

<http://forum.stovemaster.ru>

В. В. Еремеев

Доцент

Печи для отопления жилых помещений



НКТП СССР

Государственное научно-техническое издательство
строительной индустрии и судостроения

ГОССТРОИИЗДАТ

Москва

1933

Ленинград

Введение

Область применения тех или иных систем отопления вполне определяется размером и характером отапливаемых помещений. Для крупных промышленных, жилых и общественных зданий единственно удобными являются центральные системы отопления, так как они дают следующие преимущества:

1. Упрощение централизованного ухода за генератором тепловой энергии.
2. Возможность лучшего использования тепловой энергии путем применения более совершенных тепловых генераторов.
3. Возможность центрального регулирования отопления.
4. Экономия места, занимаемого приборами отопления в помещениях.
5. Во многих случаях — возможность использования отработавшего тепла от машин, двигателей и т. д. Наравне с такой категорией зданий существует и другая, гораздо более многочисленная — небольшие постройки, разбросанные по всему нашему Союзу в небольших городах, селениях, совхозах, колхозах, на линиях железных дорог (сторожевые будки, казармы и т. п.). Для таких зданий наиболее распространенным и дешевым является печное отопление. К сожалению эта отрасль техники до последнего времени мало привлекала к себе внимание специалистов, с другой стороны, и широкая общественность считала печное дело вполне доступным пониманию рядового печника-самоучки. Оба эти обстоятельства имели своим последствием весьма отсталое состояние печного дела, вследствие чего крайне несовершенная голландская печь с последовательными дымооборотами (по меткому выражению печников „кувыркалка“) к сожалению и до сего времени является наиболее распространенным нагревательным прибором в быту и на производстве. Такое положение дело могло быть терпимым до тех пор, пока вопросам экономии топлива не придавали большого значения. В настоящее же время в связи с громадным размахом социалистического строительства и необходимостью расходовать топливные ресурсы с наиболее полным и целесообразным их использованием, проблема рационализации печного отопления не может быть оставлена без внимания. Кустарничество в этой области должно уступить дорогу научно-исследовательскому методу конструирования печей с последующим их лабораторным испытанием. Такая работа в области печного дела предусматривает соблюдение целого ряда условий, а именно:

1. Изыскание рационального способа сжигания топлива и надлежащего выбора теплопоглощающих поверхностей.
2. Выбор системы дымооборотов, обеспечивающих наименьшие сопротивления движению дымовых газов и равномерное распределение тепла по зеркалам печи.
3. Согласование между собою теплоемкости печи, размеров теплоотдающих поверхностей и времени теплоизлучения.
4. Выполнение требований санитарного характера в смысле предотвращения на поверхности печи температур выше предельно допустимых и обеспечение возможности содержать все теплоотдающие поверхности в должной чистоте.

5. Прочность и простота конструкции, а также ее легкая выполнимость в кладке.

6. Применение дешевых и всегда имеющихся под руками материалов¹. В настоящей брошюре приводится описание двенадцати печей, проверенных в смысле рациональности их конструкции и подвергнутых лабораторному испытанию в Московской печной испытательной лаборатории при Институте инженеров нового железнодорожного строительства им. Андреева. Ряд печей (Е-1, Е-2 и Е-4) в большом количестве был установлен в жилых постройках² с последующим наблюдением за их работой в быту. Как лабораторные испытания, так и результаты работы печей непосредственно в эксплуатации показали, что все 12 типов удовлетворяют высоким требованиям и заслуживают рекомендации для установки по прямому их назначению.

Одновременно брошюра может служить пособием при проектировании приборов местного отопления и ознакомлении с методологией лабораторного испытания печей. Все печи типа Е и Браббе предусмотрены с преимущественным нагревом нижнего пояса, что является основным современным требованием при проектировании приборов местного отопления. В брошюре даны также описания и чертежи двух печей (типа „Иннорс“ и сист. проф. Грум-Гржимайло), не удовлетворяющих этому требованию, но заслуживающих внимания по их высокому коэффициенту полезного действия.

Настоящая работа служит дополнением к альбому печей и очагов, изданному Союзсельстройобъединением НКЗ („Типовые проекты с.-х. строительства 1932 г.“, проект № 6, серия XI).

¹ Вопрос о сборных конструкциях здесь не затрагивается ввиду отсутствия проверенного опытом материала, касающегося установки и эксплуатации таких конструкций.

² 1929—1931 г.

- 2) равномерность распределения тепла по всем наружным поверхностям (зеркалам) печи;
- 3) выполнение санитарно-гигиенических норм;
- 4) конструктивность и простота кладки.

1. Одним из наиболее важных и заслуживающих внимания отличий этих печей от обычных является преимущественный нагрев нижних частей печи. Достигается это тем, что печь по высоте разделяется на два пояса: верхний и нижний. Нижний пояс обогревается первым огнем наиболее интенсивно. После отдачи части тепла нижнему поясу, газы направляются в верхний пояс, согрев который, уходят в дымовую трубу. Норма, до которой может быть поглощено тепло в верхнем поясе, определяется наличием достаточной тяги в дымовой трубе, отсутствием конденсата в ней и достаточно высоким к.п.д. Более сильный нагрев нижнего пояса печи достигается или непосредственным согреванием нижних частей топочными газами в топливнике (например печь Е-4), или направлением этих газов из топливника сразу вниз по нескольким опускным каналам 1-го порядка (печь Е-1), или наконец обоими этими способами одновременно (печи Е-2, Е-3 и все печи типа Браббе).

Верхняя часть печи обогревается или системой параллельных опускных дымооборотов, или по принципу свободного движения газов, принятого в печах проф. Грум-Гржимайло, или наконец системой дымооборотов, принятых в печах Браббе.

2. Ценным качеством рассматриваемых печей является равномерность распределения тепла по зеркалам печи, что достигается конструктивным оформлением печи, т. е. соответствующим распределением дымоходов. Произведенные испытания построенных печей доказывают, что эта равномерность нагревания зеркал печи достигнута в достаточной мере; на данных при чертежах каждой печи графиках видно, что разница в температурах нагрева граней печи обычно в среднем не составляет значительной величины и вполне приемлема.

3. Кроме отмеченных выше свойств печь должна удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям. В этом отношении в рассматриваемых печах следует отметить следующее:

а) согласно произведенным испытаниям толщина стенок печей $\frac{1}{2}$ кирпича оказалась достаточной для удержания максимально-предельной температуры на поверхности граней печи в $80-85^\circ$, что и подтверждается графиками температур каждой печи; б) внешние поверхности печи делаются совершенно гладкими, без каких-либо выступов, карнизов или украшений во избежание осадения на них пыли¹.

4. Конструктивность кладки печей предусмотрена следующими мерами: все наружные и внутренние стенки печи и стенки топливника, а также расщепки между каналами выполняются в $\frac{1}{2}$ кирпича с обязательной перевязкой их между собой во всех частях печи (углы, соединения расщепок с наружными и внутренними стенками и т. д.), что дает общую прочность печи и предотвращает обрушение расщепок и перекрытий ее. Во всех средних и нижних дымособирателях предусматривается очистка печи от золы и сажи. Ширина топливника принята как стандарт в 26 см, что дает возможность применять во всех данных печах плоское, безраспорное перекрытие его. Точно так же и перекрытие над топочной дверцей выполняется в виде $\frac{1}{2}$ -кирпичной перевязки или плоское — напуском. Перевязка проволокой во всех частях кладки печей исключается. Пригонка дверок топочных, вьюшечных, поддувальных и прочистных, делается на проволоке или лучше на кляммерах².

Топочная решетка (колосники) устанавливается свободно с зазорами между решеткой и стенками топливника, что учитывает возможность расши-

¹ Гладкие внешние поверхности печи кроме того способствуют и лучшей конвекционной теплоотдаче, так что и с этой стороны всякие выступы и украшения на зеркалах печи должны быть исключены.

² Кладка кирпича „на ребро“ нигде в указанных печах не допускается.

рения металла, а кроме того и легкую без всяких затруднений замену одной решетки другой в случае порчи или разрушения.

Разбутка (перекрытие) над топливником обычно принята в три ряда кирпича в целях создания сильного теплового аккумулятора над топливником и буфера между нижним и верхним поясами печи¹.

В отношении кладки печей и их эксплуатации следует соблюдать все правила, данные в тексте проекта № 6, серии XI. „Типовых проектов 1932 г.“ Союзсельстройобъединения НКЗ.

За исключением печи № 11, во всех печах дымовая труба показана на печи, но с небольшими переделками труба при каждой печи может быть сделана коренная, что необходимо предусматривать в зданиях двухэтажных и выше.

Все характеризующие печь данные — строительные размеры, внешняя поверхность теплоотдачи, результаты лабораторных испытаний в виде таблиц и графиков, величина теплоотдачи печи в час и т. д. — помещены на чертеже каждой печи и табл. 6 и 7.

В целях упрощения регулирования количества необходимого для горения воздуха, с одной стороны, и с другой — для предотвращения излишнего уноса тепла в дымовую трубу и уменьшения в дымовых газах количества свободного кислорода, предлагаемые печи испытывались при впуске воздуха в поддувало через диафрагму с круглым отверстием $d = 6$ см. Это мероприятие рекомендуется и при пользовании печами в быту.

Испытание печей

В настоящем тексте и на чертежах печей не дается подробного расчета их; выписаны лишь результативные данные в виде таблиц и графиков на чертеже каждой печи.

Как пример поверочного расчета печи на основании данных лабораторного испытания ниже приводится материал наблюдений и расчет печи № 11 системы Иннорса на 1148 кал/час. Подобным образом были испытаны и рассчитаны все указанные здесь печи.

Рассматриваемая печь, как и все остальные, помещенные в настоящем издании, была сложена для лабораторного ее испытания. При кладке печи определяется количество затраченного на нее материала и приборов, что и дается в табл. 2.

Таблица 2

Спецификация материалов печи № 11

Название материалов	Количество
1. Кирпич красный стандартный	270 шт.
2. Глина	0,08 м ³
3. Песок	0,04 м ³
4. Топочная дверка 25 × 27 см	1 шт.
5. Поддувальные дверки и чистки 14 × 12 см	2 „
6. Колосниковая решетка 25 × 25 см	1 „
7. Вьюшка или задвижка 25 × 25 см	1 „
8. Вентиляционный клапан 21 × 21 см	1 „

Возведенная печь слабой непрерывной топкой просушивается в течение 5—6 дней, после чего на зеркалах ее производится установка химических

¹ Кладка предлагаемых печей велась из предварительно пропитанного водою стандартного красного кирпича на жидком глиняном растворе с толщиной швов 5 мм.

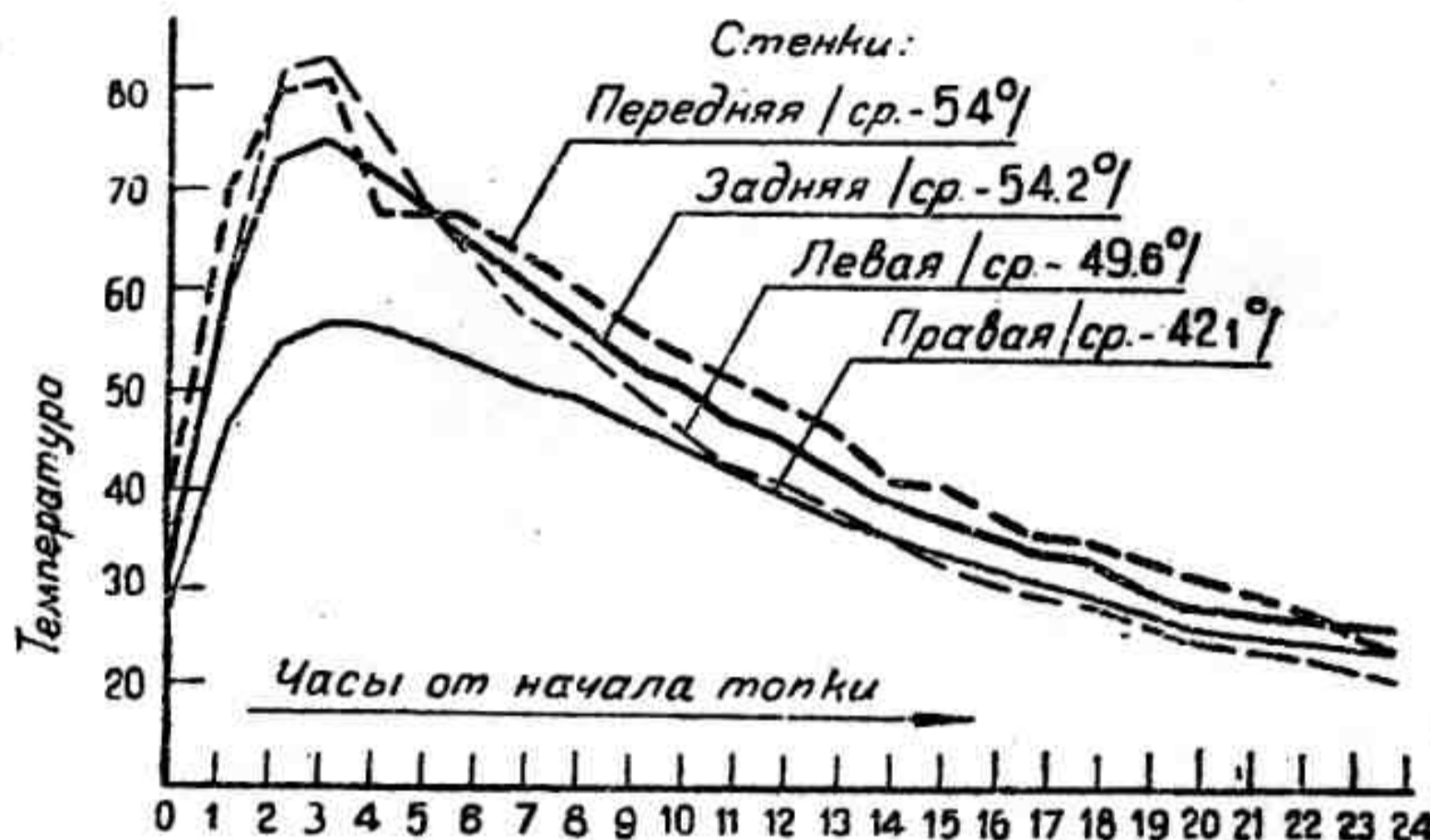
термометров, шарики со ртутью которых прикрепляются к печи раствором глины. Количество термометров — от 7 до 40 шт. в зависимости от размера печи и системы дымооборотов. После установки термометров печь приводится к своему нормальному режиму путем протапливания ее за сутки до испытания расчетным суточным количеством дров с последующим закрытием вьюшки¹.

По истечении суток с момента закрытия вьюшки печь подвергается лабораторному испытанию, затапливаясь вновь с производством анализа дымовых газов и с последующим суточным наблюдением за установленными на зеркалах печи термометрами. В течение первых четырех часов после затопки печи показания термометров снимаются через каждые 1/2 часа, далее через 1 час.

Анализ газов производится прибором Орса-Фишер. По определенному анализом количеству в дымовых газах углекислоты, свободного кислорода и



Рис. 1. Схема расположения термометров.



окси углерода, вычисляются потери в дымовую трубу. Температура отходящих дымовых газов определяется угловым термометром в медной оправе, вставленным в дымовую трубу под вьюшкой.

Разрежение в дымовой трубе определяется тягомером Крелля.

Записи температур, схема расстановки термометров и результаты анализа дымовых газов даются в табл. 3, 4 и 5.

На основании данных табл. 4 составляются графики колебания средней температуры на поверхности печи за период времени от топки до топки (рис. 2 и 3).

