

УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ШКОЛ ФЗУ, ПТК И КРУЖКОВ
ТЕХМИНИМУМА

Инж. В. П. ПРОТОПОПОВ

ПЕЧНОЕ ДЕЛО

19  34

ОНТИ • ГОССТРОЙИЗДАТ

34-4
1475a

697

П-81

Инж. В. П. ПРОТОПОПОВ

ЧИТАЛЬНИ
ИЗМ. №. И. №. 0:0

ПРОВЕРЕНО

ПЕЧНОЕ ДЕЛО

Утверждено ГУУЗ НКТП в качестве учебника для школ ФЗУ и учебного пособия для ПТК и кружков техникума по строительной промышленности.

5849

ПРОВЕРЕНО
1944 г.

БИБЛИОТЕКА
МОСКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
И. К. Т. П. СССР

СИСТ. КАТ. № 87279
ИНВЕНТАРН. № 87279
ЦЕНА 3 05

19  34

МОСКВА—ОЛТИ • НКТП • СССР—ЛЕНИНГРАД
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ И СУДОСТРОЕНИЯ
ГОССТРОЙИЗДАТ

Рецензент Л. Л. Триглер.
Отв. редактор М. И. Ковальский.
Техн. редактор Е. Д. Гракова.
Выпускал А. П. Краков.



Госстройиздат.

Выход в свет июль 1934 г.

3-я тип. ОНТИ им. Буларина. Ленинград, ул. Моисеевко, 10.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	5
Глава I.	
1. Общие понятия. Требования к отоплению. Понятие о печах. Величины, характеризующие печь.	9
2. Топливо. Виды топлива. Химический состав топлива. Теплотворность топлива	14
3. Горение. Понятие о горении. Полное и неполное горения. Процесс горения. Условия полного горения	20
4. Топливники. Требования к топливнику. Коэффициент полезного действия топливника. Типы топливников комнатных печей.	26
Глава II.	
5. Основные законы движения газов в каналах. Сила, движущая газы в каналах. Сопротивление движению газов в каналах. Картина движения газов в дымооборотах. Принцип саморегулирования параллельных опускающих дымооборотов печей. Расслаивание газового потока	43
6. Дымообороты. Требования к дымооборотам. Системы дымооборотов; преимущества и недостатки их	53
Глава III.	
7. Требования к отопительным печам. Коэффициент полезного действия печи. Влияние конструкции на теплоемкость и теплоотдачу печи. Требования к печам	62
8. Печи большой и малой теплоемкости. Голландская печь. Печь Утермарка. Печь Свиязева. Печь Лукашевича.	66
9. Новые конструкции печей большой и средней теплоемкости. Печь Строгонова. Печь Браббе. Печь Смухлина. Печь Кашкарова. Печь Протопопова. Печь Теплового института. Печь Военностроительного управления. Печь Грум-Гржимайло. Печь Быльчинского. Печь Инпорса	74
10. Многоэтажные и сборные печи. Шестиэтажная печь Ковалевского. Двухэтажная печь Тричледа. Трехэтажная печь Грум-Гржимайло и Подгородника. Четырехэтажная печь Протопопова. Сборные печи и дымоходы. Сборная печь „Газовая вьюшка“ Подгородника. Сборная печь „Ламке“ конструкции Овсянникова. Сборная печь Протопопова.	92
11. Печи временного характера и малой теплоемкости. Понятие; преимущества и недостатки печей малой теплоемкости. Металлические печи малой теплоемкости. Печи временного характера. Каминны	107
Глава IV.	
12. Печные приборы (гарнитура печей). Значение гарнитуры. Классификация печных приборов. Гарнитура топливника: топочные и поддувальные дверцы, колосниковая решетка, зольниковый ящик. Приборы для закрывания трубы и регулирования тяги. Прочистные дверцы. Розетки, душники и пр.	113
13. Расчет печей. Задачи, встречающиеся на практике. Общее выражение для расчета потери тепла помещением. Измерение поверхностей внешних ограждений. Выбор величины внутренней температуры. Внешняя расчетная температура. Добавки. Расчетная таблица. Для чего определяется потеря тепла помещения. Теплоотдача печи. Определение основных размеров печи. Расчет топливника. Толщина стенок печи. Расчет колосниковой решетки. Размер поддувала. Размер дымооборотов. Пример расчета печи	124

Глава V.

14. Устройство дымовых и вентиляционных каналов. Классификация каналов. Число каналов. Расположение каналов. Направление каналов. Форма поперечного сечения. Размеры поперечного сечения. Конструкция каналов. Стойки и борозы. Головки. Установка вьюшек и задвижек. Приспособления для очистки 143
15. Устройство оснований для печей. Основания для печей в нижнем этаже. Устройство оснований под печи верхних этажей в каменных зданиях. Основания для печей в деревянных зданиях. 156
16. Пожарная профилактика. Необходимость изоляции. Изоляционные материалы. Общее правило пожарной профилактики. Изоляция и разделки у печей. Разделки и раслушки у каналов. Укладка деревянных балок. Железные балки как причина пожаров. Отступки и холодные четверти. Противопожарные меры на чердаках. Перекидные рукава и патрубки. Установка временных печей 164

Глава VI.

17. Русские и хлебопекарные печи. Функции русской печи. Значение русской печи. Обыкновенная (примитивная) русская печь. Улучшения русской печи. Улучшение процесса горения. Русские печи с дымооборотами. Русские печи с отдельным топливником. Хлебопекарные печи 176
18. Кухонные очаги, котлы, банные и тому подобные печи. Кухонные очаги (плиты). Пищеварные котлы. Водогрейные устройства. Печи для бани 190
19. Воздушное (калориферное) отопление. Центральные системы отопления. Воздушное отопление. Калориферы. Камера. Регулирующие приспособления 200

Глава VII.

20. Материалы, инструмент и приспособления для печных работ. Материалы для печных работ. Инструменты. Приспособления для печных работ. 205
21. Организация работы печника. Значение организации. Основные принципы. Разделение труда. Планирование работ и подготовка к работе. Организация рабочего места. Нормализация рабочих движений. Режим в работе. Кооперационный контроль 213
22. Производство печных работ. Приготовление глиняного раствора. Приготовление известкового и цементного растворов. Кладка кирпича горизонтальными рядами на глиняном растворе. Околка и теска кирпича. Кладка фундаментов и дымовых труб на известковом и цементном растворах. Кладка ступов и арок. Облицовка изразцами. Установка и укрепление гарнитуры. Отделка поверхности. 219

Глава VIII.

23. Дефекты и болезни печей. Ремонт, исправления и переделки. Дымление. Конденсация продуктов горения в дымоходах. Слабый, неравномерный и чрезмерный нагрев печи. Быстрое остывание печи. Большой расход топлива. Низкая температура в помещении. Перегрев помещения. Трещины в штукатурке и в стенах печи. Выкидывание пламени из топливника и взрывы печей. Ремонт, исправление и переделка печей. 245
24. Нормы расхода материалов и рабочей силы на печные работы. Значение и происхождение норм. Содействие Всесоюзных норм. Всесоюзные нормы расхода материалов и рабочей силы на строительные работы (выписка). Как пользоваться "Нормами". Примеры. 262
25. Сдача-примерка печных работ. Уход за печами. Осмотр и обмер работ. Просушка и пробная топка печей. Понятие об испытании печей помощью специальной аппаратуры. Простейшие способы испытания печей. Уход за печами и топками 269

ВВЕДЕНИЕ.

ПОЛОЖЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ПЕЧНОГО ДЕЛА В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.

Из всех отраслей строительной промышленности, сильно отставшей по сравнению с другими областями техники, наиболее отсталым является печное дело. Этому способствует распространенный (подчас в среде самих строителей) взгляд на печное дело как на весьма простое и не заслуживающее особого внимания. Печное отопление обычно не проектируют, чертежей печей на стройку не дают; технадзор обращает внимание почти исключительно на внешний вид печей, особенно изразцовых; все дело предоставляется самим рабочим-печникам, которые, за чрезвычайно редкими исключениями, совершенно не знакомы с новыми рациональными конструкциями и выполняют свои работы по-старинке. Такое отношение к печному делу не только в корне неправильно, но должно быть признано совершенно недопустимым.

Современная строительная техника в своем развитии, вполне естественно, направлена в сторону применения систем центрального отопления, а не печного, и притом в сторону укрупнения этих систем и создания теплоцентралей для отопления целых поселков из одной котельной. Однако мы еще долгое время будем принуждены применять печи для домашнего отопления. В связи с коллективизацией сельского хозяйства и переходом к новому быту чрезвычайно остро стоит вопрос о замене индивидуальных русских печей рядом общественных печей (хлебопекарных, пищеварных и пр.) и небольших экономных печей для отопления крестьянских жилищ. Существуют также области, как например, разбросанное мелкое сельское строительство, отдельные здания вдоль ж.-д. линий, пограничные кордоны, где и в будущем теплофицирование неприменимо и где печи будут применяться еще много лет, пока не будут вытеснены дешевыми электронагревательными приборами. Но если даже со временем исчезнут все печи для отопления, то все же останется огромное количество очагов и печей специального (хозяйственного) назначения. Поэтому смотреть на печное дело, как на отжившее свой век, нельзя.

