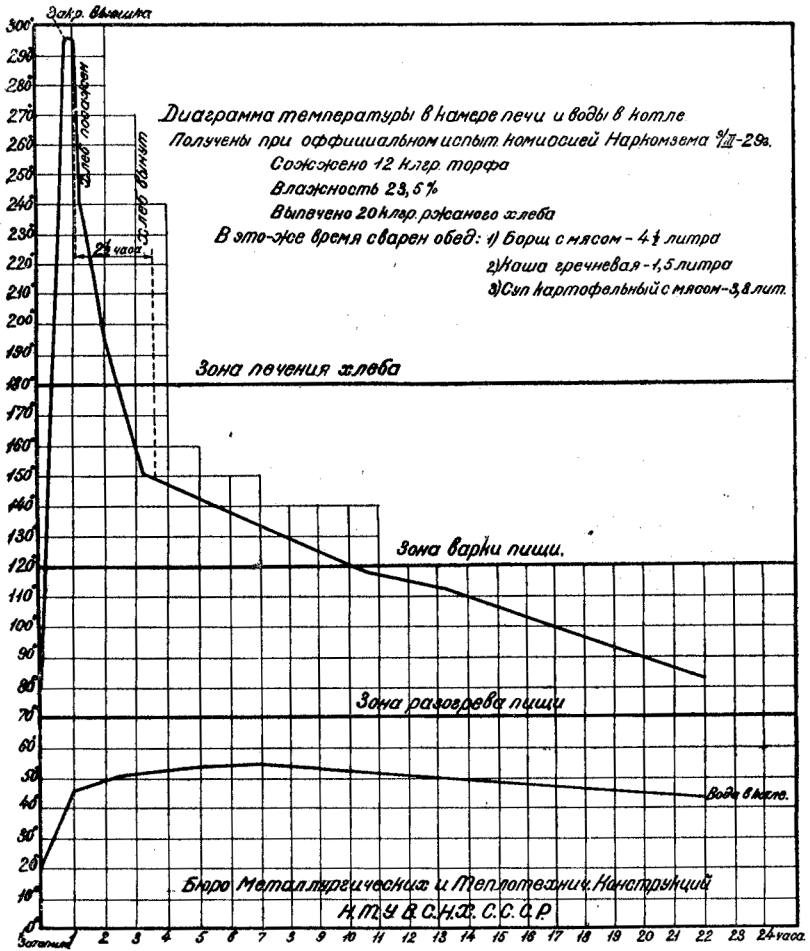
Кроме испытаний торфом делались пробные топки дровами, саксаулом, соломой, пламенным донецким углем, антрацитом, давшие удовлетворительные результаты. Печь является универсальной для различного топлива. Вопрос сводится к выбору величины колосниковой решетки для данного вида топлива.

Из минеральных топлив наилучшее впечатление оставил антрацит. Ровная температура, отсутствие копоти, чистота камеры и посуды производят хорошее впечатление.

Коэффициент полезного действия как муфельной русской печи „Теплушки“, так и русской печи „Крестьянской теплушки“—75—85%.

Обе печи являются одинаково совершенными отопительными приборами. Как прибор для варки пищи, „Теплушка“ более пригодна там, где хозяйка предъявляет строгие требования в смысле чистоты посуды. В „Крестьянской теплушке“ при варке пищи во время топки печи посуда и пища подвергаются действию дыма, но, с другой стороны, в ней можно обойтись меньшим количеством топлива для того, чтобы сварить тот же обед, ибо пища подвергается непосредственному действию пламени высокой температуры. При муфеле стенки муфеля ослабляют действие высокой температуры пламени, и варка пищи

происходит спокойнее. Если же ставить пищу в печь для варки после закрытия вьюшки, то обе печи почти одинаковы, с той только раз-



Фиг. 27.

ницей, что в „Крестьянской теплушке“ в начальный момент температура все же значительно выше, чем в муфельной.

Заключение.

Оставляя в стороне вопрос о „Теплушке“, как о конструкции хотя и жизненной, как показал опыт, но непроверенной еще массовым строительством, вернемся к печи комнатного отопления системы проф. Грум-Гржимайло, вполне законченной установке.