Графики 1 и 2 аналогично данным здесь составлены для каждой печи и даны на чертежах соответствующих печей.

Имея анализ газов (табл. 5), приступают к определению к.п.д. печи. Пример таких расчетов приводится ниже².

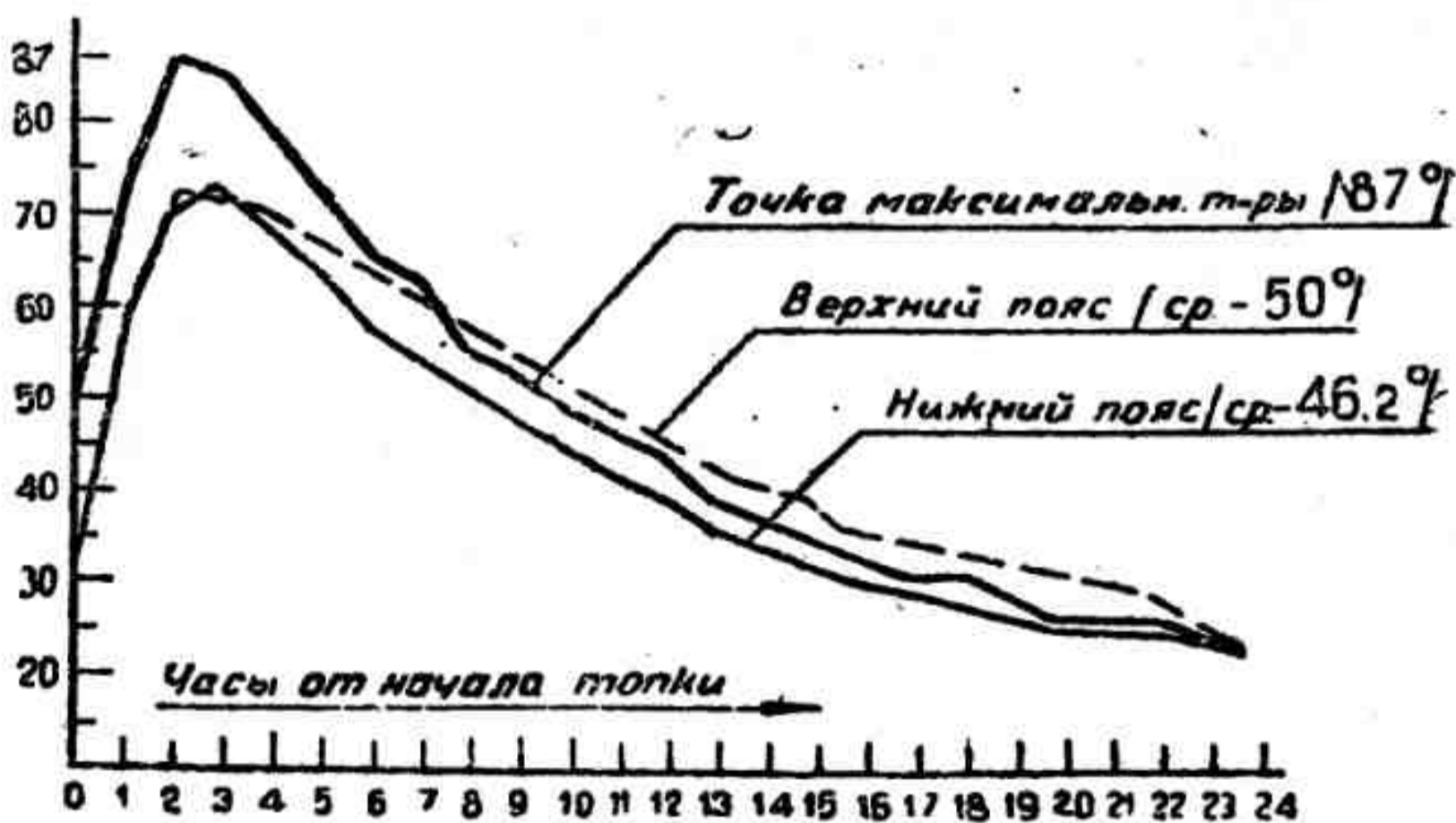


Рис. 2 и 3. Графики колебания температур.

¹ Расчетное количество дров указано для каждой печи на чертежах. Если после закрытия вьюшки печь дает трещины, она последующему испытанию не подвергается и перекладывается вновь или реконструируется.

² См. П. Ф. Ерченко, «Отопление и вентиляция», ч. 1, стр. 36 и 49.

Температуры на поверхности печи № 11 «Иннорс»
Опыт IV от 6 ноября 1931 г.

Время		Температ. комн. °C	№ термометров						
час.	мин.		1	2	3	4	5	6	7
10	00	17	27	39	28	38	33	33	32
10	30		42	57	32	56	50	40	43
11	00	18	61	73	38	69	65	49	54
11	30		74	84	43	76	74	56	61
12	00	18	83	87	45	80	79	61	65
12	30	19	86	87	47	81	81	66	67
1	00	19	85	85	47	81	79	67	67
1	30		81	82	48	79	77	67	66
2	00		78	79	48	68	75	67	66
3	00	18	69	71	48	68	70	65	62
4	00		62	66	47	67	65	62	59
5	00	18	56	62	46	64	61	59	56
6	00		52	56	45	61	58	56	54
7	00	17	47	52	44	57	53	55	51
8	00		43	49	42	54	51	52	48
9	00		39	46	40	51	48	49	45
10	00	16	37	44	38	49	45	47	43
11	00		34	40	36	46	42	44	41
12	00		32	38	34	42	40	42	39
1	00	16	30	36	33	41	38	40	37
2	00		28	34	31	38	35	37	34
3	00		27	32	30	36	39	36	33
4	00	16	26	31	28	35	32	34	32
6	00		24	29	26	32	30	32	30
8	00		22	27	25	30	27	30	29
10	00	15	21	25	23	24	23	26	24

Таблица 4

Анализ газов печи № 11 «Иннорс». Опыт II от 6 октября 1931 г.

Время		Температ. комн. °C	Температ. отх. газ. °C	Тяга в мм в сек.	CO ₂	CO ₂ + O ₂	O ₂	CO ₂ + O ₂ + CO	CO
час.	мин.								
10	40	17,8	32	—	—	—	—	—	—
10	55	17,8	114	0,8	16,6	19,0	2,4	20,0	1,0
11	10	17,8	185	1,2	12,6	19,2	7,6	20,0	0,8
11	25	17,8	220	1,4	14,4	19,6	5,2	20,4	0,8
11	40	18,0	210	1,4	10,8	19,6	8,8	19,8	0,2
11	43		175						

П е ч ь з а к р ы т а



Таблица 5

Средние температуры на поверхности печи № 11 «Иннорс» по стенкам печи и поясам (по высоте). Опыт IV от 6 ноября 1931 г.

Время		По стенкам				По поясам	
		назван. стенки и № термометров				название пояса и № термометров	
час.	мин.	передняя 4	правая 3 и 7	левая 1 и 5	задняя 2 и 6	верхний 4, 5, 6 и 7	нижний 1, 2 и 3
0	00	38	30	30	32	34	31
0	30	56	38	46	48	45	43
1	00	69	46	63	61	59	57
1	30	76	52	74	69	67	66
2	00	80	55	81	74	71	72
2	30	81	57	83	76	74	73
3	00	81	57	82	76	73	72
3	30	79	57	79	74	72	70
4	00	68	57	77	73	69	68
5	00	68	55	70	68	66	63
6	00	67	53	63	64	63	58
7	00	64	51	58	60	60	55
8	00	61	50	55	56	57	51
9	00	57	47	50	53	54	48
10	00	54	45	47	51	51	45
11	00	51	42	43	47	48	42
12	00	49	40	41	45	46	40
13	00	46	38	38	42	43	37
14	00	42	36	36	40	41	35
15	00	41	35	34	38	39	33
16	00	38	33	32	36	36	31
17	00	36	31	30	34	35	30
18	00	35	30	29	33	33	28
19	00	33	28	27	30	32	27
20	00	32	26	25	29	31	26
22	00	30	25	24	28	29	25
24	00	24	23	22	26	24	23
27 наблюдений . .		$\frac{1456}{27} = 54,0$	$\frac{1137}{27} = 42,1$	$\frac{1339}{27} = 49,6$	$\frac{1463}{27} = 54,2$	$\frac{1352}{27} = 50,0$	$\frac{1249}{27} = 46$

Вычисление коэффициента полезного действия

1. Определение средней температуры отходящих газов:

$$T_{\text{ср}} = \frac{114 \cdot 16,6 + 185 \cdot 12,6 + 220 \cdot 14,4 + 210 \cdot 10,8}{16,6 + 12,6 + 14,4 + 10,8} = 178^{\circ}\text{C}$$

2. Определение среднего содержания углекислоты CO₂:

$$\text{CO}_{2\text{ср}} = \frac{16,6^2 + 12,6^2 + 14,4^2 + 10,8^2}{16,6 + 12,6 + 14,4 + 10,8} = 13,77\%$$

3. Определение среднего содержания кислорода.

$$O_{2cp} = \frac{2,4 \cdot 16,6 + 7,6 \cdot 12,6 + 5,2 \cdot 14,4 + 10,8 \cdot 8,8}{16,6 + 12,6 + 14,4 + 10,8} = 5,62\%$$

4. Определение среднего содержания окиси углерода CO:

$$CO_{cp} = \frac{1,0 + 0,8 + 0,8 + 0,2}{4} = 0,7\%$$

5. Определение содержания углерода в 100 м³ дымовых газов:

в 100 м³ газов содержится:

$$CO_2 = 13,77 \text{ м}^3$$

$$O_2 = 5,62 \text{ „}$$

$$CO = 0,7 \text{ „}$$

$$N = 79 \text{ „}$$

Вес 1 м³

$$CO_2 = 1,82 \text{ кг}$$

$$O_2 = 1,11 \text{ „}$$

$$CO = 1,25 \text{ „}$$

$$N = 0,97 \text{ „}$$

} при 16° С

Поэтому вес в 100 м³ углекислоты $Q_1 = 1,82 \cdot 13,77 = 25,0 \text{ кг}$

То же кислорода $Q_2 = 1,11 \cdot 5,62 = 6,25 \text{ „}$

То же окиси углерода $Q_3 = 1,25 \cdot 0,7 = 0,88 \text{ „}$

То же азота $Q_4 = 0,97 \cdot 79 = 76,6 \text{ „}$

Чистого углерода в углекислоте содержится 27,3%
 „ „ окиси углерода „ 42,9%

Таким образом содержание углерода в углекислоте:

$$a = 25,0 \cdot 0,273 = 6,8 \text{ кг.}$$

То же в окиси углерода:

$$b = 0,88 \cdot 0,43 = 0,38 \text{ кг.}$$

Следовательно в 100 м³ газов содержится углерода

$$6,8 + 0,38 = 7,18 \text{ кг.}$$

6. Вычисление потери тепла на нагревание 100 м³ газов на 1° С:

$$\text{на нагревание } CO_2 \quad 25,0 \cdot 0,216 = 5,40 \text{ кал}$$

$$O_2 \quad 0,25 \cdot 0,22 = 1,37 \text{ „}$$

$$CO \quad 0,88 \cdot 0,25 = 0,22 \text{ „}$$

$$N \quad 76,6 \cdot 0,244 = 18,70 \text{ „}$$

$$\hline 25,69 \text{ кал на } 1^\circ \text{ С}$$

а на нагревание 100 м³ до (178° — 18°) = 160° С:

$$25,69 \cdot 160 = 4110 \text{ кал.}$$

$$\text{На 1 кг углерода потеря равна } \frac{4110}{7,18} = 572 \text{ кал.}$$

7. Определение потери тепла на неполное сгорание углерода в окись.

В 100 м³ газов содержится углерода 7,18 кг, из которых 0,38 кг содержится в окиси углерода. Эти 0,38 кг, сгорая в окись, теряют $0,38 \cdot 5660 = 2150 \text{ кал.}$

Потеря на неполное сгорание 1 кг углерода в окись выразится

$$\frac{2150}{7,18} = 300 \text{ кал.}$$

8. Определение потери на нагревание газов на 1 кг топлива¹

$$572 \cdot 0,40 = 229 \text{ кал.}$$

9. Определение потери на неполное горение на 1 кг топлива:

$$300 \cdot 0,4 = 120 \text{ кал.}$$

10. Потеря от провала углей и открывания дверок:

$$3\% - 96 \text{ кал.}$$

11. Теплотворная способность дров (20% влажности) $F = 3200$ ед.

Потери составляют: $229 + 120 + 96 = 445$ кал.

Полезно использованное тепло $3200 - 445 = 2755$ кал.

$$\frac{2755 \cdot 100}{3200} = 86,1\%.$$

12. Окончательно:

$$\delta = \frac{86,1}{100} = 0,86 \text{ (при лаборат. уходе).}$$

13. При обычном уходе $\delta = 0,86 \cdot 0,9 = 0,77$.

14. Определение коэффициента избытка воздуха:

$$\alpha = \frac{21}{21 - 0_2} = \frac{21}{21 - 5,62} = \frac{21}{15,38} = 1,37.$$

Теплоотдача печи в час при 10 кг сожженных дров:

$$\alpha \text{ час} = \frac{10 \cdot 3200 \cdot 0,86}{24} = 1148 \text{ кал/час.}$$

Результаты расчетов, произведенных на основании анализа газов по каждой испытанной печи, сведены в таблицы 6 и 7.

Рассматривая эти таблицы, видим, что печи запроектированы вполне удовлетворительно и имеют высокий к. п. д.

Однако здесь еще раз необходимо отметить, что к. п. д. печей зависит от эксплуатации печи, от умения вести правильно топку и содержать в исправности все части печи.

Краткое описание устройства и действия печей

Печь № 1 (Е-4) на 1130 кал/час, размером 63×51 см при высоте $h = 217$ см разработана автором настоящей работы В. В. Еремеевым и является наименьшей из печей, в которой кладку удастся выполнить в $\frac{1}{2}$ кирпича, с размещением дымовой трубы внутри печи. При таких размерах и условиях схему движения продуктов горения пришлось принять по принципу проф. Грум-Гржимайло, причем единственный внутренний канал в печи использован одновременно и как подъемный и как отпуской. Для увеличения теплоемкости и теплопоглощающей поверхности печи внутри канала во всю его высоту запроектирован гребень (контрфорс) размером $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича, перевязанный со стенкой, отделяющей этот канал от дымовой трубы. Гребень этот на два ряда кирпича не доведен до верхней перекрыши печи для предотвращения образования трещин в верхней части печи. При такой конструкции печи схема движения газов определяется следующим образом. Газы из топливника через

¹ Содержание углерода в 1 кг дров принимается равным 40%.