Не будет большой ошибки, если считать, что в нашем Союзе имеется 20 млн. русских печей (одна печь на 5—6 чел.) и 5 млн. комнатных печей. Считая по 15 кг дров на 1 топку и принимая продолжительность отопительного сезона 150 дней, получим расход дров в год на 1 русскую печь 5400 кг и на 1 комнатную — 2250 кг, а на все печи около 120 млн. т, или 240 млн. м³ дров. Чтобы нарубить такое количество дров, требуется свыше 1 млн. га дровяного леса. Одна Москва тратит в год на отопление свыше 20 млн. руб. Следовательно экономия всего лишь 10% расходуемого на отопление и приготовление пищи топлива, составляет сотни миллионов рублей в год. Отсюда становится понятной вся важность применения новых рациональных конструкций печей и вообще рационализации всего печного дела.

Практика последних строительных сезонов показала, что кадры печников недостаточны. У нас к сожалению считают печниками всех, кто умеет класть кирпичи и притесывать изразцы, что же касается знания конструкций печей, то в этом отношении хороших, технически грамотных печников очень мало. Печное дело отличается от других ремесел: в изделиях плотника, столяра, каменщика и т. д., по наружному виду можно не только оценить качество изделия, но и видеть конструкцию вещи; конструкция же законченной печи обычно совершенно недоступна обозрению, и ошибки печника остаются необнаруженными. Поэтому от хорошего печника требуется значительно больше самостоятельности в решении конструктивных задач и больше теоретических знаний и опыта, чем от других строительных профессий. Обыкновенно более или менее хорошие конструкции печей получаются у печников в результате долгих лет работы и целого ряда ошибок. Значительно лучшего результата и несравненно быстрее можно достигнуть *изучением теории печного дела*. Настоящий курс и служит этой цели.

ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ИЗУЧАЕМОГО ПРЕДМЕТА.

Чтобы быть хорошим печником, а тем более бригадиром нужно не только знать правильные приемы работ и уметь производить кладку печей, но и быть хорошо знакомым как с конструкциями различных печей, так и с теоретическими основами печного дела. Помимо знания конструкций отопительных печей и печей специального назначения печник должен знать устройство дымовых и вентиляционных каналов и труб и оснований для печей. Далее, ему нужно знать требования и нормы пожарной безопасности, а также болезни и дефекты (недостатки) печей и способы их устранения. Из теории печник должен быть хорошо знаком с процессом горения топлива и законами движения газов по каналам печей. Только ясное представление о всех процессах, происходящих в печи, и о законах природы, ими управляющих, дает возможность правильно сконструировать печь и тем увеличить коэффициент (степень) ее полезного дей-

ствия. Поэтому основные темы (разделы) настоящего курса будут следующие:

I. Общие понятия. Главные части печи. Величины, характеризующие печь.

II. Топливник. Топливо. Процесс горения. Требования к топливникам. Конструкции топливников.

III. Дымообороты. Законы движения газов в каналах. Требования к дымооборотам. Конструкция дымооборотов.

IV. Конструкции отопительных печей.

V. Расчет отопительных (комнатных) печей.

VI. Печная гарнитура (приборы).

VII. Устройство дымовых, жаровых и вентиляционных каналов и труб. Устройство оснований для печей.

VIII. Пожарная профилактика (требования пожарной безопасности).

IX. Печи специального (хозяйственного) назначения.

X. Устройство воздушного (калориферного) отопления.

XI. Материалы, инструменты и приспособления для печных работ и производство печных работ.

XII. Дефекты и болезни печей. Ремонт, исправления и переделки.

Весь курс будет изложен в 8 главах. Так как курс рассчитан на лиц, практически уже знакомых с печным делом, то главное внимание будет обращено на теоретическую сторону предмета. Поэтому же и порядок изложения будет такой: сначала будут даваться необходимые теоретические сведения, на основании их будут устанавливаться требования к конструкции, и уже после этого будут даваться описания конструкций с указанием их преимуществ и недостатков в соответствии с установленными ранее требованиями.

СВЯЗЬ С ДРУГИМИ ПРЕДМЕТАМИ.

Для правильного понимания процессов, происходящих в различных частях печи, необходимо обладать сведениями из физики и химии. Для определения размеров печей, количества требуемых материалов и рабсилы, обмеров и подсчетов сделанной работы необходимо знать математику. Для ясного понимания конструкций необходимо уметь читать чертежи и изображать предметы на бумаге. Поэтому прохождение всех этих предметов тесно связано и должно производиться параллельно с изучением печного дела. Кроме того бригадир-печник, руководящий работами всей своей группы (бригады), должен не только владеть техникой печного дела, но иметь также достаточную политическую подготовку. Он должен быть общественником, инициатором внедрения новых социалистических форм труда на основе соцсоревнования, ударничества и встречного промфинплана. Кроме того он должен знать основные принципы организации и рационализации работ, требования техники безопасности и профессиональную гигиену, быть знакомым с нормами и рас-

ценками на печные работы, уметь вести учет сделанных работ и знать производство каменных, бетонных и прочих работ, встречающихся при устройстве печных конструкций.

МЕТОД (СПОСОБ) ПРОРАБОТКИ.

Учеба только тогда продуктивна, если она хорошо организована. Поэтому нужно принять за правило следующее.

Одного прочтения курса мало: основной материал нужно хорошо усвоить, а кое-что и запомнить. Для этого при изучении нужно иметь всегда тетрадь (а не отдельные листки бумаги), чтобы все записываемое сохранялось в порядке, записывать в тетрадь своими словами краткое содержание прочитанного, проделывать все вычисления, зарисовывать различные конструкции, составлять письменные ответы на предлагаемые вопросы.

Не следует оставлять ни один из поставленных в книгах вопросов без ответа. Обязательно нужно проделывать все предлагаемые упражнения.

Начиная новый отдел следует припомнить старый, а для этого кроме черновой тетради нужно завести отдельную тетрадку для записывания наиболее существенного из пройденного, что необходимо запомнить.

Никогда не нужно заниматься до переутомления, так как такая работа будет малопродуктивна.

ГЛАВА 1.

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ.

Курс печного дела рассматривает три основных вопроса: устройство печей для отопления, устройство печей специального (хозяйственного) назначения и производство печных работ.

Под *отоплением* подразумевается поддержание внутри помещений в холодное время года той более высокой, чем снаружи, температуры, которая требуется для этих помещений в соответствии с их назначением. Необходимое для этого тепло выделяется устраиваемыми в помещениях нагревательными приборами. Вследствие поддержания внутри отапливаемых помещений температуры более высокой, чем снаружи, тепло стремится наружу и постепенно уходит через стены, окна, двери, полы нижнего этажа, потолок верхнего этажа и пр. Эту потерю тепла должны поправлять приборы отопления.

Существуют различные системы отопления. Если источник образования тепла (топливник, в котором сгорает топливо) находится в том же помещении, где и нагревательный прибор (составляют одно целое), то такая система называется *местным отоплением*; к местному отоплению относится отопление печами и каминами. Если же источник тепла обслуживает несколько нагревательных приборов, находящихся в других помещениях, то такая система называется *центральным отоплением*; к центральному отоплению относятся водяное, паровое, воздушное (калориферное) и прочие системы.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТОПЛЕНИЮ.

- а) Доставка тепла в необходимом количестве при наименьших расходах на топливо и пр. (экономичность).
- б) Гигиеничность (чистота воздуха, равномерность температуры во всех частях помещения и в различное время суток, нормальная влажность) и чистота помещения.
- в) Дешевизна первоначального устройств и ремонта.
- г) Простота устройства, простота и удобство обслуживания.
- д) Печи должны занимать в помещении как можно меньше места.
- е) Безопасность в пожарном отношении.
- ж) Эстетичность, т. е. печи должны производить приятное впечатление своим наружным видом.