В литературе имеются испытания голландских печей. Нам известны испытания Пересвет-Солтана „Тепловой режим комнатных печей“ и исследование проф. Чаплина и инж. Муратова „Тепловые процессы комнатных печей“, помещенное в № 20 „Известий Теплотехнического Института“. Эти исследователи голландских печей дают для них коэффициент полезного действия 75—80%. Печь комнатного отопления системы проф. Грум-Гржимайло имеет коэффициент полезного действия

75—90%, т.е. приблизительно такой же, как и голландских печей. Почему же, несмотря на равенство, коэффициент полезного действия голландской печи и печи системы проф. Грум-Гржимайло, последним в жизни отдают предпочтение? Это объясняется следующим обстоятельством. Коэффициент полезного действия голландской печи есть величина переменная. В стенах научных лабораторий он действительно 75—80%. В жизни, когда внимание топящего печь, чаще всего женщины, отвлекается целым рядом мелких забот по хозяйству и уходу за детьми, этот коэффициент полезного действия значительно уменьшается. Коэффициент полезного действия печи системы проф. Грум-Гржимайло более устойчив и менее зависит от житейских мелочей. В этом отношении очень интересен график фиг. 14, показывающий состояние печи при открытой и закрытой вьюшке. Что может быть небрежнее ухода, как оставить открытой вьюшку после топки! При открытом поддувале и жестяной топочной дверце термометр № 1, находящийся на пути движения холодного воздуха в течение одного часа упал с 500° до 75°. Так же быстро охлаждаются холодным воздухом дымоходы голландской печи, аккумулирующие тепло при открытой вьюшке или случайном понижении температуры в топке. В печи проф. Грум-Гржимайло такого охлаждения не происходит. За то же время термометр № 2 опустился с 225° до 175°, только на 50°. Температура наружной поверхности печи при открытой вьюшке, хотя и ниже температуры печи при закрытой вьюшке, но печь остается достаточно прогретой, несмотря на открытую вьюшку. Вот это обстоятельство, помимо других достижений, и является решающим в пользу печи системы проф. Грум-Гржимайло и при выборе между голландской печью и печью проф. Грум-Гржимайло и заставляет отдавать предпочтение последней.

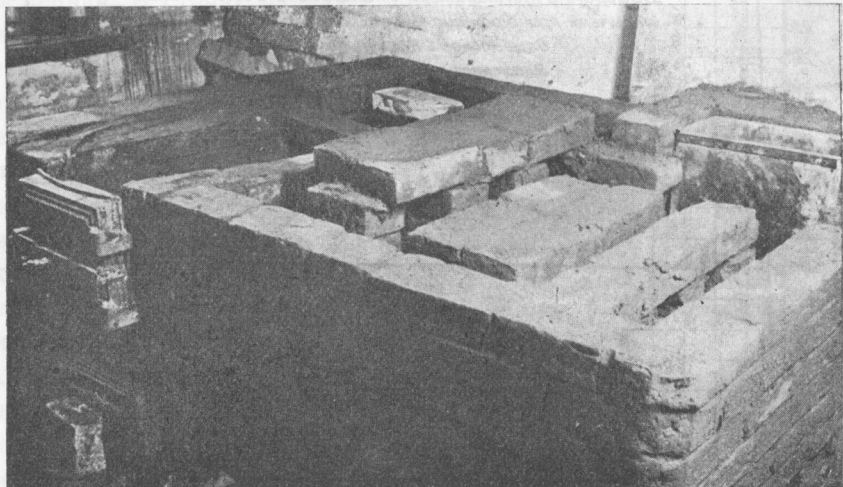
Конструирование всех перечисленных выше печей стало возможным только при свете гидравлической теории газов проф. В. Е. Грум-Гржимайло. Гидравлическая теория газов оказала ценные услуги промышленности. В печах домашнего обихода она пошла на непосредственное обслуживание нужд широких народных масс и в этом громадная заслуга покойного проф. В. Е. Грум-Гржимайло перед страной.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	стр.
I. Комнатная печь системы проф. В. Е. Грум-Гржимайло	3
II. Испытание комнатной печи	8
III. Работа комнатной печи	22
IV. Русская муфельная печь „Теплушка“ системы проф. В. Е. Грум-Гржимайло и инж. И. С. Подгородника	23
V. Русская печь „Крестьянская теплушка“ системы проф. В. Е. Грум-Гржимайло и инж. И. С. Подгородника	30



Фиг. 2.



Фиг. 26. Кладка русской печи „Крестьянская теплушка“.