Таблица 6

Результаты испытания печей 1

Наименование печей	Суточное количество дров (березовых) в кг	Влажность дров (%)	Продолжительность топки в час	Температура на поверхности печи							Температура отходящих газов		Размер подувальной днаф-рагмы в см	Средний состав дыма			Ковф-цент		Ковфциент полезного действия						
				Средняя за опыт							максимальная за опыт	средняя за опыт		CO ₂	O ₂	CO	избыт. воздуха	при labore-торном уходе		при обмыч-ном уходе					
				по поясам		по вертикальным стенам			нижний	верхний											по поясам	передн.	правая	задняя	левая
				ч.	м.	верхний	нижний	передн.																	
Печь № 1 Е-4 инж. Еремеева	10	26	1	10	—	—	—	—	—	—	—	—	240	175	6	14,3	3,7	0,5	1,21	0,88	0,79				
Печь № 2 Е-4 в разр. Михина	15	26	1	05	32,6	37,6	34,9	35,7	34,6	35,7	35,7	35,7	255	195	6	12,4	6,9	0,23	1,49	0,87	0,78				
Печь № 3 Кашкарова в разр. Михина	10	20	0	55	40,0	51,2	41,8	43,4	42,1	43,4	49,0	49,0	235	187	6	16,0	5,5	0,4	1,35	0,88	0,80				
Печь № 4 Браббе в разр. Михина	12	26	1	00	41,0	45,3	43,8	43,2	45,5	43,2	43,2	43,2	175	142	6	15,1	4,66	0,22	1,29	0,88	0,79				
Печь № 6 Е-3 инж. Еремеева	20	20	1	05	38,3	44,2	—	39,6	40,3	43,3	43,3	43,3	200	174	6	15,4	3,1	0,65	1,17	0,87	0,79				
Печь № 7 Браббе в разр. Михина	24	26	1	20	37,7	44,0	37,5	46,4	39,5	46,4	46,4	46,4	160	138	6	15,1	3,9	0,4	1,23	0,88	0,79				
Печь № 8 Браббе в разр. Михина	24	20	1	20	36,8	46	44,0	40,0	41,6	40,0	40,0	40,0	220	195	6	13,6	5,5	0,16	1,25	0,87	0,78				
Печь № 9 Е-2 инж. Еремеева	24	20	1	00	38,5	52,2	—	42,5	50,0	45,0	45,0	45,0	160	142	6	13,75	6,23	0,3	1,42	0,89	0,81				
Печь № 10 Е-1 инж. Еремеева	30	20	1	20	39,1	58,2	—	48,7	52,3	48,0	48,0	48,0	165	144	6	13,6	5,7	0,4	1,47	0,88	0,80				
Печь № 11 сист. "Иннорс"	10	20	1	05	50,0	46,2	54,0	42,1	54,2	49,6	49,6	49,6	220	178	6	13,75	5,6	0,7	1,37	0,86	0,77				
Печь № 12 сист. Грум-Гржимайло в разр. Михина	30	26	1	40	55,1	43,7	58,0	49,3	44,1	52,2	52,2	52,2	185	151	6	14,6	5,0	0,44	1,31	0,89	0,80				

1 По данным Московской печной испытательной лаборатории при институте им. Андреева.

узкую щель в его перекрытии у задней стенки поступают в канал печи, расположенный над топливником, и двигаются вдоль задней стенки печи вверх; поднявшись до верха печи, газы поворачивают вниз, скользая вдоль стенки, отделяющей этот канал от дымовой трубы, омывая стенки и гребень. Двумя отверстиями с двух сторон гребня дымовые газы подвертываются над топливником в дымовую трубу. Результаты лабораторного испытания и эксплуатации печи в жилых домах указывают на полную целесообразность ее конструкции, дающей в условиях лабораторной обстановки высокий к. п. д. (равный 0,88), причем с 1 м² печи возможно снимать в среднем 280 кал/час при расчете на 22-часовую теплоотдачу. Рекомендуется эта печь главным образом для индивидуального отопления каждой комнаты в отдельности.

Печь № 2 — размер 51 × 76 см при высоте 210 см (Г. И. Михиным) разработана по типу Е-4 с заменой вертикального гребня кирпичной насадкой. Как и в предыдущей печи, принята схема движения дымовых газов проф. Грум-Гржимайло.

Печь № 3 сконструирована по типу печи Кашкарова, имеет размер в плане — 89 × 76 см при высоте 154 см и дает 1280 кал/час. Целью переработки основного типа печи Кашкарова было: упростить кладку, уменьшить размеры, исключить горизонтальный тупик и сквозную камеру.

Печь в настоящем переработанном виде состоит из топливника, сдвинутого к одной стороне, 3 опускающих каналов размером $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ кирпича, расположенных — два с боковой стороны топливника и один за топливником. Внизу печи опускающие каналы объединяются общим собирателем, выход из которого подъемным каналом расположен в углу за топливником. Топливник размером 38 × 26 см в плане и высотой 77 см имеет в боковых стенках 3 хайла (размерами 13 × 14 см) для выхода газов в соответствующие опускающие каналы. Топливник и 3 опускающих канала для большего аккумуляирования тепла перекрыты тремя рядами разбутки. Сверх перекрытия топливника расположен горизонтальный канал размером 19,5 × 14 см, огибающий поставленную по середине печи рассечку в $1\frac{1}{2}$ кирпича. Дымовая труба может быть над печью или сбоку: в последнем случае печь соединяется с трубой патрубком.

Группа печей № 4, 5, 7 и 8. Все эти печи выполнены по типу Браббе, признанному в Германии одним из лучших. По климатическим условиям СССР печи типа Браббе у нас распространения не получили вследствие их недостаточной теплоемкости. Приспособление этих печей к нашим условиям и послужило причиной их реконструкции. Как видно из чертежей, все наиболее характерные особенности печей Браббе сохранены в их измененных вариантах.

Все рассматриваемые печи имеют одну и ту же ширину в 2 кирпича, равную 51 см, включая швы, и различаются между собой по длине и высоте.

Одной из конструктивных особенностей этих печей являются совершенно ясно различимые два яруса (пояса) — нижний и верхний.

Нижний пояс во всех печах этой группы одинаков по своей конструкции. Он состоит из поддувала, топливника и двух каналов, по которым циркулируют газы, выходящие непосредственно из топливника, так что нижняя часть печи (нижний пояс) согревается наиболее интенсивно. Конструкция верхней части печей типа Браббе разработана в виде трех вариантов, а именно: 1) один сквозной ломаный канал, огибающий с трех сторон сквозную камеру, выводит газы из печи в дымовую трубу, канал является характерным для печей Браббе в их чистом нереконструированном виде; 2) в верхнем поясе предусмотрена система обыкновенных параллельных каналов; 3) вышеуказанные параллельные каналы заменены кирпичной насадкой.

Краткое описание отдельных печей типа Браббе.

Печь № 5 является наиболее близкой основному типу Браббе¹. Отличие печи № 5 от основного типа заключается в следующем: 1) усилена тепло-

¹ Ритшель - Браббе, „Отопление и вентиляция“, ч. 1, стр. 15, ГИЗ 1928 г.

емкость печи; 2) нижний железный лист заменен сплошной разбуткой; 3) упрощен верхний горизонтальный канал.

Схема движения продуктов горения в основном оставлена по Браббе, а именно: из топливника газы направляются по опускающему каналу вниз до сплошной разбутки, переходя здесь в вертикальный подъемный канал.

Над перекрытием топливника газы поворачивают и проходят горизонтально, затем — вверх и вторично идут горизонтально над камерой; затем удаляются в дымовую трубу. Как видно из чертежа и описания печи, газы, двигаясь таким образом, согревают не только наружные стенки печи, но и три стороны воздушной камеры. Четвертая сторона камеры и противолежащая ей часть наружной стенки печи согреваются газами небольшого тупикового канала, представляющего собой непосредственное продолжение вертикального подъемного канала, идущего от низа печи до перекрытия топливника. Этот тупиковый канал согревается лучеиспусканием горячих газов, движущихся по вышеуказанному вертикальному подъемному каналу.

Печь № 4 вместо сквозной воздушной камеры в верхней своей части имеет насадку. Насадка эта введена для увеличения теплопоглощающей поверхности печи и аккумулирующей ее способности. Схема движения газов печи № 4 следующая. Газы из топливника через заднее хайло поступают в опускающий канал, по которому и доходят до разбутки. Дойдя до верха печи, газы опускаются вниз, распространяясь по всей насадке, которой и отдают свое тепло. Опустившись до перекрытия топливника, газы над ним собираются и отводятся в дымовую трубу.

Печь № 7 отличается от печи № 4 только большими размерами в плане, что дало возможность увеличить топливник по длине, приспособив его для горизонтальной укладки нормальных дров¹.

Печь № 8 разработана в виде двух вариантов верхнего пояса, — со сквозной камерой и без камеры при обычной системе параллельных каналов. Конструкция нижнего пояса такая же, как и у всех предыдущих печей этого типа.

Размеры и производительность печей типа Браббе указаны в табл. 1. Печи эти, имея узкую и вытянутую форму в плане, особо рекомендуются к установке для обогрева двух смежных комнат с топкой из коридора, выбирая для этого печи без сквозных камер².

Группа печей № 6, 9 и 10 разработана автором В. В. Еремевым; все они отличаются ясно различимыми в температурном отношении делениями по высоте на 2 яруса (пояса) с преимущественным нагревом низа печи.

Печи меньшей калорийности получены из больших печей с изменениями, вызываемыми уменьшением размеров. Поэтому описание первой печи в отдельности дано, начиная с самой большой из них.

Печь № 10 (Е-1) на 3600 кал/час размером в плане 114 × 102 см при высоте печи 250 см. Как видно из чертежа, печь двухъярусная. В нижней части печи размещен топливник и опускающие каналы 1-го порядка. В верхней части находится: верхний распределитель, опускающие каналы 2-го порядка, средний собиратель и дымовая труба, входящая в состав печи.

Схема движения дымовых газов такова. Из призматического полушахтного топливника газы через 2 боковых хайла (очка) поступают в два средние распределителя, откуда по 4 опускающим каналам с каждой стороны печи

¹ Горизонтальная укладка дров в топливнике значительно улучшает процесс их сжигания — способствует лучшему перемешиванию воздуха с элементами разлагающегося топлива и повышает содержание углекислоты в отходящих дымовых газах.

² Предусмотренные в некоторых печах типа Браббе сквозные камеры не могут быть отнесены к достоинству конструкции, так как всякое увеличение теплоотдающей поверхности влечет за собой более быстрое остывание печи, снижая к концу натопки графики поверхностных температур. Кроме того и содержание сквозных камер в чистоте затруднительно. Внутреннее заполнение печи легко засоряющимися золой и сажой насадками также не может быть рекомендовано, так как очистка насадки возможна лишь путем вскрытия зеркала печи.

направляются вниз, согревая первым огнем нижнюю часть печи от перекрытия топливника до пола. Все эти 8 каналов, по 4 с каждой стороны, объединяются нижним собирателем, подводящим газы к одному общему подъемному каналу, расположенному между топливником и задней стенкой печи. По этому каналу газы направляются до верха печи, поступая здесь в 2 верхние распределителя, откуда 8 вертикальными каналами (по 4 с каждой стороны печи) опускаются вниз до перекрытия топливника. Над топливником эти 8 каналов объединяются средним дымособирателем, направляющим газы в дымовую трубу. Дымовая труба расположена над топливником у передней стенки печи.

Таким образом схема движения газов характеризуется двукратным опуском и однократным подъемом газов.

Печь № 9 (Е-2) по идее сходна с печью Е-1. Для уменьшения длины печи в предыдущей печи Е-1 выброшен сквозной подъемный канал между топливником и задней стенкой печи. Средний распределитель выброшен: газы из топливника через 4 хайла (очка) поступают в 4 опускных канала, расположенных по 2 с каждой боковой стороны печи. Вышеуказанные каналы объединяются в один подъемный, идущий вверх в плоскости этих 2 опускных каналов до перекрытия над топливником и здесь соединяющийся с таким же подъемным каналом, идущим с противоположной стороны печи.

Объединенный подъемный канал ведется до верха печи, где разветвляется на 2 верхние распределителя, из которых газы поступают в 4 опускных параллельных канала по 2 с каждой стороны печи. Над топливником все опускные каналы объединяются общим собирателем, отводящим дым в дымовую трубу. Дымовая труба входит в состав печи и расположена у передней стенки печи.

Указанные 2 подъемные канала, идущие от низа печи с 2 ее сторон до перекрытия топливника, — от этого места до верха печи продолжают в виде двух тупиковых каналов, нагреваемых внутренней замкнутой циркуляцией газов с максимальной (90°) замеренной температурой их вверху тупика. Размеры печи: $89 \times 102 \times 238$ см.

Печь № 6 (Е-3) размером $76 \times 89 \times 231$ см является результатом уменьшения предыдущей печи (Е-2), вследствие чего топливник оказался расположенным несимметрично по оси печи в плане. Схема движения газов следующая. Газы из топливника через боковое хайло поступают в опускной канал 1-го порядка, идущий сбоку топливника вниз до пола. Внизу у пола опускной канал переходит в подъемный, идущий до верха печи. У перекрыши печи газы переваливают в 3 параллельные опускные канала. Опустившиеся до перекрытия топливника газы здесь объединяются небольшим собирателем, направляющим газы в дымовую трубу, расположенную внутри печи.

Печь № 11 на 1148 кал/час размером $76 \times 63 \times 231$ см при высоте 231 см. Эта печь отличается от основной печи „Иннорс“ следующими изменениями:

1. Во избежание появления трещин в верхней части наружных стенок насадка не доведена до верхнего перекрытия печи.

2. Ввиду того что в основном типе печи „Иннорс“ наблюдалась высокая температура отходящих газов, увеличена внутренняя теплопоглощающая поверхность печи тем, что насадка не связана с наружными стенами печи. Для прочности же всего устройства насадка перевязана со стенками печи только в двух местах.

3. Для устранения неравномерного нагрева по стенкам печи, что наблюдалось в основном типе, в топливнике с левой его стороны оставлено отверстие в стенке размером 7×12 см, что допускает внутреннюю циркуляцию в печи.¹ В остальном основная конструкция печи „Иннорс“ остается без изменения.