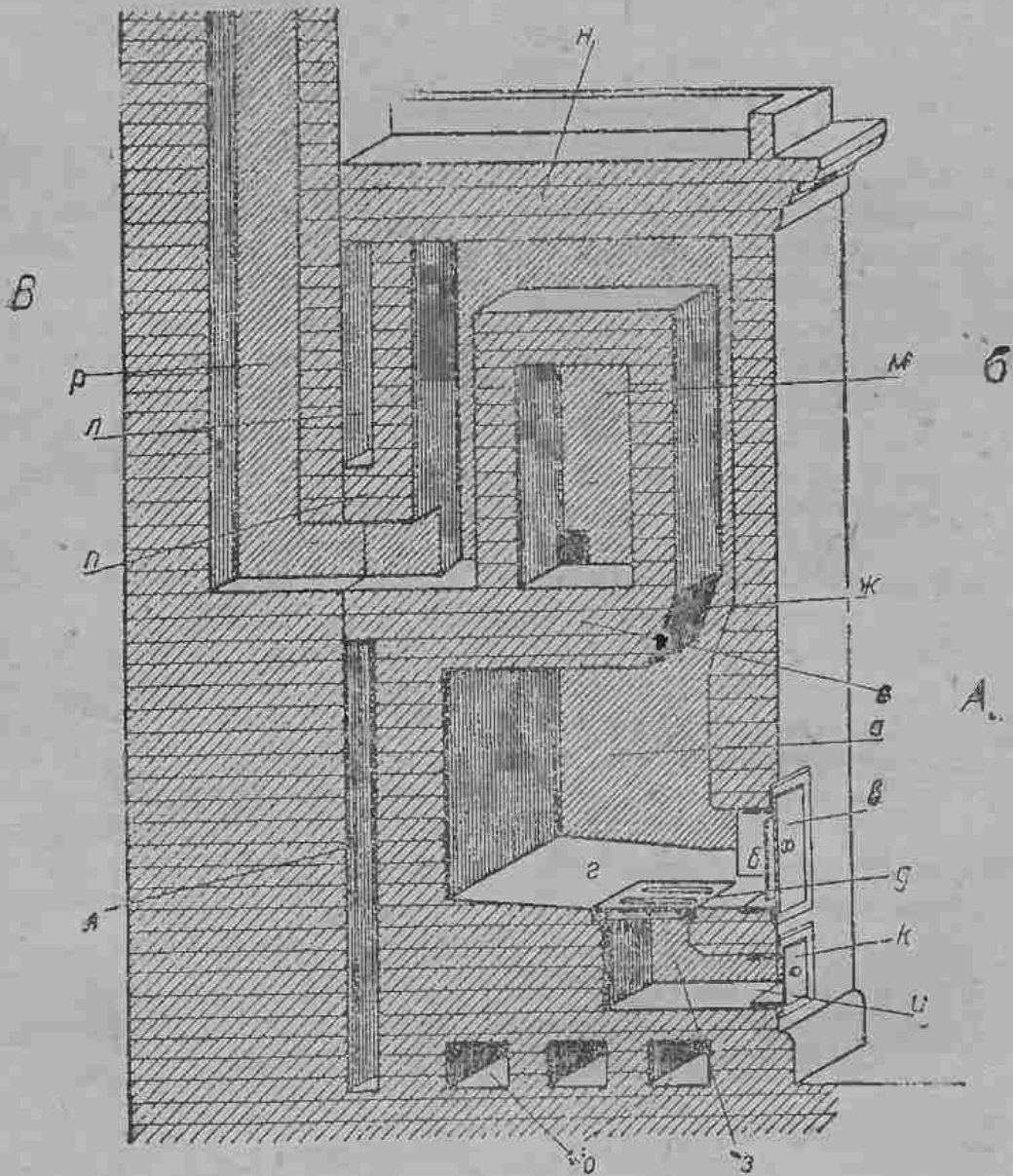
ПОНЯТИЕ О ПЕЧАХ.

Главные части печи (фиг. 1):

А — *топливник*, или *топка*, — часть печи, предназначенная для сжигания топлива;

Б — *дымообороты* — каналы в массе печи;

В — *дымоходы* — каналы вне печи, служащие для отвода газов (дыма) из печи наружу.



Фиг. 1. Главные части печи.

Назначение топливника заключается в том, чтобы получить (выделить) от сжигаемого в нем топлива максимальное (наибольшее) количество тепла.

В топливнике различают следующие части (детали):

а — *топочное пространство*, или собственно топливник;

б — *топочное отверстие*, закрываемое топочными дверцами — *в*;

г — *под*, или *лещадь*, — нижняя поверхность топливника, на которую кладут топливо;

д — *колосниковая решетка*, служащая для подвода воздуха к топливу снизу из поддувала;

е — *свод*, *небо*, или *потолок*, топливника, ограничивающий топочное пространство сверху;

ж — *хайло*, или *прогар*, — отверстие в своде или стенке топливника для выхода газов в дымообороты;

з — *поддувало*, или *зольник*, — канал для подвода воздуха под колосниковую решетку и помещение для золы и шлаков, проваливающихся через колосниковую решетку;

и — *подувальное отверстие с поддувальными дверцами* — *к*.

Стенки печи (кладка, масса) служат аккумулятором (собирателем) тепла. У них следует различать *внутреннюю, тепловоспринимающую, поверхность печи и наружную, теплоотдающую, поверхность нагрева печи*. Дымообороты устраиваются с целью развить (увеличить) внутреннюю, поглощающую тепло поверхность печи.

Таким образом *назначение дымооборотов и массы кладки* — аккумулялировать, т. е. вбирать в себя своей внутренней поверхностью и накапливать во время топки тепло, выделившееся в топливнике из сгорающего топлива и заключающегося в газах, протекающих по дымооборотам. Это тепло постепенно передается затем через наружную поверхность печи воздуху и другим телам (предметам), находящимся в отапливаемом помещении.

Для увеличения теплоотдающей поверхности печи, а также, чтобы не нагревать бесцельно стены здания, печь обыкновенно ставят не вплотную к стенам и таким образом получается *л* — *отступка* — промежуток между печью и стеной здания.

Для той же цели, если это позволяют размеры и конструкция печи, между дымооборотами устраивают *камеру м* — свободное пространство, где воздух нагревается около горячих стенок и нагретым поступает в комнату;

н — *перекрышка* — верх печи выше дымооборотов;

о — *шанцы* — каналы в основании печи, устраиваемые с различной целью: для изоляции деревянных частей основания от горячего низа печи, для нагревания воздуха, подобно камере, и пр.

Не следует считать, что все эти детали (части) имеются в каждой печи. Так, печи старых конструкций часто не имеют поддувала и колосниковой решетки. Есть печи, не имеющие дымооборотов, камер и т. д.

Назначение дымоходов (дымовой трубы) заключается в том, чтобы создать тягу, под действием которой газы движутся по каналам печи и уходят наружу (в атмосферу), а в топливник притекает необходимый для горения воздух.

Дымоходы могут состоять из *патрубка п* или *перекидного рукава, дымового канала — р* — в каменной стене, или *коренной трубы, борова и стояка* на чердаке и *трубы* на крыше.

ВЕЛИЧИНЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПЕЧЬ.

Отопительные печи могут быть различной величины и различной конструкции. Одни печи дают больше тепла, другие — меньше. Одни печи остывают быстро, другие долго сохраняют тепло (это зависит не только от величины печи, но и от ее конструкции, материала и толщины стенок). Поэтому всякая печь характеризуется (определяется) двумя величинами: *средней теплоотдачей и теплоемкостью*.

Теплоотдачею (полной) печи называется количество тепла в *кал*¹, отдаваемое печью в отапливаемое помещение за время между двумя топками. Так как после натопки температура наружной теплоотдающей поверхности печи значительно выше, чем в конце периода охлаждения перед новой топкой², то количество тепла, отдаваемое печью в различные часы, различно. Поэтому для суждения о величине теплоотдачи печи берут *среднюю теплоотдачу*, т. е. среднее (за период остывания до определенного предела, см. ниже) часовое количество тепла, отдаваемое печью.

По величине средней теплоотдачи различают *печи малые* — с теплоотдачею до 1000 *кал* в час; *средние* — с теплоотдачею от 1000 до 2500 *кал* в час и *большие печи* — со средней теплоотдачей свыше 2500 *кал* в час. Величина теплоотдачи печи зависит от количества топлива, сжигаемого в печи, и от величины теплоотдающей поверхности печи и выбирается в зависимости от величины (охлаждения) помещения.

При проектировании печей вычисляют, сколько тепла теряет отапливаемое помещение через стены и прочие внешние ограждения, и таким образом определяют потребную теплоотдачу печи, а в соответствии с этой теплоотдачей определяют все размеры печи (объем топливника, величину поверхности нагрева и пр.).

Под *теплоемкостью* печи разумеют период остывания печи. Этот период, измеряемый часами, считается от момента затопки печи до момента следующей затопки, причем затопка печи должна производиться тогда, когда печь еще не вполне остыла, а имеет температуру поверхности приблизительно равную 30° (подробнее см. КомСТО, Свод произв. строит. норм. Вып. XLIII: Устройство печей).

По теплоемкости печи делятся на: а) *печи большой теплоемкости*, с периодом охлаждения не менее 24 час., которые при обычных морозах (при расчетной наружной температуре)³ достаточно топить раз в сутки, б) *печи средней теплоемкости* с периодом остывания приблизительно 12 час., требующие топки 2 раза в сутки и, наконец, в) *печи малой теплоемкости* — с периодом охлаждения менее 8 час.; такие печи приходится топить

¹ Калория (большая) — единица теплоты. Это — то количество теплоты, которое требуется затратить, чтобы нагреть 1 кг воды на 1° С.

² Перед новой топкой печь не должна быть совершенно остывшей, а иметь температуру поверхности приблизительно 30° С.

³ Нормы расчетных температур будут изложены ниже, в отделе расчета печей.

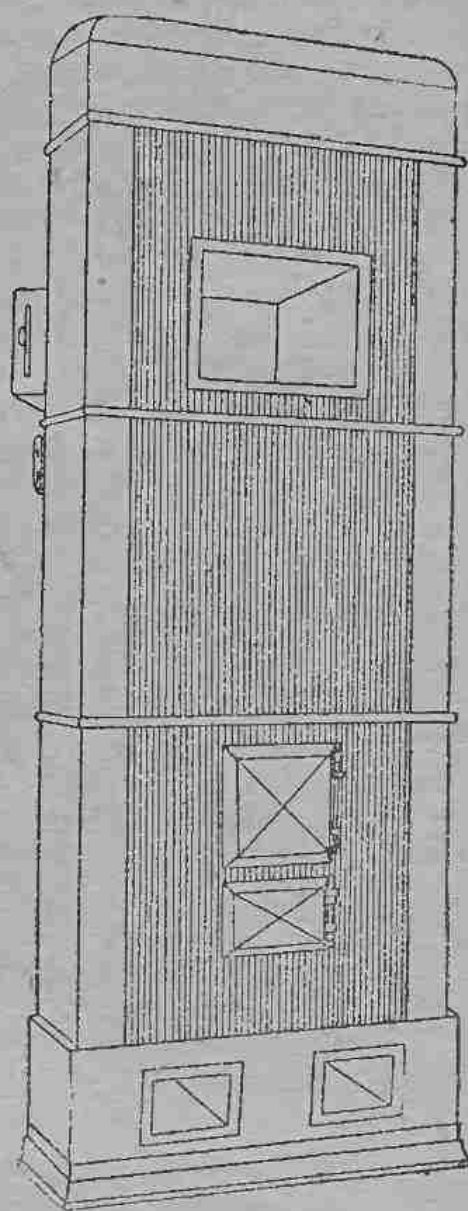
для поддержания требуемой температуры в помещении очень долго, почти непрерывно.

Печи *большой* теплоемкости — это печи кирпичные и изразчатые (материал теплоемкий), с толстыми стенками, имеющие большую массу кладки и сравнительно не сильно развитую наружную теплоотдающую поверхность. Печи *средней* теплоемкости — печи также кирпичные или изразчатые, но имеющие более тонкие стенки, часто в железных футлярах (типа утермарковских печей), с более развитой, например посредством открытых камер (фиг. 2), теплоотдающей поверхностью. Печи *малой* теплоемкости делаются обычно чисто металлические (чугунные и железные) или выложенные внутри (чаще только в топливнике) кирпичом или специальными огнеупорными плитками. Такие печи очень быстро нагреваются во время топки, но зато и очень скоро остывают по ее прекращении.

При выборе печей той или другой теплоемкости в каждом частном случае необходимо иметь в виду всю совокупность местных условий (назначение помещений, конструкцию ограждающих стен, бытовые условия, климат данной местности и пр.). При этом необходимо стремиться создать внутри помещений, нужный при данных условиях, тепловой режим в отношении главным образом величины и распределения в помещениях температуры.

При этом печи большой теплоемкости применяются в тех случаях, когда требуется иметь в помещениях по возможности равную температуру в течение суток, и там, где требуется по возможности упростить уход за печами, так например в больничных палатах, казарменных помещениях в жилых заселенных квартирах, особенно при суровом холодном климате. Они применяются также в помещениях подсобного характера, требующих ровной температуры (складочные помещения и мастерские специального назначения и пр.). В таких случаях и стены помещений должны устраиваться теплоемкими и теплоустойчивыми (как например кирпичные стены в 2—3 кирпича, бревенчатые стены и пр.).

Там же, где местопребывание людей временное, например в помещениях служебного характера, в квартирах одиночек, несущих



Фиг. 2. Печь с сткрытой камерой.

щую служебную работу, и пр., обратно — желательно ставить печи средней теплоемкости, быстро согревающие помещения до требуемой температуры. Такие печи особенно уместны в теплом умеренном климате.

Соответственно и конструкция стен таких помещений допускается с незначительной теплоустойчивостью (например мало-слойная с разными засыпками).

Наконец, в помещениях, предназначенных для временного пребывания людей — в сторожках, в строительных тепляках и пр., а также при оборудовании временных рабочих бараков, в дачных поселках и пр., применяются печи, временного типа и печи малой теплоемкости: металлические печи, кирпичные временянки и пр. Печи малой теплоемкости уместны иногда и в обыкновенных жилых помещениях в странах с теплым климатом. Так например, за границей применяются особые кафельные печи малой теплоемкости комнатного типа. Все перечисленные печи удобны тем, что не требуют особых фундаментов и оснований, при их размещении, легко устраиваются и быстро переносятся с места на место и, обладая малыми размерами, быстро и хорошо обогревают нижние слои воздуха, что во многих случаях практики имеет особое значение. В таких случаях и стены отапливаемых помещений соответственно устраиваются легких конструкций с малой теплоустойчивостью.

ВОПРОСЫ.

Входят ли стенки топливника в состав внутренней тепловоспринимающей поверхности печи?

Входят ли стенки поддувала в состав внутренней тепловоспринимающей поверхности печи?

Почему назначение топливника заключается не просто в сжигании топлива, а в сжигании топлива так, чтобы получить максимальное количество тепла?

Какая разница между льмооборотами и дымоходами?

Какой по величине теплоотдачи (большой, средней или малой) будет печь, дающая за сутки 48 000 кал?

Почему железные печи менее теплоемки, чем кирпичные?

2. ТОПЛИВО.

ВИДЫ ТОПЛИВА.

Для отопления комнатных печей применяют почти исключительно твердое топливо: дрова, каменный уголь, торф, солому и пр., значительно реже мазут (нефть).

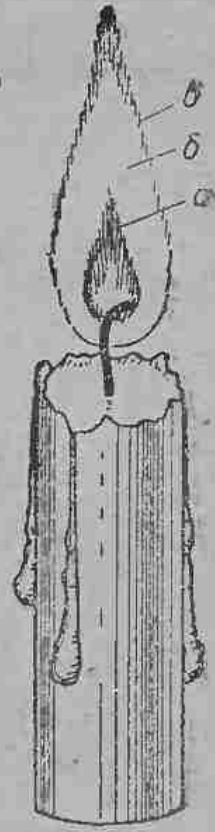
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТОПЛИВА.

Несмотря на различную внешность, все виды твердого ископаемого топлива имеют одинаковое органическое происхождение: все они образовались из остатков растений и древесины деревьев, некогда росших на земле. Под влиянием различных биологических (жизненных) процессов, будучи нередко погребенными под толстыми слоями земли, эти растения постепенно обугливались и уплотнялись.

Постараемся узнать, из каких веществ состоит топливо.

Сравним дрова и нефть. По наружному виду они сильно отличаются. Но всякий знает, что из дерева выгоняют деготь (смолу), а деготь чрезвычайно похож на нефть и горит так же, как нефть. Таким образом сами дрова совсем не похожи на нефть, но в веществе дров заключен материал (деготь), очень похожий на нефть.

Теперь сравним дрова и каменный уголь. Известно, что из дров выжигают древесный уголь в особых ямах или специальных печах. В яму загружают хворост или дрова, снизу разводят огонь, а сверху покрывают дерном и землей. Хворост при этом не горит, а, как говорят, томится. Связь дерн выходит в этом случае густой бурый едкий дым. Этот дым, вернее газ, может гореть. В городах часто таким газом пользуются для освещения и нагревания, для чего его вырабатывают на специальных газовых заводах и по трубам направляют в места потребления. Газ этот называется *светильным газом*. Светильный газ выделяется и в топках, когда горят дрова. Он хорошо виден тогда, когда дрова горят плохо. Когда из дров выходит весь светильный газ, они дают в остатке древесный уголь. На газовых заводах светильный газ получают из каменного угля. В печах после выхода из каменного угля светильного газа остается *кокс*. Кокс и древесный уголь очень похожи друг на друга. Древесный уголь легче дров, кокс легче каменного угля. Горят они тоже одинаково без пламени, либо с небольшим синеватым пламенем. Если взять хорошо прожженный древесный уголь и чистый (без золы и серы) кокс и очень мелко растолочь, то их совершенно нельзя будет различить. Таким образом ясно, что древесный уголь и кокс — одно и то же вещество. Оно называется *углеродом*. Углерод — вещество, из которого получается уголь, т. е. из которого состоят все угли. *Углерод — тело твердое.*



Фиг. 3.
Пламя свечи.

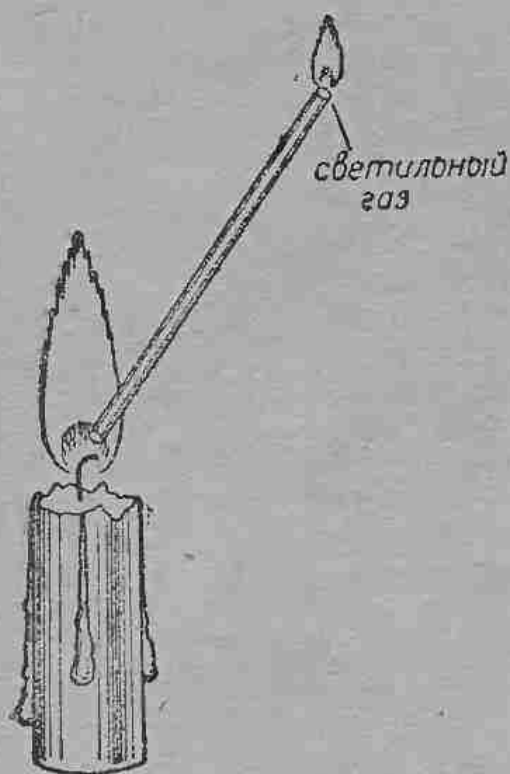
Светильный газ выделяется не только из дров и из каменного угля, но также из торфа, бурого угля, антрацита и других твердых топлив, и после этого от них остается кокс.