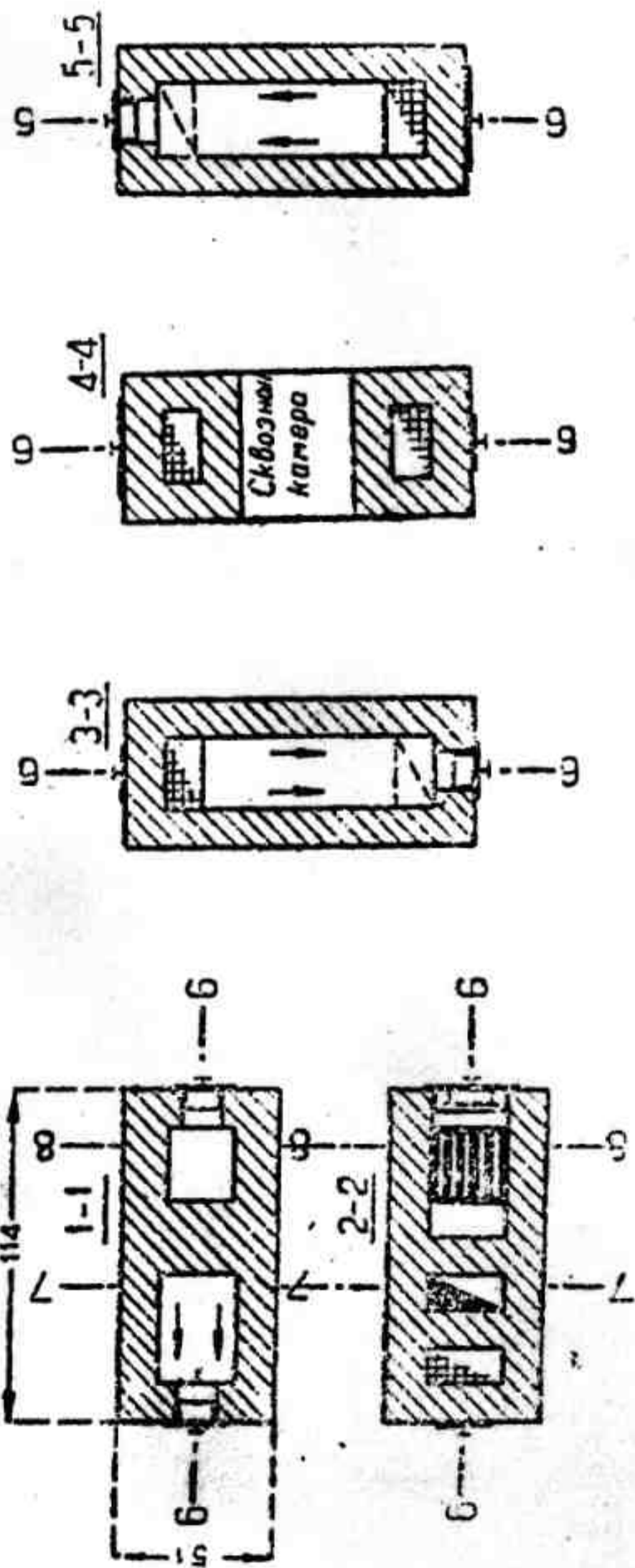
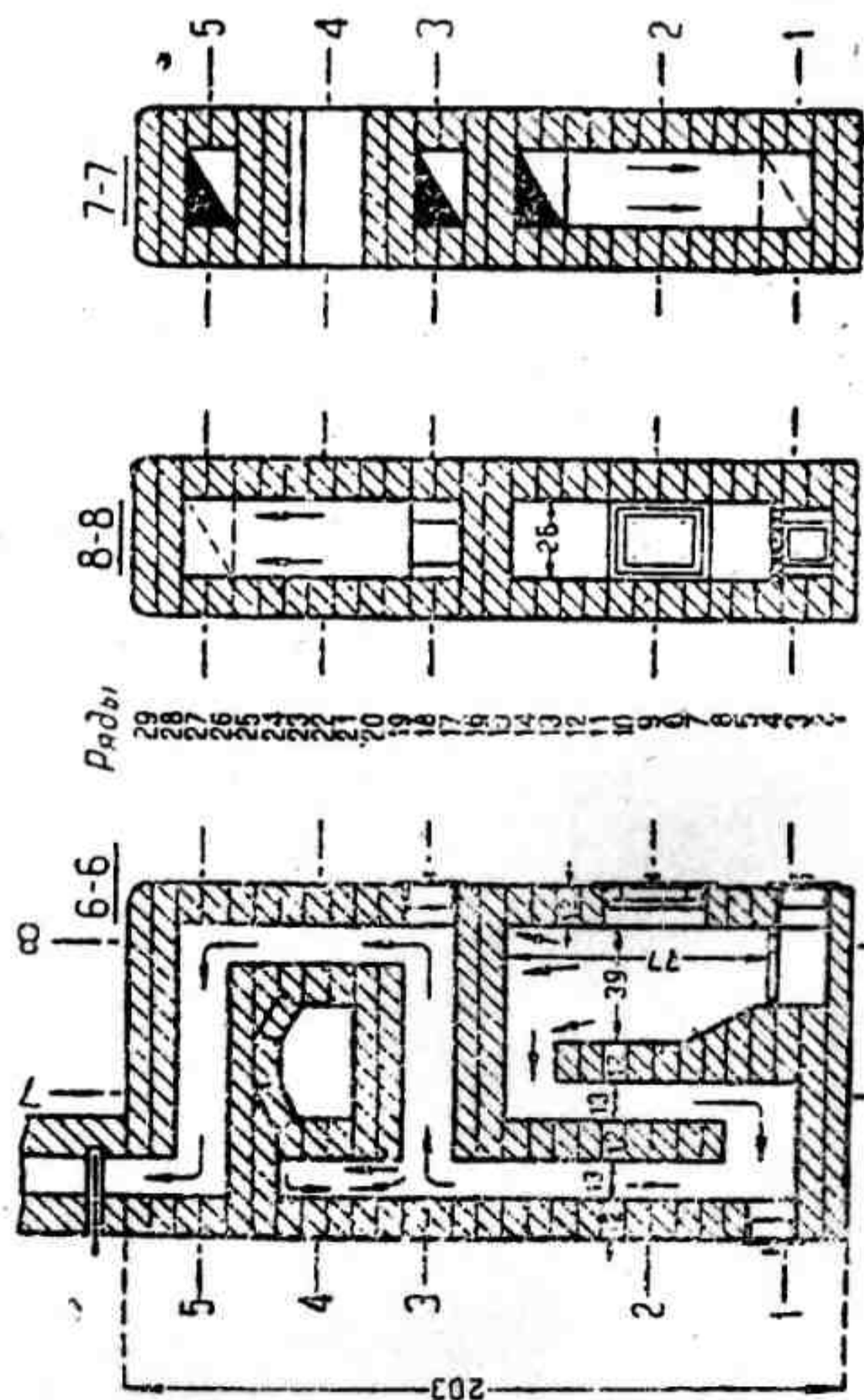
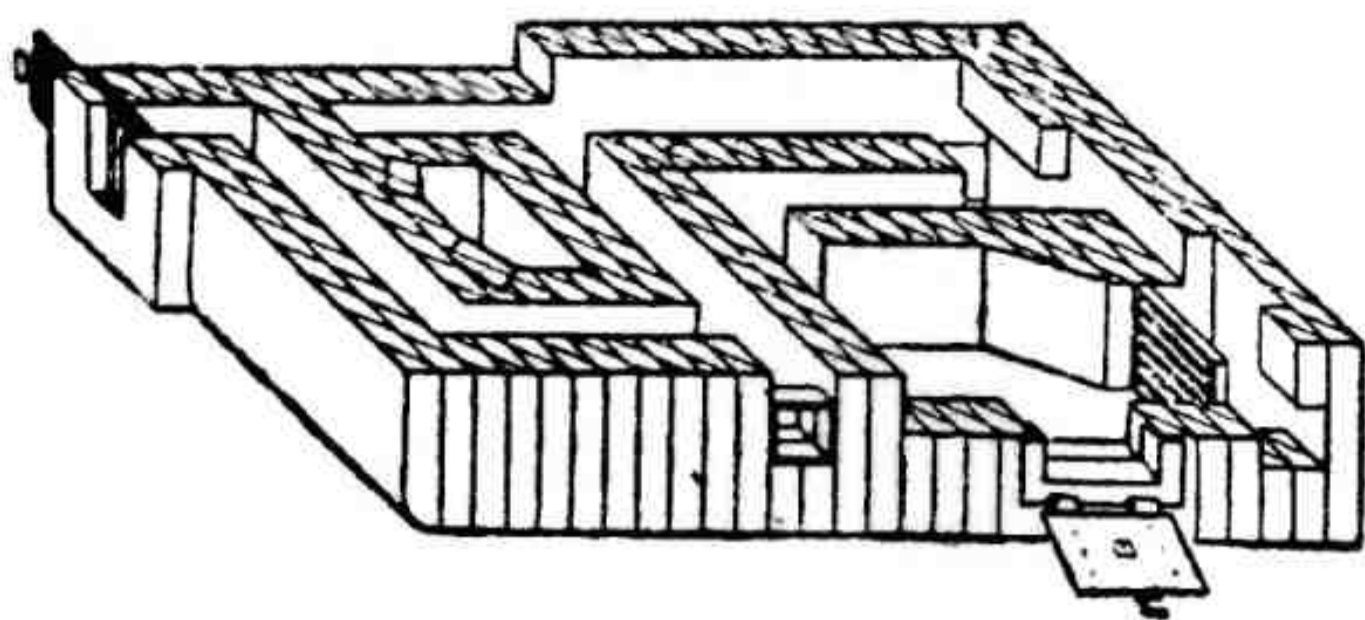
¹ Рациональнее было бы идущий мимо топливника вниз опускной канал разделить пополам рассечкой $1/2$ кирпича, перевязав ею стенку топливника с наружным зеркалом печи. Прим. ред.

Выход дыма в печи устраивается внизу помощью коренной трубы или каналом в стене. Печь достаточно экономна: при лабораторном испытании к. п. д. был получен равным 0,86, причем с 1 м² оказалось возможным снять в среднем 215 кал/час.

Печь № 12 с размерами 114 × 102 × 231 см, с теплопередачей 3500 кал/час разработана по сист. Грум-Гржимайло. Нижняя часть печи состоит: 1) из топливника, расположенного в середине печи, имеющего в перекрыше хайло размером 25 × 12 см; 2) 8 опускных каналов $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича, расположенных с правой и левой стороны топливника и служащих для большего теплопоглощения; 3) нижнего дымособирателя сечением 12 × 21 см, снабженного чистками и 4) одного подъемного канала, находящегося за топливником и служащего одновременно дымовой трубой. Конструкция верхней части печи состоит из наружных стенок в $\frac{1}{2}$ кирпича с ребрами (контрфорсами), выступающими от внутренних поверхностей стенок и опирающимися на топливник. Ребра эти на три ряда от верха перекрыты так, что образуют ряд тупиковых каналов, служащих для меньшего прогрева верхнего перекрытия¹. Тупиковые каналы перекрываются тремя рядами кирпича. Схема движения газов следующая. Газы из топливника через хайло, расположенное в середине перекрыши топливника, направляются вверх; вверху печи, заполнив тупики, направляются к наружным стенам; отдавая тепло кладке печи и становясь тяжелее, газы опускаются вниз вдоль наружных стен и попадают в 8 каналов, расположенных по 4 с правой и левой сторон топливника. Внизу каждые 4 канала объединяются горизонтальным собирателем. Из этих 2 дымособирательных каналов газы поступают в дымовую трубу, расположенную за топливником и входящую в состав печи.

Как видно из схемы движения газов и как подтверждают исследования, настоящая печь по системе Грум-Гржимайло принадлежит к печам с преимущественным верхним нагревом: нижний пояс у нее имеет температуру меньшую, чем пояс верхний.

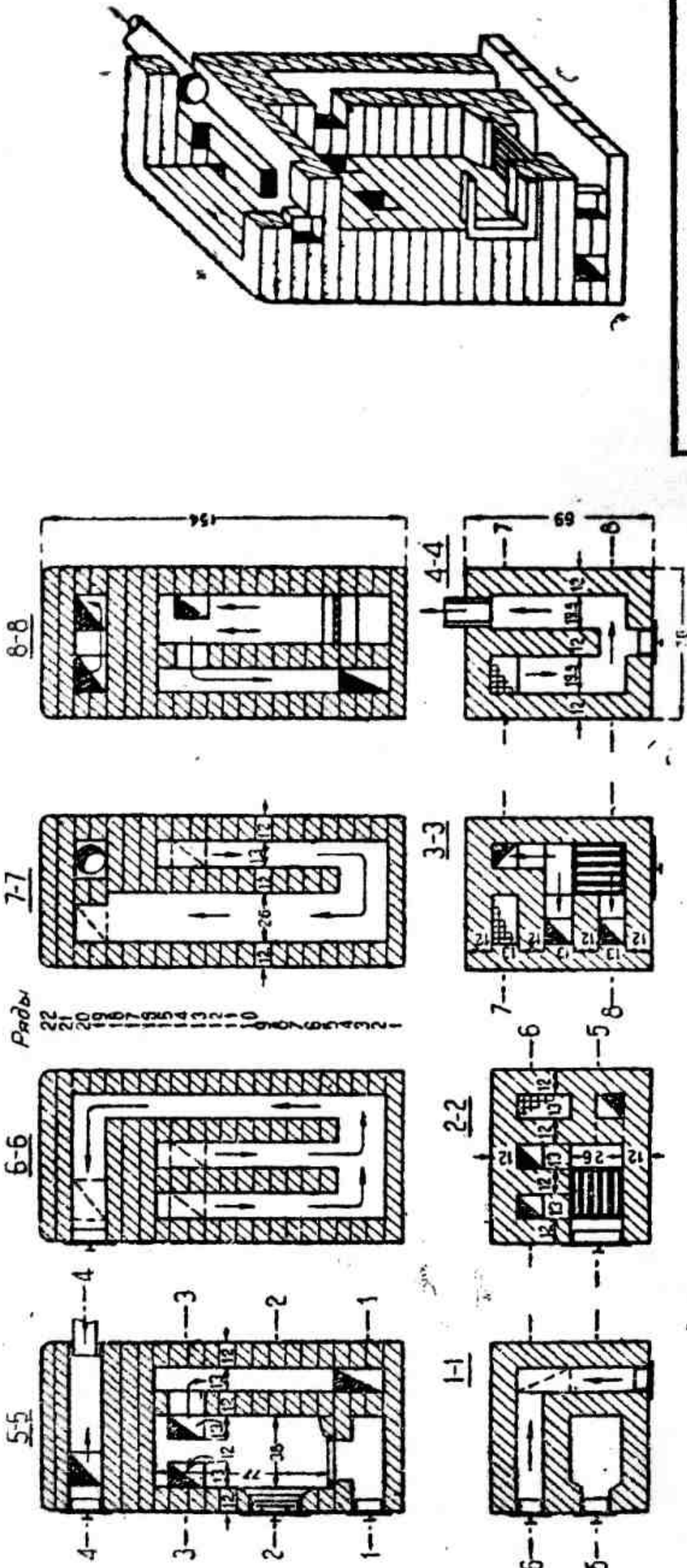
¹ Влияние указанных тупиковых каналов на степень нагрева верхнего пояса подлежит дальнейшему экспериментальному исследованию.



Материалы	
1. Кирпича красн. стандарт.	440 шт.
2. Глины	0,08 м ³
3. Песка	0,04 м ³
4. Топочн. дверку 25 × 28 см	1 шт.
5. Поддув. двер. и чисток 14 × 12 см	3
6. Решетку 25 × 25 см	1
7. Вьюшку или задвиж. 12 × 14 см	1

Рис. 6. Печь № 5 типа Браббе на 1670 кал в час. Разработана Г. И. Михиним.

Размеры в см. Масштаб 1/40. Полная поверхность печи 7,40 м². Полезная поверхность нагрева печи 5,90 м². Чистки заложить кирпичом на ребро на глиняном растворе. Теплоотдача печи с 1 м² в час 284 кал.