Следовательно во всех топливах имеется углерод.

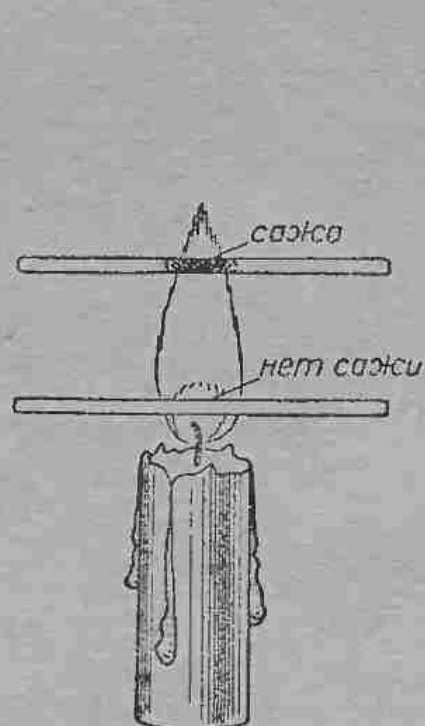
Нефть и деготь, когда они горят, тоже сначала превращаются в светильный газ, который сгорает длинным пламенем, но кокса при этом не остается. Следовательно во всех топливах имеется светильный газ. Чтобы знать, из чего он состоит, возьмем горящую свечу, например парафиновую (парафин вырабатывается из нефти). Мы видим, что парафин от жары тает и по фитилю подымается вверх. Вокруг фитиля образуется пламя. Если приглядеться к пламени, то заметим, что оно состоит из трех частей (слоев) (фиг. 3). Внутренняя часть *a*, около самого фитиля, — более темная, вторая часть *b*, окружающая первую, — блестящая, светложелтая, дающая свет. Наружный слой *v* очень тонкий, прозрачно-синеватый, еле заметный.

Чтобы узнать, из чего состоят различные части пламени, сделаем следующий опыт. Возьмем небольшую стеклянную трубочку и введем ее конец во внутреннюю часть пламени, как показано на фиг. 4. По трубочке будет подниматься и из верхнего ее конца выходить бурый дым с едким запахом. Если к нему поднести горящую спичку, то он загорится и будет гореть маленьким, но таким же по виду, как у свечи, пламенем. Это — светильный газ. Следовательно внутренний слой пламени свечи состоит из светильного газа, в который обращается парафин, если его нагреть.

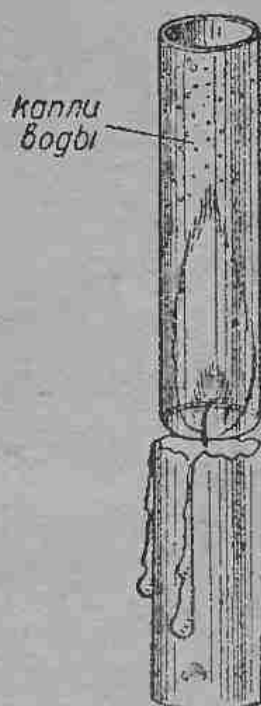
Вставим конец трубочки во вторую часть пламени. В этом случае по трубочке ничего не пойдет, и если поднести горящую



Фиг. 4. Пламя свечи.



Фиг. 5. Пламя свечи.



Фиг. 6. Пламя свечи.

спичку к ее верхнему концу, то никакого горения не будет. Конец же трубочки, который был в пламени, покроется сажею. Точно так же, если введем в эту часть пламени какой-нибудь другой холодный предмет, например нож, то он закоптится, покроется сажею. Если нож поместить во внутреннюю часть пламени, то сажи на нем не будет (фиг. 5). Что же это означает? Когда светильный газ нагрелся сильнее, он выделил из себя сажу, а сажа есть не что иное, как углерод. Следовательно светильный газ также содержит в себе углерод и выделяет его при горении. В средней части пламени свечи мельчайшие частички углерода накаливаются и дают блестящее пламя — светятся точно так же, как светится раскаленное до бела железо.

В наружном, синеватом, слое пламени углерода нет — он уже сгорел в средней части пламени, а здесь горит то, что остается

от светильного газа, когда из него выделится весь углерод. Это вещество очень трудно поймать несгоревшим. А если мы введем в третий слой холодную стеклянную трубочку или нож и, не дав им сильно нагреться, вытащим оттуда, то трубка или нож „вспотеют“, покроются мелкими каплями воды. Очевидно, что это сгустившийся на холодном предмете водяной пар (фиг. 6); следовательно в наружной части пламени образуется водяной пар. Пары воды получаются от сгорания вещества, которое называется *водородом*. Водород — газ без цвета, без запаха, прозрачный, как воздух, и очень легкий.

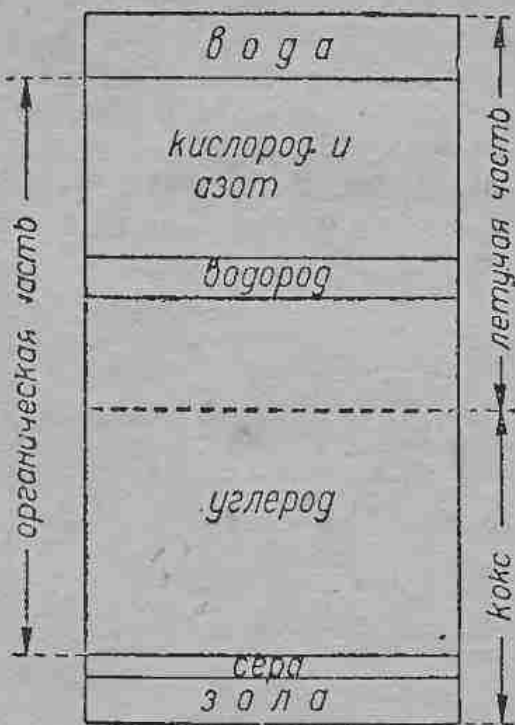
Таким образом светильный газ состоит из соединения углерода и водорода. Светильный газ всякого топлива состоит только из этих двух веществ.

Кроме углерода и водорода, как показал точный химический анализ, в топливе содержатся еще два химических элемента — кислород и азот (азота очень немного: менее 1%, а в антраците и нефти почти совсем нет). Кислород и азот — газы, которые по виду ничем не отличаются от воздуха. Да и сам воздух есть не что иное, как смесь кислорода и азота. В воздухе содержится по объему: кислорода 21%, азота — 79%, а по весу: кислорода — 23,2%, азота — 76,8% (кислород немного тяжелее воздуха, а азот немного легче воздуха). Кислород сам не горит, но необходим для горения. Азот и сам не горит и не помогает горению — он для горения не нужен.

Итак, *всякие топлива* (дрова, солома, торф, бурый и каменный уголь, антрацит, нефть и пр.), хотя и разнятся друг от друга по виду и горению, *всегда содержат одинаковые вещества: углерод, водород, кислород и азот*. В буром и каменном угле и антраците иногда содержится еще в *небольшом количестве* сера. Кроме того во всяком топливе имеется влага (вода) и зола (землистые негорючие примеси); золы нет только у нефти.

Углерод, водород и кислород с азотом составляют так называемую органическую часть топлива, а примеси: *влага, зола и сера* — балласт топлива (бесполезную часть). Хотя сера и является горючим веществом, дающим при сгорании тепло, но она все же относится к балласту, так как причиняет больше вреда, чем приносит пользы (тепла): газ, образующийся от сгорания серы, вреден для здоровья и разъедает железо (например крышу домов около дымовых труб).

Наглядное представление о химическом составе топлива дает график — фиг. 7.



Фиг. 7. Состав топлива.

Остаются неясными еще два вопроса: 1) каким образом из черного твердого углерода и трех бесцветных газов (водорода, кислорода и азота) образуется совершенно на них не похожее топливо, например дерево — твердое, светложелтого цвета, или нефть — жидкая, почти темного цвета? 2) Почему из одних и тех же химических элементов (веществ) образуется разное топливо?

Если мы внимательно присмотримся к тому, что происходит вокруг нас, то увидим, что в природе из соединения двух или нескольких веществ образуются новые, совсем не похожие на них вещества. Например, если железо лежит во влажном воздухе — оно ржавеет. В этом случае железо соединяется с кислородом воздуха и образует новое вещество — ржавчину, совершенно не похожую ни на железо, ни на кислород. А различные топлива состоят из одних и тех же элементов потому, что эти элементы входят в них в различной пропорции (в различном количестве). Ниже приводим таблицу, показывающую, сколько процентов различных химических элементов содержится в органической части топлив.

ТЕПЛОТВОРНОСТЬ ТОПЛИВА.

Различные сорта топлива сгорая выделяют различное количество тепла. *Количество теплоты, выделяемое 1 кг топлива при полном (совершенном) сгорании, называется теплотворной способностью, или, короче, теплотворностью, иначе калорийностью, топлива.*

Таблица 1.

Состав топлива.

Название топлива	Состав топлива в %				Химический состав органической части в %			Выход в %	
	Органическая часть	Балласт			углерод	водород	кислород с азотом	летучих	кокса
		вода	зола	сера					
Дрова сухие . . .	78,5	20,0	1,5	—	50,0	6,3	43,7	75	25
Торф (машинный)	65,0	25,0	10,0	—	53—58	6,0	41—36	75—70	25—30
Бурый уголь . . .	70	25	5	—	65—70	6	29—24	50—45	50—55
Богхед	78	12	10	—	76,5	8,5	15,0	70—80	30—20
Камень (жирный)	88	5	5	2	75—90	5,5—4,5	19,5—5,5	40—15	60—85
уголь (тощий)	88	5	5	2	91—93	4—3,5	5—3,5	10—8	90—92
Антрацит	87	5	6	2	95—97,5	2,5—1,5	2,5—1	5—3	95—97
Кокс каменноугольный	86	4	9	1	97,5	0,5	2,0	—	—
Мазут (нефть)	99,7	0,3	—	—	86,5	12,5	1	100	—

Теплотворность топлива в сильной степени зависит от его влажности. Так например, теплотворность органической части дров равна 4460 кал. Дрова, пролежавшие достаточно долго на воздухе, так называемые годовалые, или воздушно-сухие, содер-

жат не менее 20% влаги. (Чтобы удалить из дерева всю влагу, его нужно высушить при температуре не менее 100° С). В 1 кг воздушно-сухих дров следовательно будет содержаться 0,2 кг воды и кроме того 0,015 кг золы; органическая часть будет весить только

Таблица 2.

Средняя теплотворность и вес различных топлив.

Название топлива	Теплотворная способность в кал		Вес 1 м ³ в кг
	1 кг органической части топлива	1 кг топлива	
Дрова сухие	4460	3200	400
Торф	5240	3400	450
Богхед	7900	5800	760
Тощий каменный уголь	8350	7350	800
Антрацит	8200	7100	1000
Кокс каменноугольный	8100	6940	400
Мазут	9900	9860	930

0,785 кг, и теплотворность ее будет равна $4460 \times 0,785 = 3500$ кал. Кроме того из этого количества часть тепла при горении будет израсходована на нагревание воды и образование из нее пара. На это, как известно из физики, требуется приблизительно 600 кал на каждый килограмм воды. На нагревание и испарение 0,2 кг влаги, заключающейся в дровах, следовательно нужно израсходовать $600 \times 0,2 = 120$ кал тепла. Таким образом теплотворность дров с 20% влаги равна $3500 - 120 = 3380$ кал. Чем сырее будут дрова, тем в каждом их килограмме будет больше воды и меньше полезной горючей части и кроме того тем больше тепла нужно будет затратить на нагревание и испарение содержащейся в дровах влаги. Отсюда ясны чрезвычайная невыгодность покупки сырых дров и торфа и польза предварительной их просушки.

Следующая таблица дает изменение величины теплотворности дров в зависимости от содержания в них влаги.

Таблица 3.

Теплотворность дров в зависимости от содержания влаги.

Влажность дров в %	Теплотворность дров в кал	Влажность дров в %	Теплотворность дров в кал
10	3887	35	2622
15	3344	40	2369
20	3381	45	2116
25	3128		
30	2875	50	1863

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Из каких химических элементов (веществ) состоит всякое топливо?

Что называется органической частью топлива и что называется балластом топлива?

Какие химические элементы входят в состав летучей части топлива?

При обугливании сначала выделяются летучие составные части. Торф и каменный уголь произошли из древесины и клетчатки, некогда росших на земле растений. Чем больше продолжался процесс обугливания, тем более выделилось летучих. Пользуясь табл. 1, укажите, какое топливо более древнего происхождения, какое самое молодое?

Пользуясь табл. 2, вычислите, сколько нужно взять килограммов каменного угля, чтобы заменить 1 м³ дров (получить то же количество тепла).

Задание. На рынке имеются дрова с влажностью 30% по цене 3 коп. за 1 кг и каменный уголь по цене 5 коп. за 1 кг. Какое топливо выгоднее (дешевле) купить?

Указание. Для решения задания нужно узнать теплотворную способность дров. Теплотворность угля следует взять из таблицы. Затем определить стоимость 1 кал тепла, заключающегося в том и в другом виде топлива.

Задание. Вычислите, пользуясь табл. 1, сколько килограммов углерода, водорода, кислорода (с азотом), воды, золы и серы содержится в 1 т (1000 кг) дров с 20% влажности.

3. ГОРЕНИЕ.

ПОНЯТИЕ О ГОРЕНИИ.

Если горящий огарок свечи накрыть каким-нибудь сосудом, например стаканом, то он быстро потухнет. Наоборот, когда мы хотим усилить горение, мы дуем на горящий предмет. Это показывает, что для горения нужен воздух, вернее не весь воздух, а одна из его составных частей — кислород.

Горение есть химическое соединение вещества горящего тела с кислородом воздуха, т. е. такое соединение, в результате которого получится вещество, совершенно не похожее на те вещества, которые входили в соединение. Такое же соединение происходит при гниении и тлении, но только медленно. Химическое соединение кислорода с другими телами вообще называется окислением. Так например, упомянутое в предыдущем занятии ржавление железа есть не что иное как окисление. Горение отличается от других процессов окисления тем, что процесс происходит очень быстро и сопровождается выделением света и тепла в большом количестве.

Уже давно наукой установлено, что в природе ничто не уничтожается, а только меняет свой вид. Если взвесить газы (дым), получившиеся от сгорания топлива, и оставшуюся золу, то окажется, что вес их в точности равен весу сгоревшего топлива и воздуха, пошедшего на горение этого топлива.

В каждом топливе, как мы узнали, есть два основных горючих элемента: углерод и водород.

Когда горит углерод и воздуха притекает достаточно, то каждая мельчайшая частица углерода соединяется химически с двумя частицами кислорода * в результате такого соединения

(окисления) получается одна частица нового вещества — углекислого газа, называемого обычно *углекислотой*, газа без запаха, без цвета.

1 ч. УГЛЕРОДА + 2 ч. КИСЛОРОДА = 1 ч. УГЛЕКИСЛОТЫ.

Если же кислорода к горящему телу притекает недостаточно, то каждая частица углерода не может получить двух частиц кислорода, а получает лишь одну; в этом случае в результате химического соединения получается уже не углекислота, а *окись углерода* — также газ бесцветный, без запаха.

1 ч. УГЛЕРОДА + 1 ч. КИСЛОРОДА = 1 ч. ОКИСИ УГЛЕРОДА.

От сгорания водорода, как мы уже выяснили в предыдущем занятии, получается вода (пары воды); при этом каждые 2 частицы водорода соединяются с 1 частицею кислорода, т. е.

2 ч. ВОДОРОДА + 1 ч. КИСЛОРОДА = 1 ч. ВОДЫ.

Таким образом *необходимое условие всякого горения есть достаточный приток воздуха (кислорода)*.

ПОЛНОЕ И НЕПОЛНОЕ ГОРЕНИЯ.

Углерод, как мы только что узнали, может сгорать двумя способами: в углекислоту (1 ч. углерода + 2 ч. кислорода) или в окись углерода (1 ч. углерода + 1 ч. кислорода). Первый вид горения называется *полным*, или *совершенным*, второй — *неполным*, или *несовершенным*. Разница тут не только в процессе горения, но и в практических результатах. А именно: при полном горении, т. е. сгорая в углекислоту, каждый килограмм углерода выделяет 8137 кал тепла, а при неполном горении — только 2428 кал, т. е. в $3\frac{1}{3}$ раза меньше. Ясно поэтому, что сжигать топливо так, чтобы получилось неполное горение, *крайне невыгодно*, и конструкция каждого топливника должна быть такова, чтобы способствовала полному горению.

Как видно из самого понятия полного и неполного горений, *первое условие для достижения полного горения — это достаточный приток воздуха*.

Количество воздуха, нужное для полного горения, определяется химией довольно точно, если известен состав топлива. Это так называемое *теоретически необходимое для сгорания 1 кг топлива количество воздуха* равно:

для дров (воздушно-сухих) —	4,8 кг,	или	приблизительно	3,7 м ³
• торфа	5,2	"	"	4,0
• каменного угля	10,2	"	"	7,9

Однако если подводить к топливу воздух в количестве лишь теоретически необходимом, то все же полного горения во всех частях топлива мы не получим, так как практически трудно осуществить, чтобы воздух был совершенно равномерно распределен между всеми частицами топлива: в то время как в одних

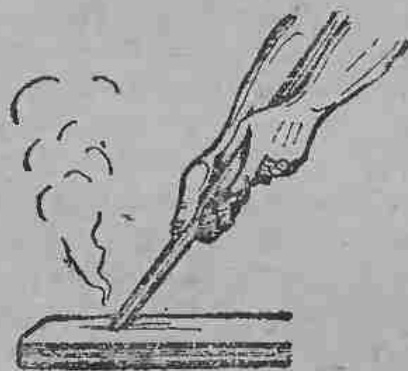
частях его будет избыток, в других местах его не хватит для полного горения. Отсюда вытекает *второе условие полного горения* — *хорошее перемешивание воздуха с горючим*. При хорошем в этом отношении устройстве топливников обыкновенных печей все же приходится вследствие несовершенства перемешивания вводить в топливник воздуха вдвое больше, чем требуется теоретически.