М а т е р и а л ы

1. Кирпича красн. стандартн.	380 шт.
2. Глины	0,08 м ³
3. Песка	0,04 м ³
4. Топочную дверку 25 × 28 см	1 шт.
5. Поддувальн. дверок и чисток 14 × 12 см	3
6. Решетку 25 × 25 см	1
7. Вьюшку или задвижку 25 × 25 см	1
8. Вентильон. клапан 12 × 14 см	1

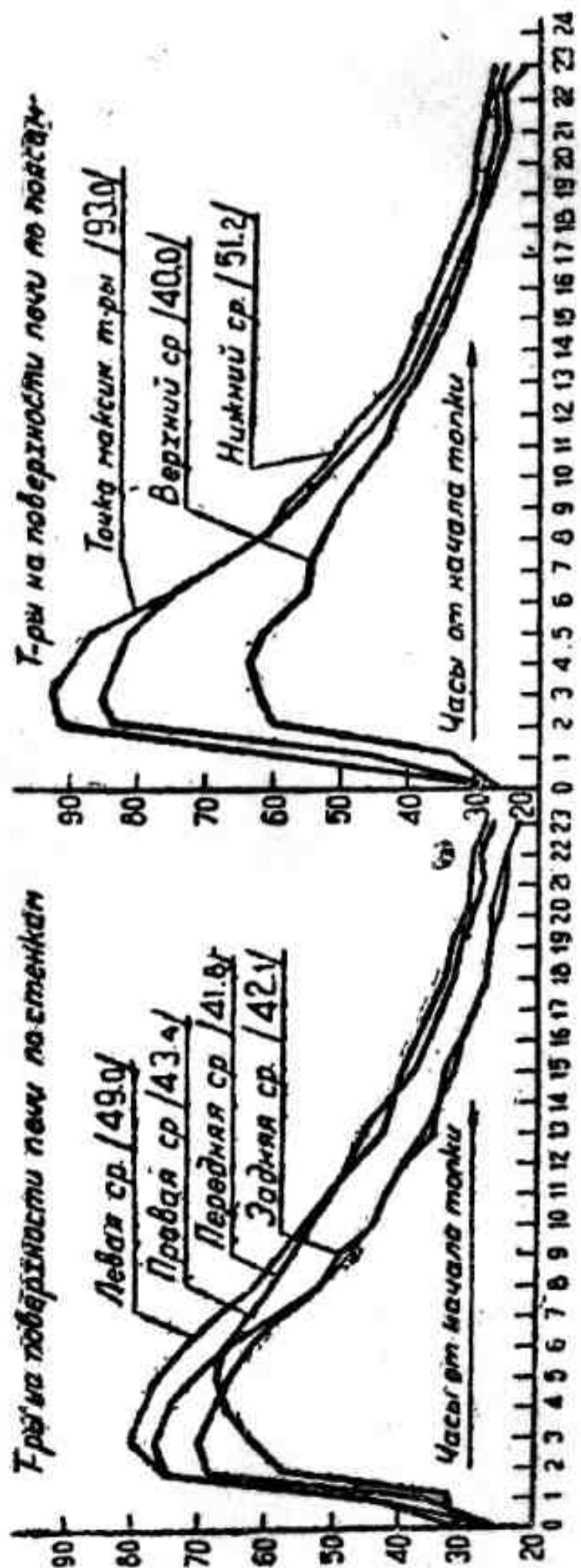
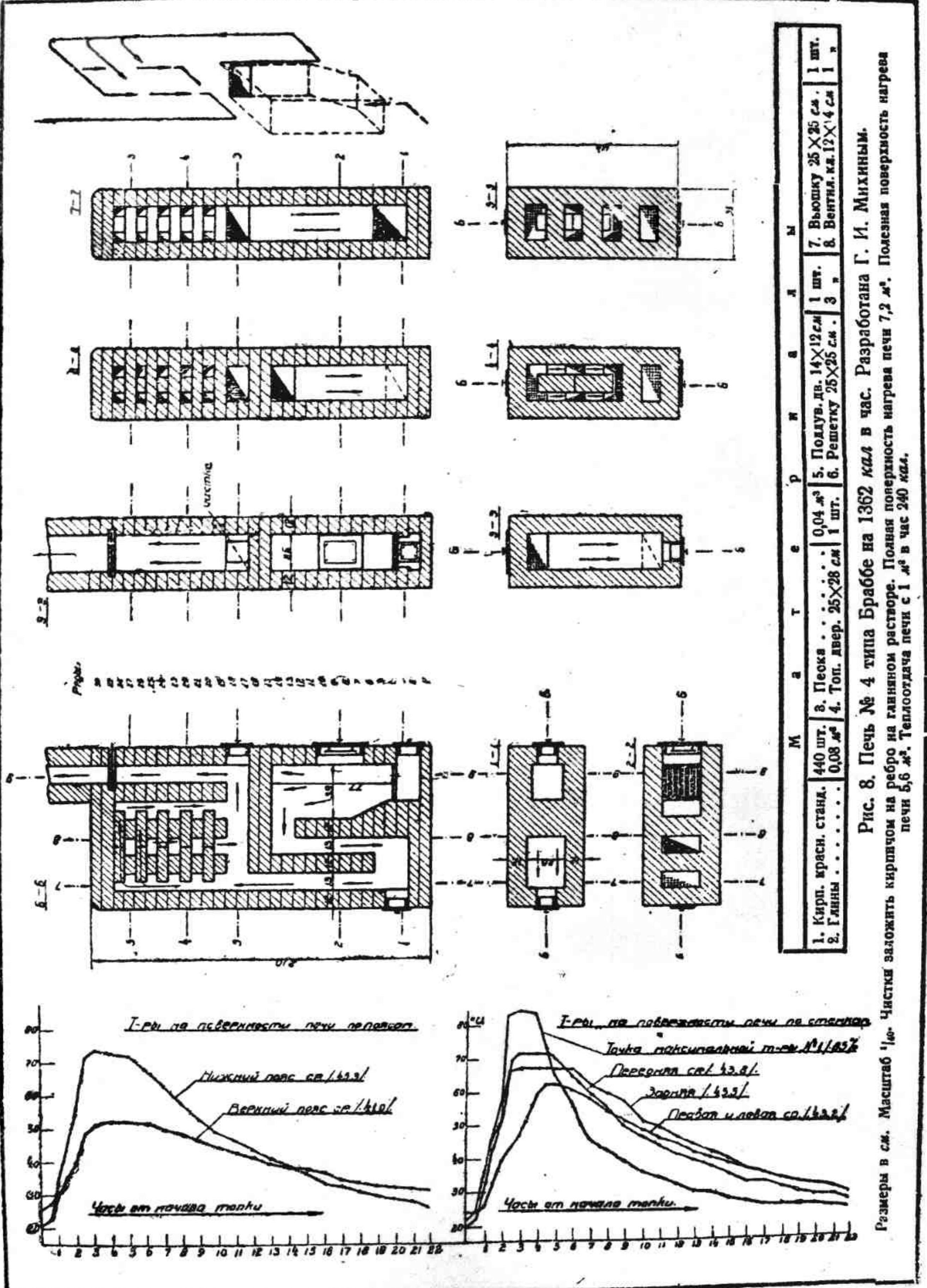


Рис. 7. Печь № 3 типа Кашкарова на 1280 ккал в час, разработанная Г. И. Михинным.

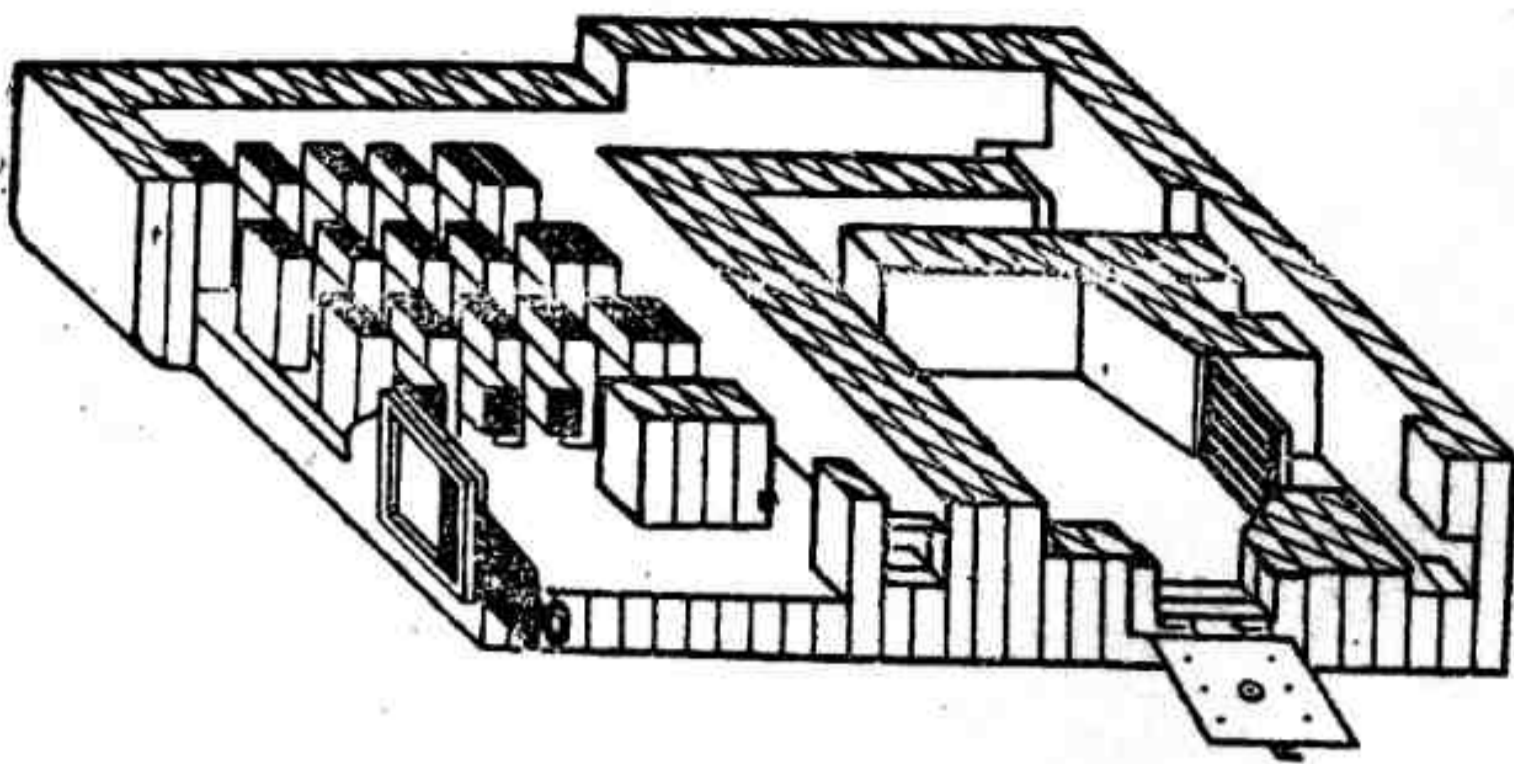
Размеры в см. Масштаб 1/40. Чистки заложить кирпичом на ребро на глиняном растворе. Полная поверхность нагрева 7,2 м². Полезная поверхность нагрева 5,76 м². Теплоотдача печи с 1 м³ в час 240 ккал.



М а т е р и а л ы			
1. Кирп. краси. станд. 440 шт.	3. Песка 0,04 м ³	5. Подлук. дв. 14x12 см 1 шт.	7. Вьюшку 25x25 см 1 шт.
2. Глины 0,08 м ³	4. Топ. двер. 25x28 см 1 шт.	6. Решетку 25x25 см 3 шт.	8. Вентил. к.в. 12x14 см 1 шт.

Рис. 8. Печь № 4 типа Браббе на 1362 ккал в час. Разработана Г. И. Михиным.

Размеры в см. Масштаб 1/10. Чистки заложить кирпичом на ребро на глиняном растворе. Полная поверхность нагрева печи 7,2 м². Полезная поверхность нагрева печи 5,6 м². Теплоотдача печи с 1 м³ в час 240 ккал.



Материалы	
1. Кирп. красн. стандартн.	660 шт.
2. Глины	0,1 м ³
3. Песка	0,07 "
4. Топочн. дверок 25 × 28 см.	1 шт.
5. Поддувальн. двер. 14 × 12 см	3 "
6. Решетку 25 × 25 см	1 "
7. Вьюшку или задвижку 25 × 25 см	1 "
8. Вентиляц. клапан 12 × 14 см	1 "