Отношение количества практически (действительно) вводимого в топку воздуха к теоретически необходимому для полного сгорания количеству его называется *коэффициентом* (степенью) *избытка*.

Для комнатных печей следовательно нормальный коэффициент избытка равен 2. В топках заводских котлов, где процесс горения протекает равномернее и где лучше уход за топкой, этот коэффициент снижается до 1,5—1,7. И только при весьма тщательном перемешивании горючего с воздухом, достигаемом при мельчайшем распылении мазута форсунками или при сжигании угля в виде пыли, удастся уменьшить коэффициент избытка воздуха до 1,3. А это имеет значение, так как излишний впускаемый в топливник воздух только охлаждает печь.

ПРОЦЕСС ГОРЕНИЯ.

Чтобы уяснить процесс горения, рассмотрим подробно все явления, которые происходят при горении дерева, в том порядке, в каком они протекают.



Фиг. 8. Добывание огня.

Чтобы зажечь любое горючее тело, его прежде всего нужно нагреть до определенной температуры. В древности человек добывал себе огонь трением одного куска сухого дерева о другой (фиг. 8), так как трение развивает теплоту. (Вспомните, как сильно нагревается пила при работе). Когда растапливают печь, то под дрова кладут растопку; последняя горит и нагревает дрова. При нагревании дерево начинает высыхать, т. е. из него испаряется содержащаяся в нем влага; дерево уменьшается поэтому в объеме и растрескивается, так как нагреваются и высыхают сначала

наружные слои, а внутренние нагреваются медленнее вследствие плохой теплопроводности дерева и медленнее уменьшаются в объеме. При дальнейшем нагревании древесина начинает желтеть, буреть, делаясь все темнее по мере повышения температуры. Это изменение цвета древесины происходит вследствие ее разложения и выделения летучих частей. И действительно, в это время мы замечаем выделение кроме водяных паров беловатого дыма (светильного газа). Когда дерево нагреется приблизительно до 300° , эти летучие загораются и вокруг куска дерева появляется пламя. С этого момента начинается самостоятельное горение дров; теплота, развивающаяся при горении, передается соседним частям, они нагреваются, и таким образом горение распространяется далее. Следовательно для горения необходимо поддержание определенной температуры.

Почему пожары тушат водой? Не потому, что вода сама не горит, а потому, что от сильного жара вода превращается в пар и тем самым отнимает тепло (идушее на нагревание воды и парообразование) от горящих предметов и охлаждает их. Чтобы погасить свечу, мы дуем; этим мы охлаждаем пламя настолько, что оно гаснет. Наоборот, когда, дуя на огонь, мы не можем его охладить настолько, чтобы он погас, мы только раздуваем пламя, так как усиливаем приток кислорода к горящему телу.

Высокая температура в топливнике нужна не только для поддержания горения, но — что еще важнее — для полного горения, ибо процесс полного горения (сгорания в углекислоту) может происходить только при высокой температуре. Это — третье основное условие полного горения.

Поэтому при устройстве топливника нужно обеспечить достаточно высокую температуру в нем и не выпускать газов из топливника в дымообороты, пока они окончательно не перегорят, так как в дымооборотах температура обычно бывает ниже той, которая требуется для полного горения. По этой же причине вреден большой избыток воздуха: воздух, входя в топливник в большом количестве, может охладить его настолько, что температура топливника будет ниже требуемой для полного сгорания.

Таким образом для полного горения топлива нужен приток воздуха в определенном количестве: не слишком малом, не чрезмерно большом.

Из сказанного следует, что для хорошей работы топливника, для получения в нем максимального (наибольшего) количества тепла, приток воздуха нужно регулировать. К сожалению, большинство производящих топку печей этого не знает. Часто наблюдается, что во время топки дверцы печи держат широко открытыми. В юго-западной части нашего Союза, наоборот, сильно распространен способ, при котором лишь только дрова хорошо разгорятся, наглухо закрывают герметические дверцы печи. Оба указанных способа топки являются в высшей степени неэкономными: при первом — топливник и вся печь сильно охлаждаются большим количеством излишнего воздуха, при втором — проис-

ходит неполное горение, так как приток воздуха крайне недостаточный.

Вернемся к процессу горения. При нагревании топлива во время горения происходят те же процессы, что и при рассмотренном нами в занятии II горении свечи. Топливо разлагается на свои составные части, и в первую очередь из него выделяются летучие части. Это разложение можно произвести и без сжигания топлива, нагревая его в герметически (т. е. совершенно плотно) закрытом сосуде без доступа воздуха; такой процесс называется *сухой перегонкой* топлива. При разложении (сухой перегонке) дрова выделяют очень большое количество — до 75% — летучих (см. табл. 1 — выход летучих и кокса). Большая часть этих веществ обладает горючестью и, при соединении с кислородом воздуха, образует пламя вокруг дров. Если температура такого пламени достаточно высока, то частицы углерода накаливаются сильно, дают очень яркое пламя и сгорают вполне; если же температура пламени не высока в нужной степени, они не сгорают и получается копоть, сажа, а само пламя имеет красноватый цвет (сравнить с тем, что говорилось о горении свечи).

Сажа бывает сухая и жидкая, смолистая. Сухая сажа (копоть) — это чистый несгоревший углерод. Жидкая состоит из продуктов сухой перегонки топлива — разных смол, уксусной кислоты, пригорелых веществ, паров воды. Образованию сажи содействует охлаждение топливника, сырые дрова, недостаточный приток воздуха, особенно при топке с наглухо закрытыми герметическими дверцами и пр.

Дрова по мере сгорания постепенно обугливаются. Уголь, образующийся после выделения из древесины летучих, занимает значительно меньший объем, чем древесина, из которой он образовался. Дерево растрескивается постепенно все глубже и глубже, что облегчает выделение летучих из середины полена. Пока уголь держится на полене он почти не горит, так как находится внутри пламени (раскаленных газов). Газы не дают возможности воздуху свободно притекать к углю. Таким образом в этот период обугливания дров горение происходит главным образом в пламени, над топливом в подсводном пространстве. Последнее должно иметь достаточные размеры (высоту), чтобы свободно могло развиваться пламя. Если же пространство мало, а стенки и свод топливника недостаточно накалены, то частицы углерода, соприкасаясь с ними, охлаждаются и не сгорают; в этом случае получается сажа.

Уголь начинает гореть достаточно полно, когда он отваливается от полена и попадает в ток воздуха. Сгорание кусков угля (кокса) происходит только на поверхности соприкосновения с воздухом и сопровождается лишь небольшим, малосветящимся синеватым пламенем (это горит окись углерода, образовавшаяся внутри угля, где приток воздуха был недостаточен).

Таким образом, если в топливник не подкладывают новых порций топлива, то весь процесс горения можно разделить на *три периода*:

- 1) *разжигание* (разгорание),
- 2) *обугливание* (горение преимущественно летучих в пламени),
- 3) *догорание* (горение углей или кокса в слое самого горючего).

В первом периоде процесса горения тепла выделяется мало, а потому этот начальный период не имеет большого практического значения. Условия горения во втором и третьем периодах совершенно различны. Во втором периоде — топлива в печи много (оно не успело еще сгореть), выделяется много летучих, следовательно в этот период нужен приток большого количества воздуха, значительно большего, чем в третьем периоде, когда остается несгоревшей только часть топлива. Во втором периоде горят преимущественно летучие; они легко подвижны, как все газы, и сами легко могут смешиваться с воздухом. Следовательно *в этот период не следует подводить воздух с большой скоростью*. Наоборот, если воздух будет быстро пролетать через газы, то не успеет с ними хорошо смешаться. Для сгорания же твердого угля (кокса) необходимо, чтобы воздух проникал в толщу угля. В этом случае перемешивание горючего с воздухом будет лучше всего осуществлено, если воздух будет подводиться снизу и пронизывать слой угля и притом не сплошной массой, а отдельными струйками. Для этого то и устраивается колосниковая решетка. Для того же, чтобы воздух мог проникнуть в толщу угля, его нужно подводить с большой скоростью. Из всего изложенного следует, что *во втором периоде нужен приток воздуха в большом количестве, но с малой скоростью, и в третьем, наоборот, в малом количестве с большой скоростью*. На это различие условий подвода воздуха в различные периоды горения нужно обратить серьезное внимание и им руководиться, так как оно имеет большое значение при устройстве топливников. Наилучшей конструкцией топливника будет та, в которой регулирование притока воздуха к топливу в различные периоды осуществляется автоматически (само по себе, независимо от истопника).

Горение различных видов топлива отличается главным образом потому, что в них содержится разное количество летучих. У тех сортов, у которых летучих выделяется много (например дрова, торф, солома), горение протекает преимущественно в пламени; у кокса и антрацита, где летучих мало, наоборот, весь процесс горения сосредотачивается в слое самого топлива. Практическое значение такого различия заключается в том, что регулировать скорость горения путем уменьшения притока воздуха в топливник можно только у тех сортов топлива, которые бедны летучими (кокс, антрацит), так как одним регулированием притока воздуха без понижения температуры, т. е. без неполного горения, задержать выделение летучих в топливнике нельзя.