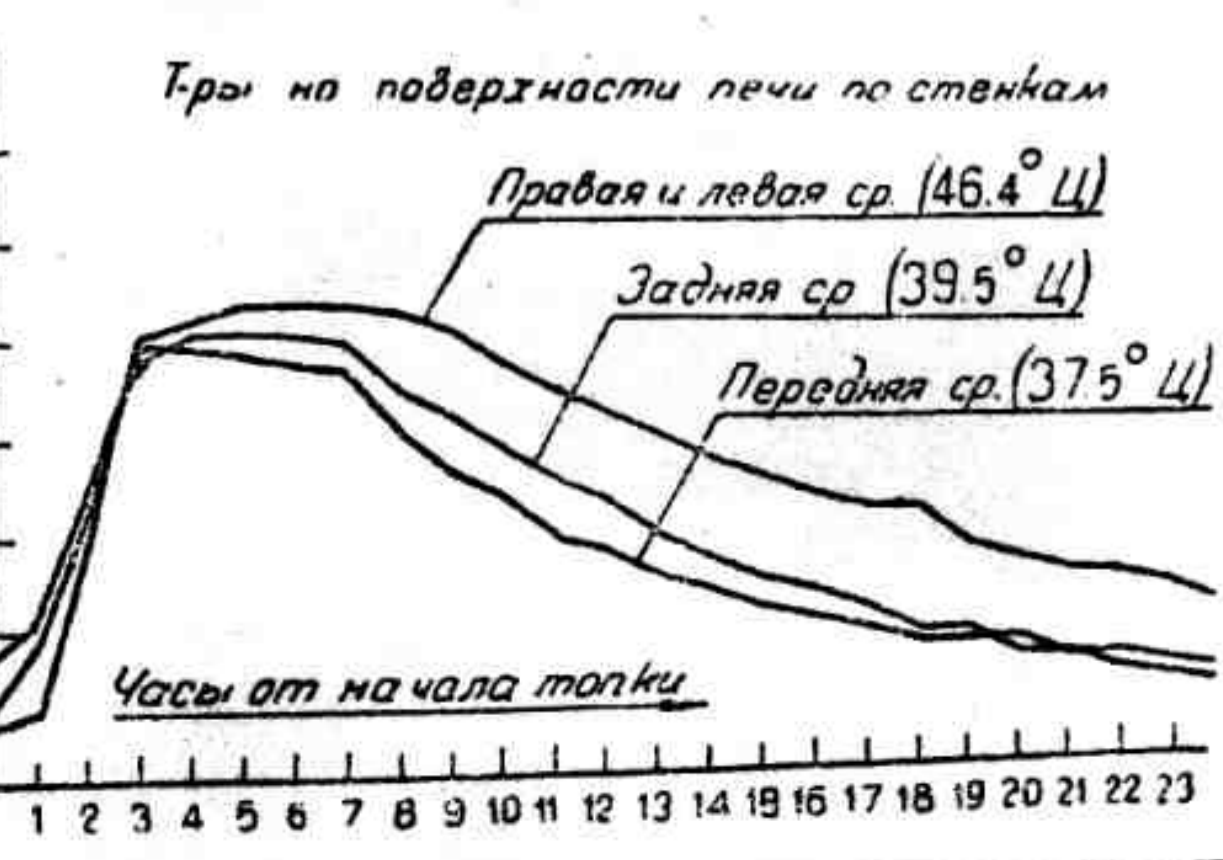
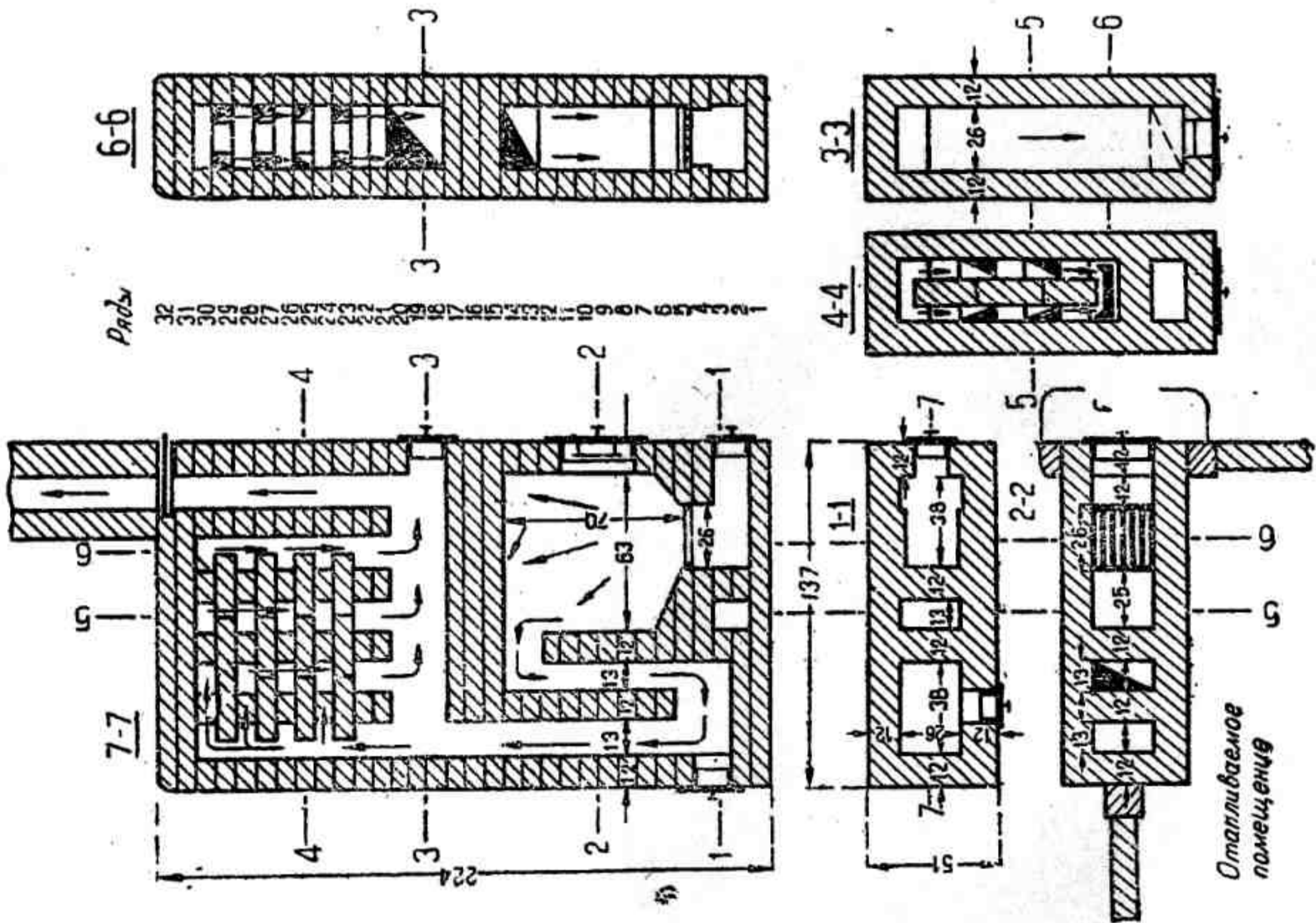
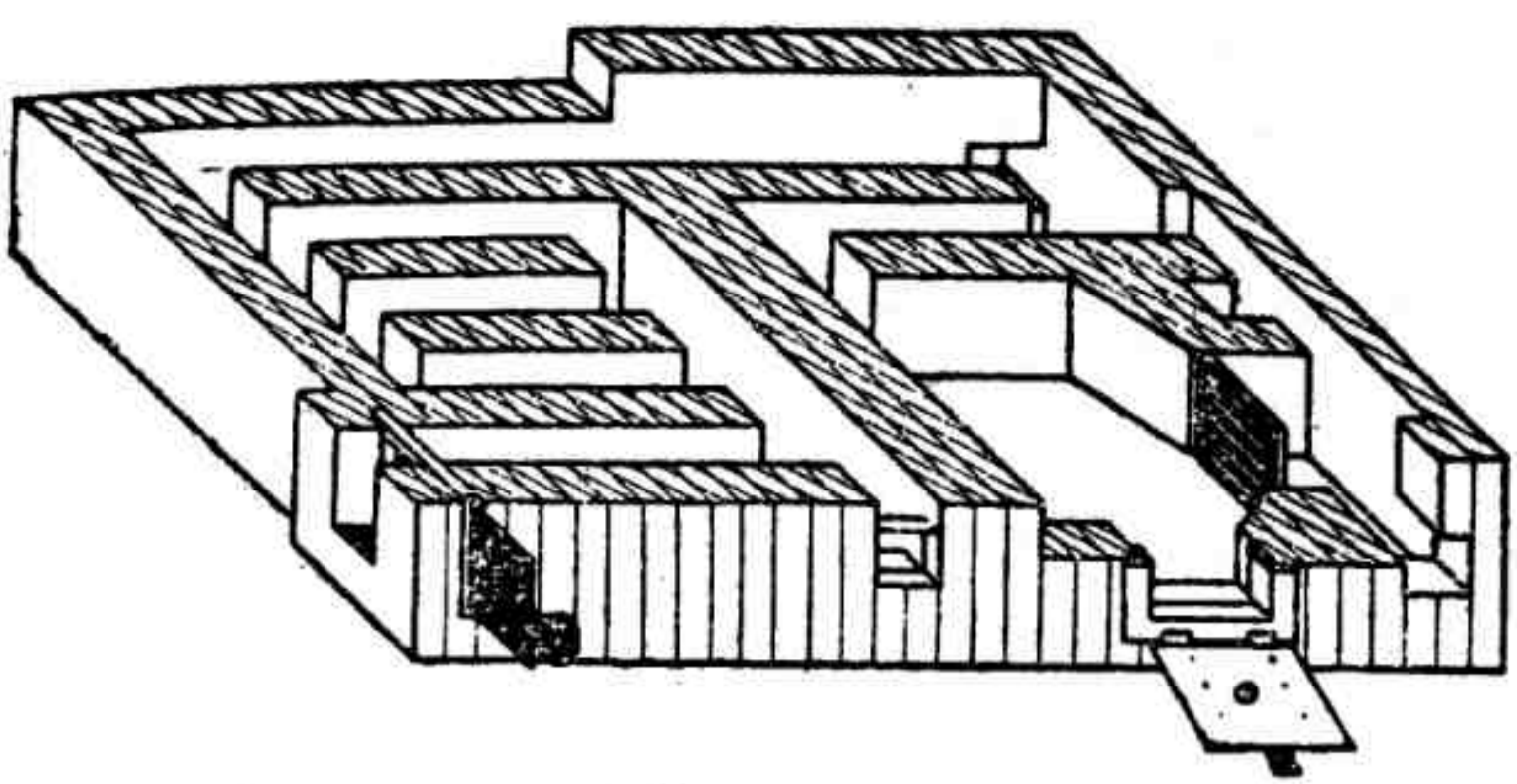


Рис. 10. Печь № 7 типа Браббе на 2724 кал в час. Разработана Г. И. Михиным. Размеры в см. Масштаб 1/40. Полная поверхность печи 8,4 м². Полезная поверхность нагрева печи 6,7 м². Чистки заложить кирпичом на ребро на глиняном растворе. Теплоотдача с 1 м² в час 400 кал.



Материалы	
1. Кирп. станд. красн.	660 шт.
2. Глины	0,1 м ³
3. Песка	0,7 "
4. Топочн. дверку 25 × 28 см.	1 шт.
5. Поддув. дверок 14 × 12 см.	3 "
6. Решетку 25 × 25 см.	1 "
7. Вьюшку или задв. 25 × 25 см	1 "
8. Вентиляц. клапан 12 × 14 см	1 "

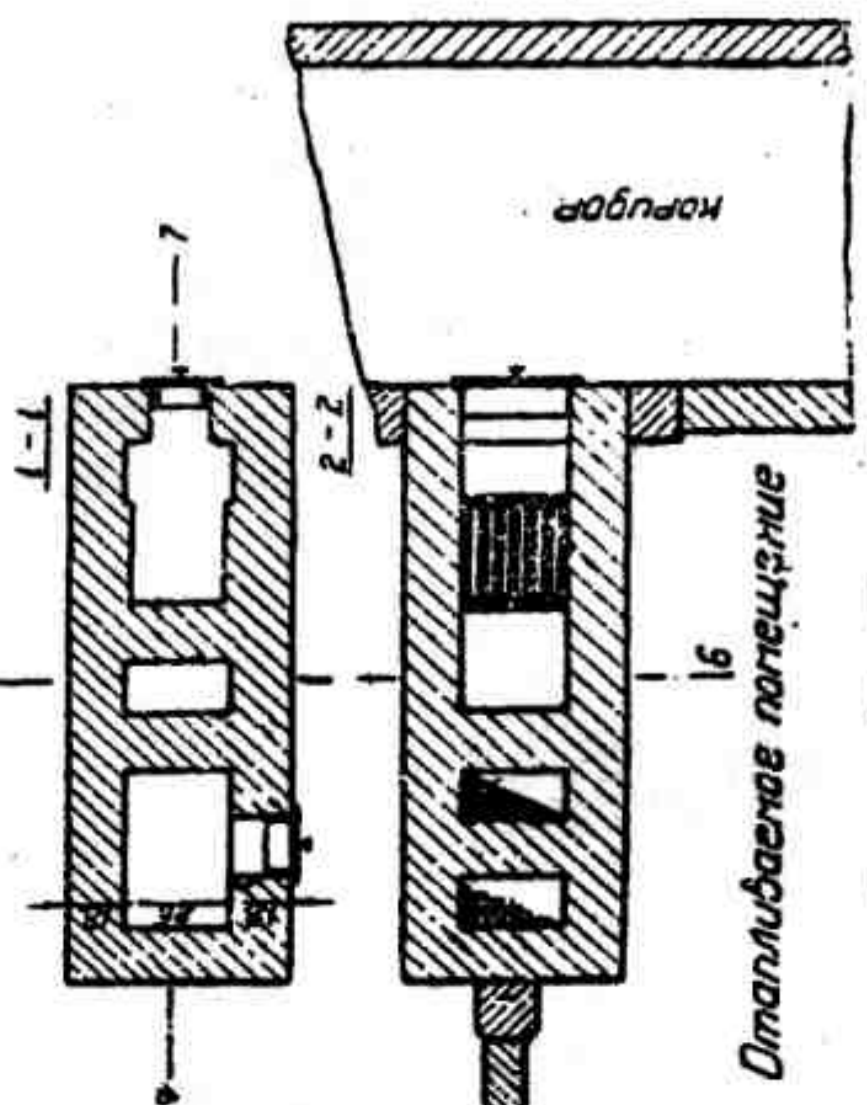
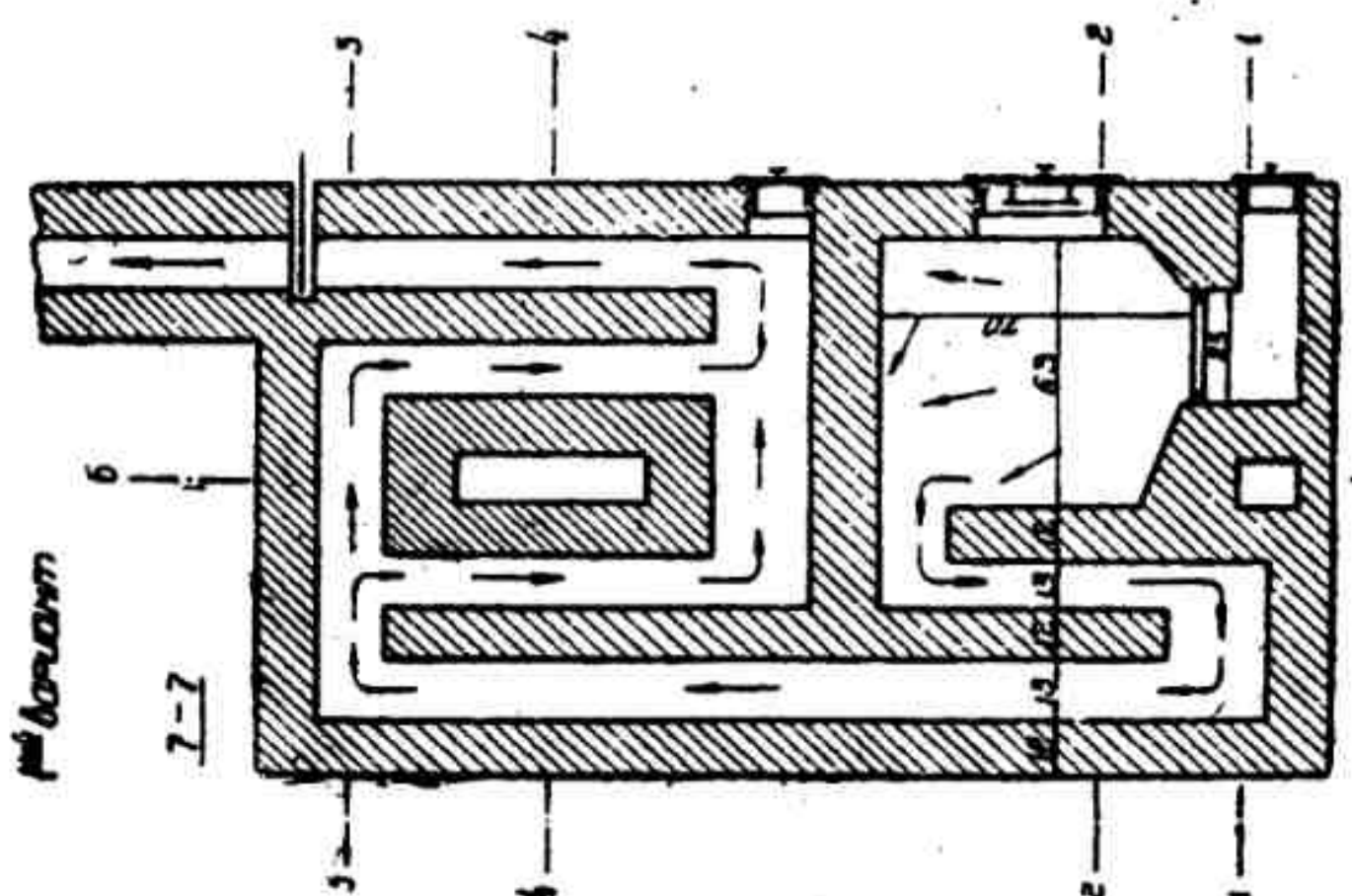
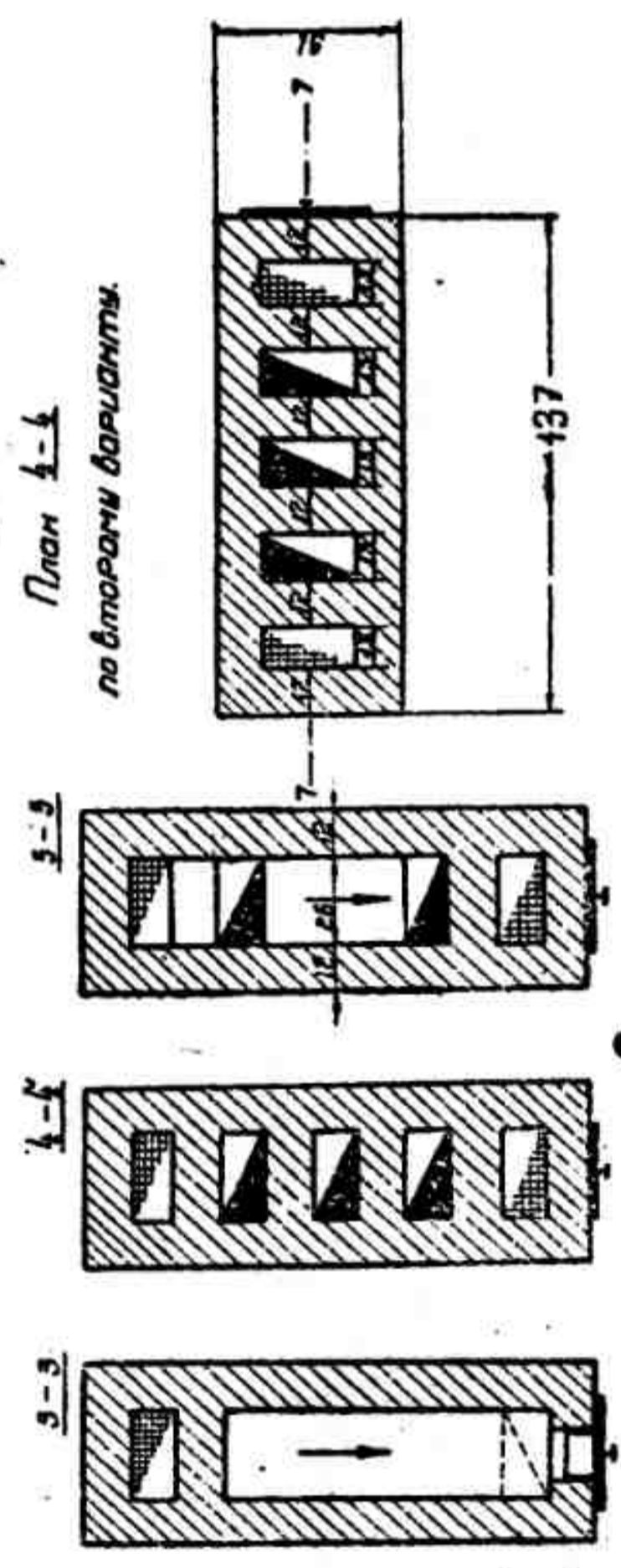
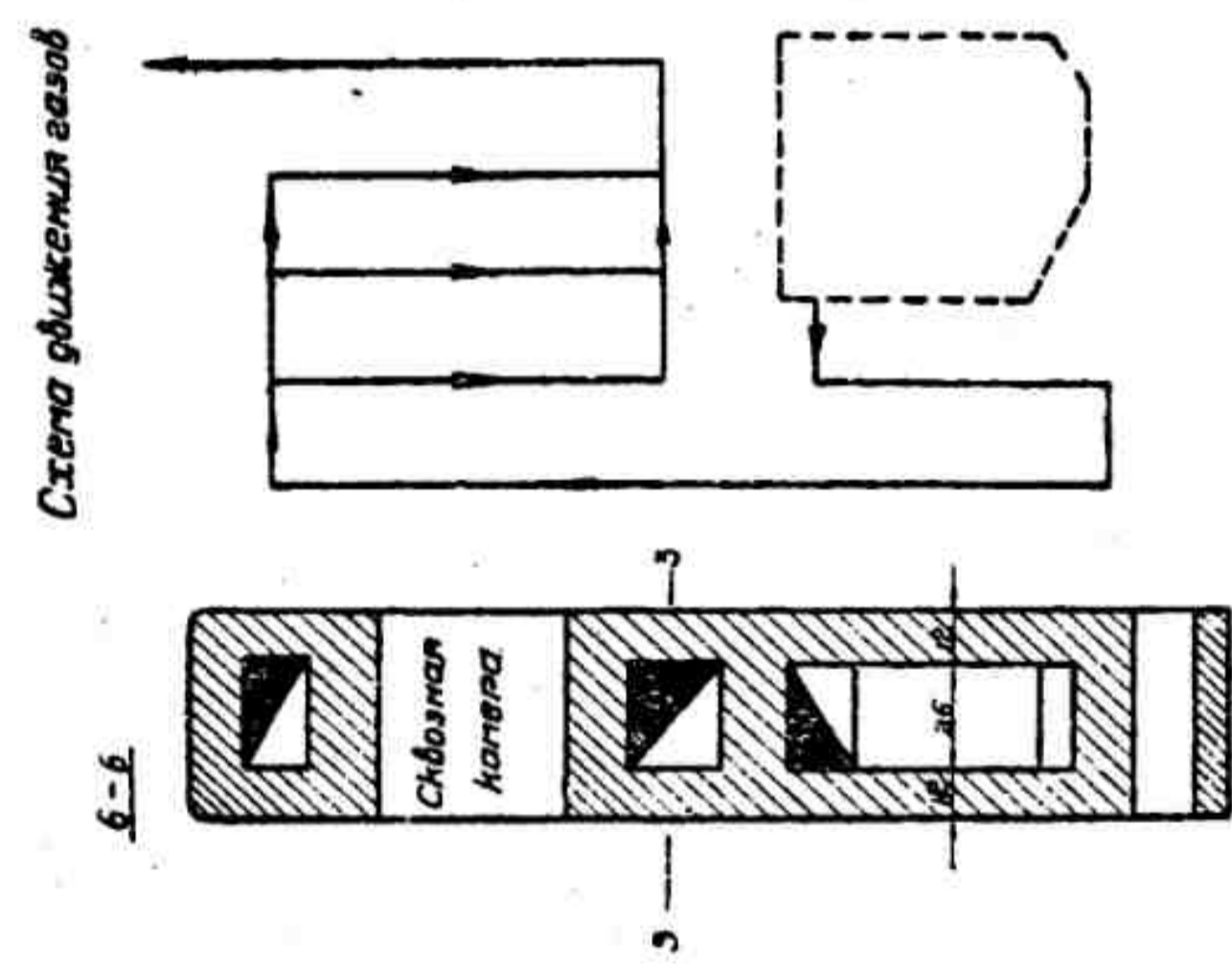
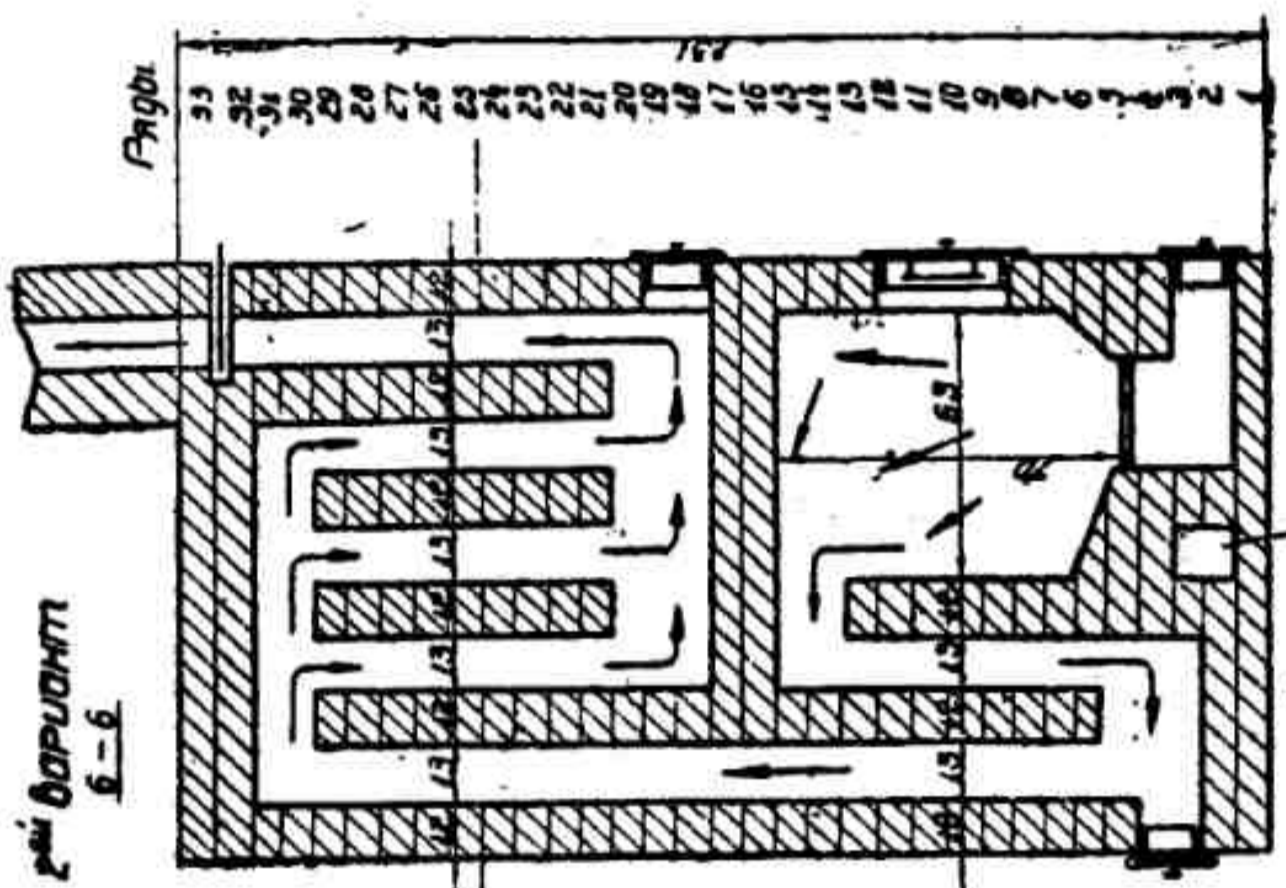
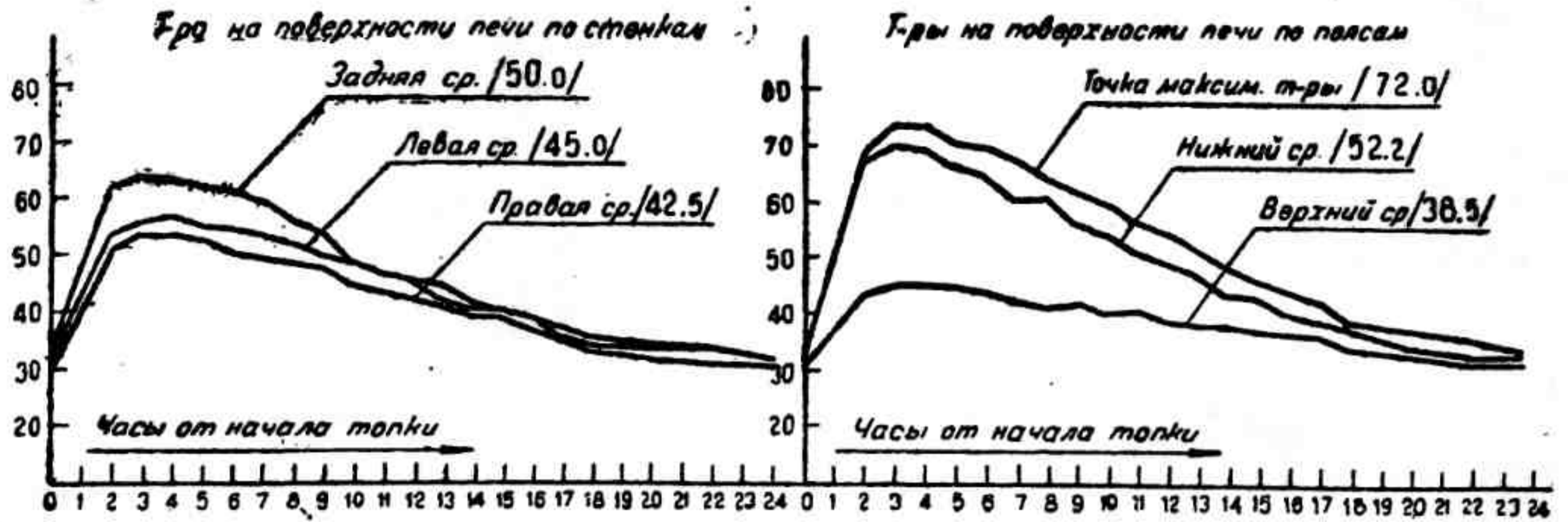
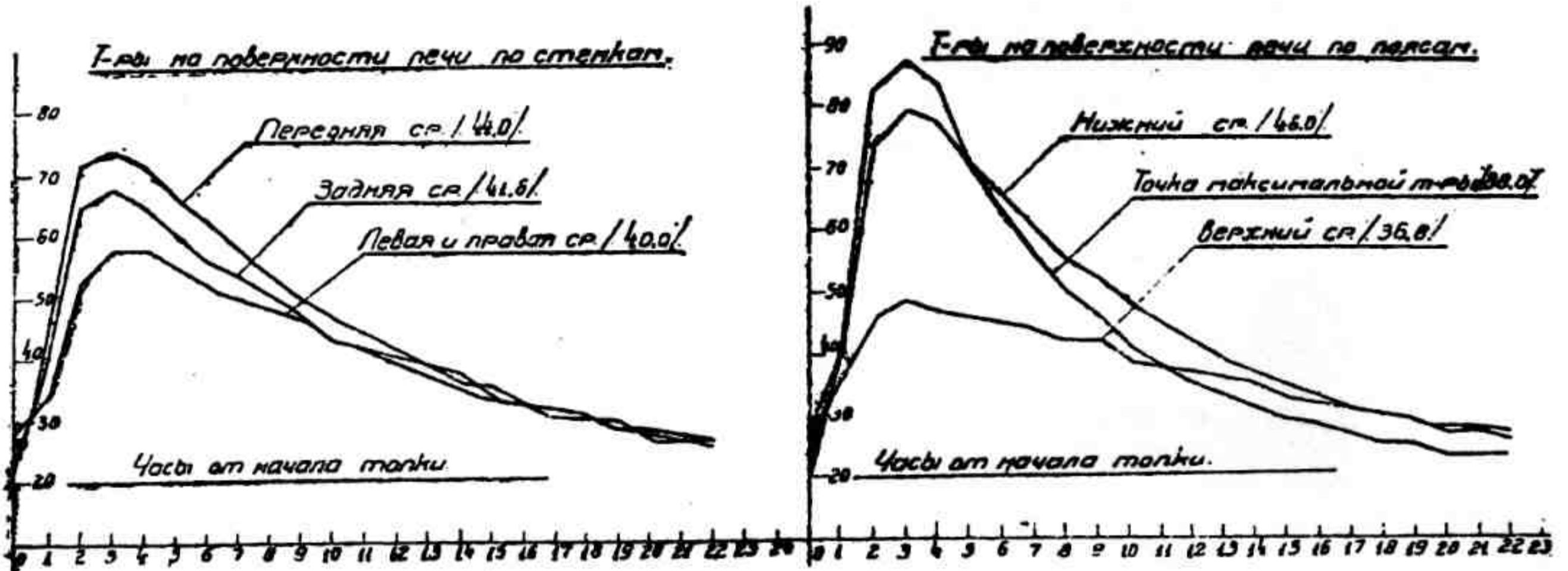


Рис. 11. Печь № 8 типа Браббе на 2750 кал в час, разработанная Г. И. Михинным.

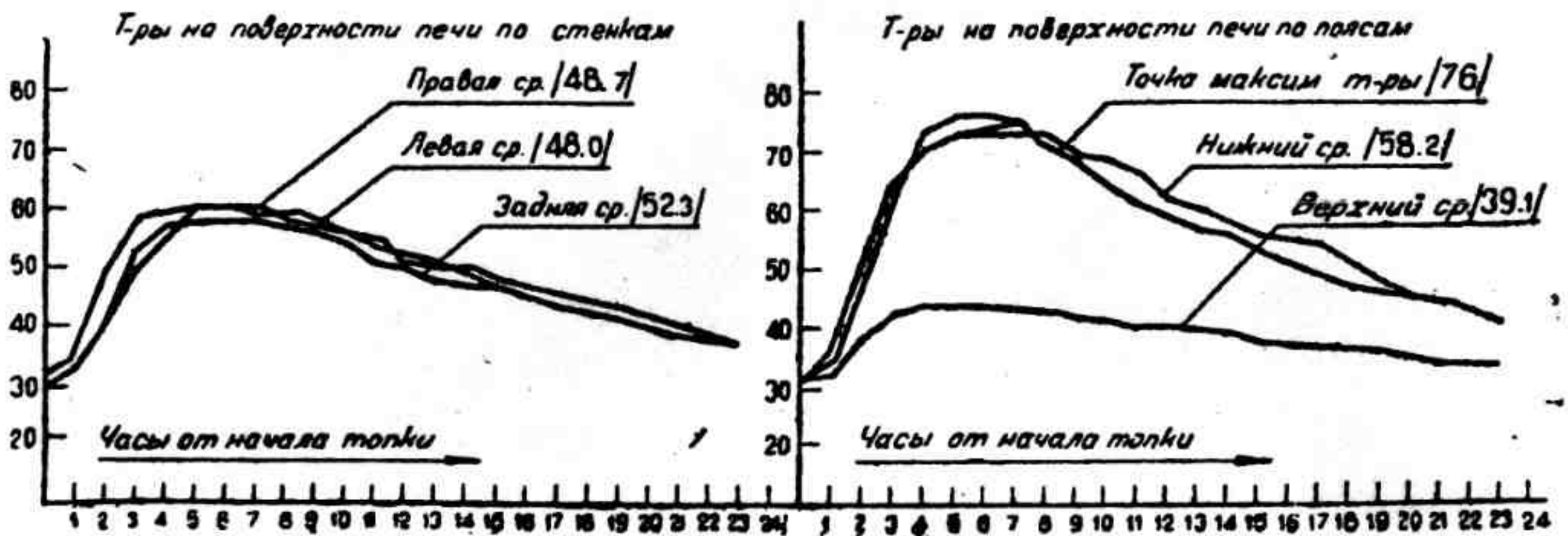
Размеры в см. Масштаб 1/40. Чистки заложить кирпичом на ребро на глиняном растворе. Полная поверхность нагрева 8,7 м². Полезная поверхность нагрева 7,02 м². Теплоотдача печи с 1 м² в час 390 кал. Характеристика печи приведена для 2-го варианта.



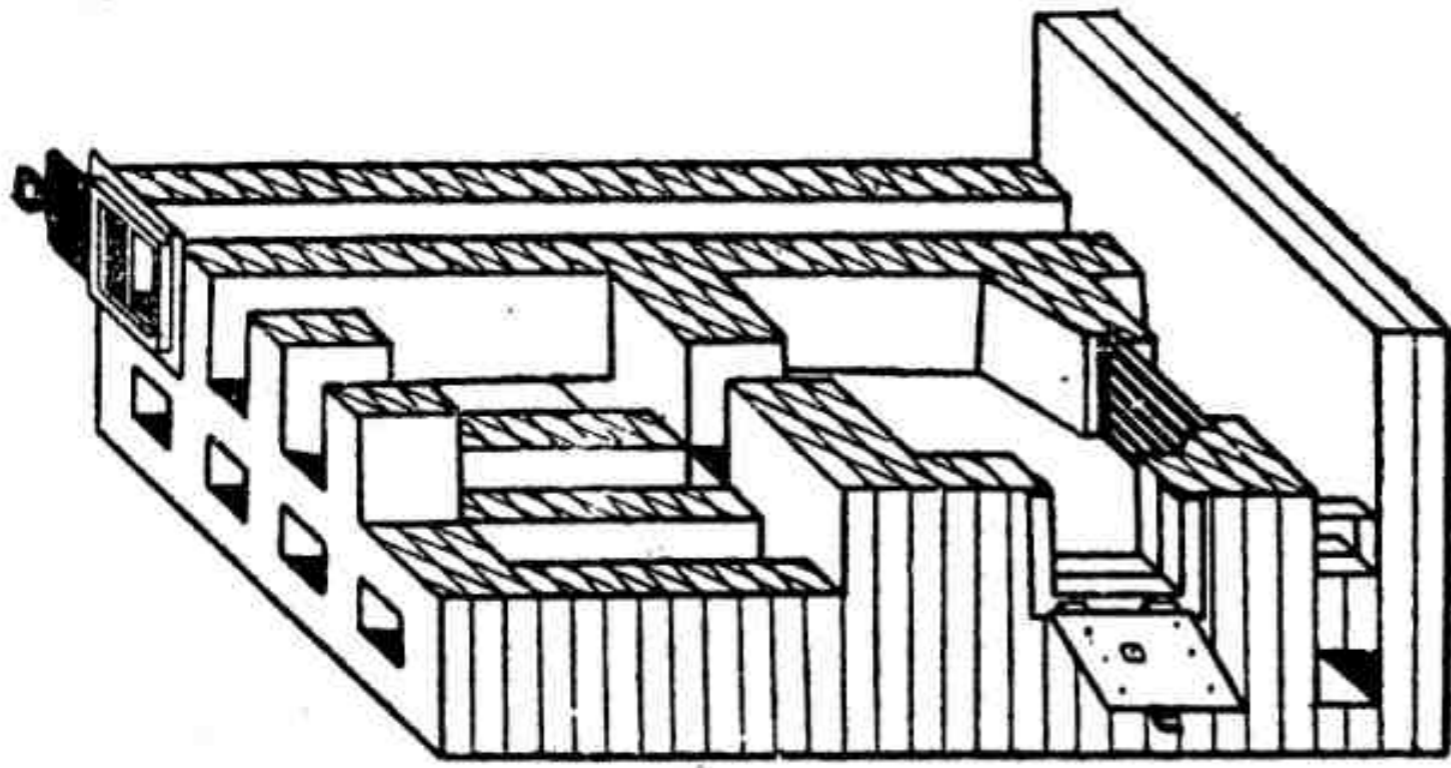
К рис. 11.



К рис. 12.



К рис. 13.



М а т е р и а л ы

1. Кирпича красн. стандарт.	940 шт.
2. Глины	0,2 м ³
3. Песку	0,1 м ³
4. Топочную дверку 25 × 28 см	1 шт.
5. Поддувальн. дверок 14 × 21 см	4 "
6. Решотку 25 × 25 см	1 "
7. Вьюшку или задвижку 25 × 25 см	1 "
8. Вентяцлон. клапан 12 × 14 см	1 "

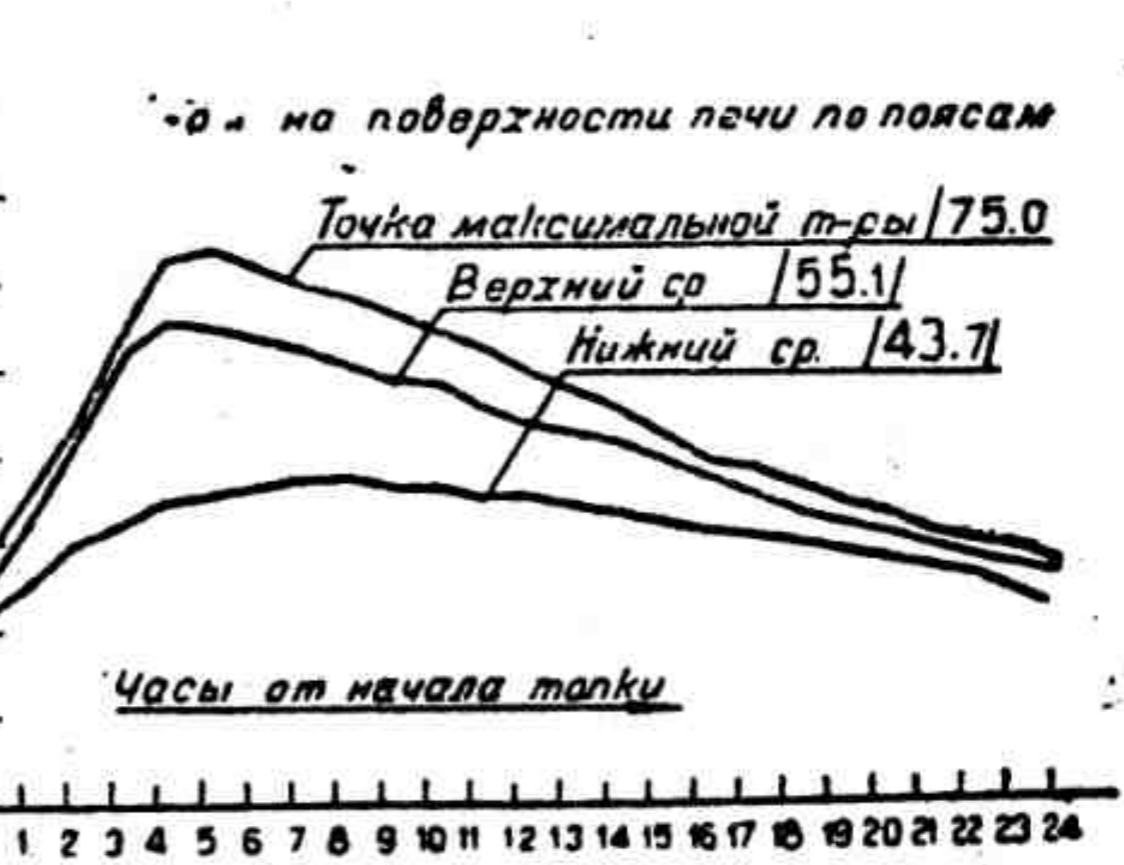
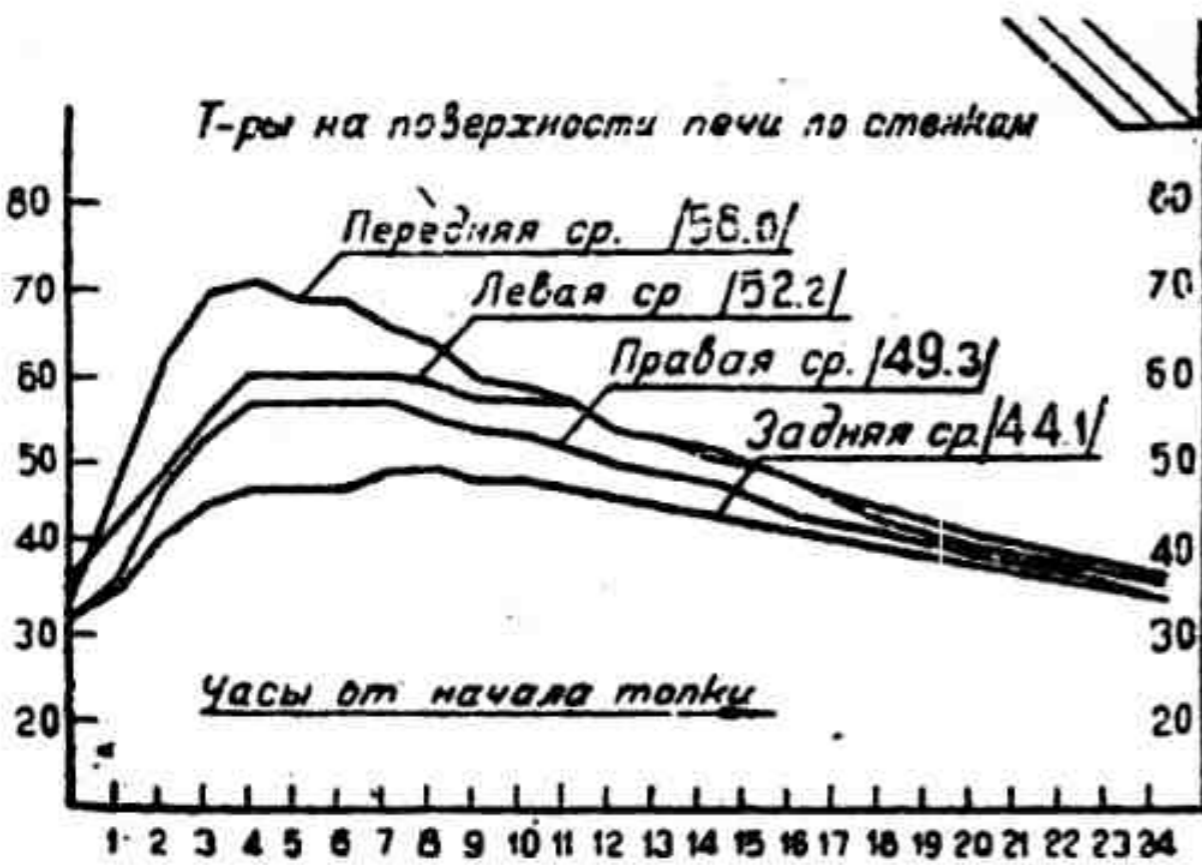
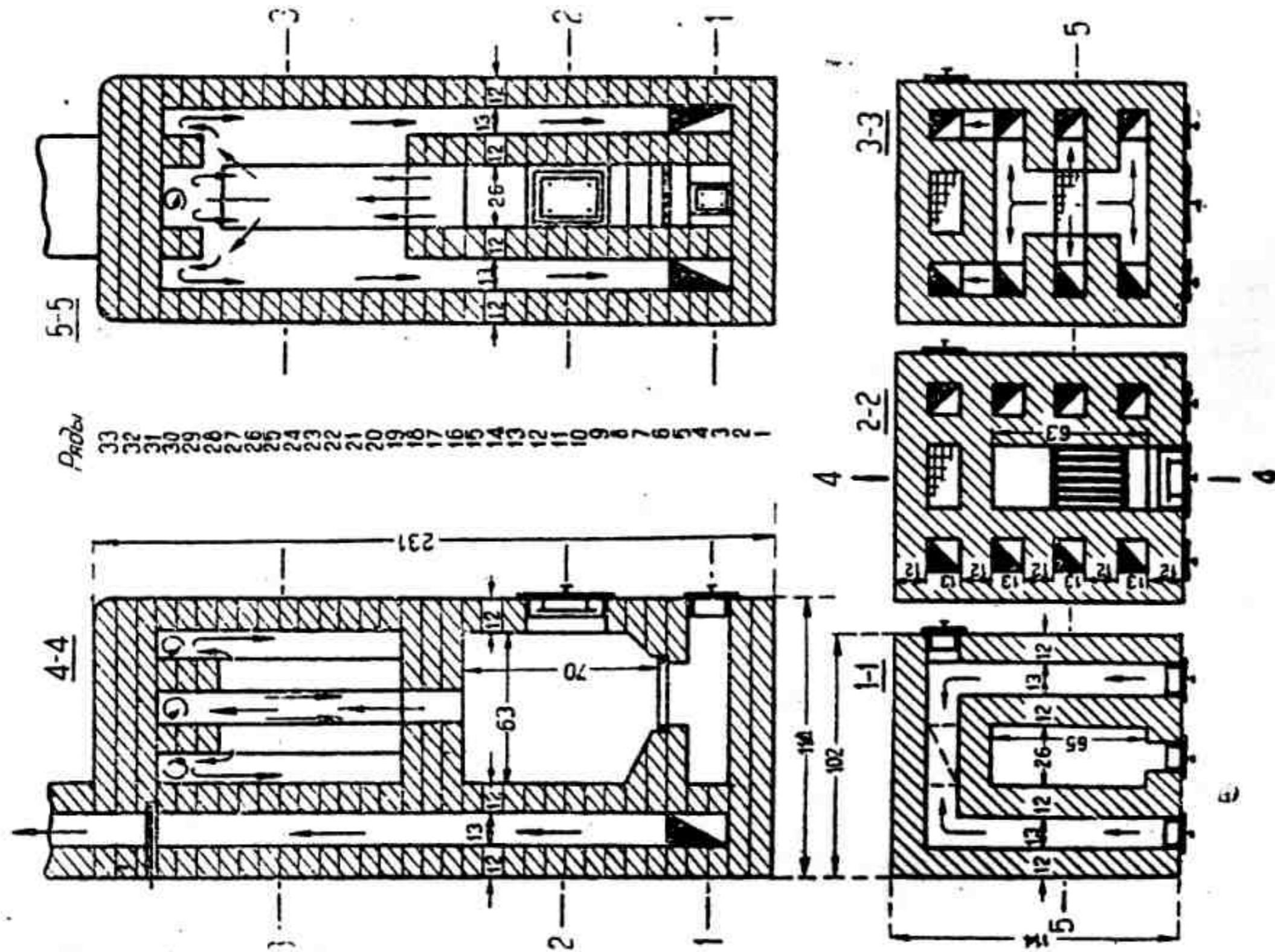


Рис. 15. Печь № 12 системы Грум-Гржимайло на 3500 ккал в час, разработанная Г. И. Михиним.

Размеры в см. Масштаб 1/40. Полная поверхность печи 9,79 м². Полезная поверхность нагрева 7,83 м². Чистки заложить кирпичом на ребро на глиняном растворе. Теплоотдача печи с 1 м² в час. 447 ккал.