В случае добавления топлива в топливник во время горения картина горения изменяется, так как происходит одновременно и горение углей (кокса) и обугливание свежего топлива. Подкладывание топлива охлаждает топливник — при этом впускается лишний воздух через широко открытые топочные дверцы, и нужно

затратить тепло на нагревание новой порции дров. При необходимости подбросить топливо эту операцию нужно производить точно так же, как и перемешивание топлива, возможно быстрее, чтобы не держать долго открытыми топочные дверцы.

В деле осуществления полного горения немаловажное значение имеет также толщина слоя топлива. Если слой будет мал, то в воздухе, прошедшем сквозь слой топлива, будет еще содержаться много неиспользованного кислорода, т. е. мы будем иметь горение с большим избытком воздуха. Если же топливо будет лежать слишком толстым слоем, то весь кислород соединится в нижних частях с углеродом, сгорит в углекислоту, но затем эта углекислота, проходя через вышележащие слои топлива, будет встречать здесь несгоревший углерод и отдавать им часть своего кислорода, т. е. будет раскисляться, и в результате получится окись углерода. Процесс этот протекает по формуле (схематическому выражению):



так как 1 часть углекислоты есть 1 часть углерода + 2 части кислорода.

УСЛОВИЯ ПОЛНОГО ГОРЕНИЯ.

Подводя итоги всему рассмотренному, мы видим, какое огромное значение имеет достижение полного горения, и знаем, что для его осуществления нужны следующие условия:

- 1) приток воздуха в достаточном количестве;
- 2) приток воздуха без излишка;
- 3) в каждом периоде горения приток воздуха в количестве и со скоростью, соответствующими этому периоду;
- 4) хорошее перемешивание горючего с воздухом;
- 5) высокая температура в топливнике;
- 6) законченность процесса горения в топливнике до выхода газов из него;
- 7) соответствующие размеры топливника.

4. ТОПЛИВНИКИ.

ТРЕБОВАНИЯ К ТОПЛИВНИКУ.

Так как назначение топливника — получать из сгорающего в нем топлива максимальное количество тепла, а наибольшее количество тепла выделяется лишь при полном горении, то *основным требованием ко всякому топливнику является, чтобы в нем происходило полное горение топлива.*

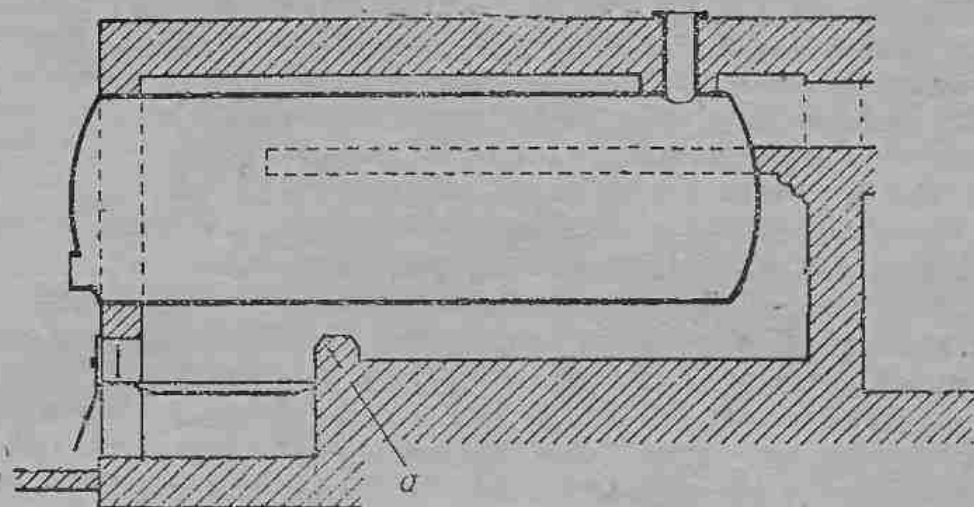
Для этого конструкция топливника должна быть такова, чтобы обеспечивала *достаточный, но не излишний приток воздуха, и притом различный в различные периоды горения.* Следовательно топливник должен иметь регулирующие приспособления для изменения количества, а также и скорости притекающего воздуха. Одним из таких приспособлений являются колос-

никовая решетка и печные дверцы (топочные и поддувальные), причем в правильно устроенной печи для этого служат только поддувальные дверцы, топочные же дверцы должны быть плотно закрыты. Но приток воздуха в топливник в сильнейшей степени зависит, как мы узнаем дальше, от тяги в дымовой трубе. Поэтому одними дверцами регулировать приток воздуха в топливник очень трудно, нужно иметь еще задвижку или какое-либо другое приспособление, регулирующее тягу в дымовой трубе. Дверцы и задвижка позволяют регулировать приток воздуха, но не делают этого автоматически. Ясно, было бы лучше, если бы регулирование происходило не от руки, а автоматически, чтобы не отнимать время у людей, обслуживающих печи. Некоторые системы топливников и имеют такую конструкцию пода и колосниковой решетки, которая хотя и не в полной мере, но все же автоматически регулирует приток воздуха.

Однако один приток воздуха в топливник, хотя бы и в требуемом количестве, еще не обеспечивает полного горения; кроме этого нужно *хорошее смешивание воздуха с горючим*. Для выполнения последнего условия необходимо, чтобы воздух притекал *снизу сквозь слой топлива, притом не сплошной массой, а отдельными струйками*. Для этой цели топливник должен иметь колосниковую решетку. Далее, для равномерного одновременного горения всего положенного в топливник топлива, что устраняет необходимость открывания дверец и перемешивания топлива кочергой, *воздух должен протекать через все топливо*. Направление течения воздуха зависит от мест расположения колосниковой решетки (впуск воздуха) и хайла (выпуск из топливника). Следовательно колосниковая решетка и хайло не могут быть расположены случайно, а должны находиться в соответствующих местах топливника. Это необходимо для перемешивания воздуха с топливом в слое. Для лучшего же соединения воздуха с летучими точно так же нужно обеспечить определенное направление течения воздуха и газов и устроить их перемешивание. В топках паровых котлов для такого перемешивания часто *заставляют газы проходить* через узкое место в конце топливника *над* так называемым *порогом* (а фиг. 9), где летучие и воздух принуждены теснее соприкасаться друг с другом. Проф. Чаплин в своем топливнике (фиг. 15), устраивая над хайлом обратный сводик, заставляет газы резко изменить свое направление и тем их перемешивает. В обоих случаях (над порогом котельной топки и у проф. Чаплина) перемешивание происходит перед самым выходом газов из топливника, следовательно догорание происходит уже вне топливника, в первом дымообороте, где температура может быть недостаточна для полного горения. Лучше газы несколько (на мгновение) задержать в подсводном пространстве и перемешать в самом топливнике. Этого можно достигнуть, устраивая хайло не в своде, а в задней или боковой стенке топливника, немного ниже свода так, чтобы над хайлом получить верхний (обратный) порожек (фиг. 24 и 25). Горячие газы, как известно, легче воздуха и стремятся вверх, поднимаются к самому своду и, не на-

ходя здесь выхода, отклоняясь порошком вниз, образуют вихри, способствующие хорошему перемешиванию газов.

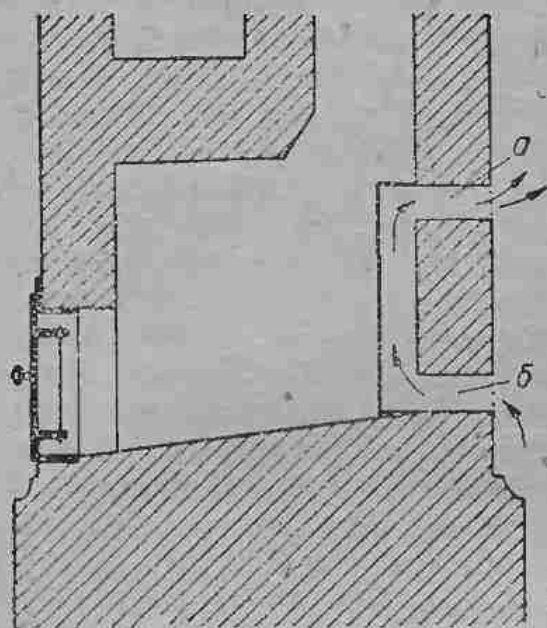
Устройство верхнего порога над хайлом повышает также температуру в топливнике, так как наиболее горячие газы, на-



Фиг. 9. Порог в топке парового котла.

ходящиеся в самом верху под сводом, не имеют здесь выхода, задерживаются. О необходимости же высокой температуры для полного горения мы уже говорили. Поэтому нужно также принять все меры к тому, чтобы не охлаждать топливника. Топ-

ливник может охлаждаться, если стенки его быстро проводят тепло, т. е. если они тонки или сделаны из материала с большой теплопроводностью, как например чугун и железо. Укладка чугунных плит вместо кирпичного свода, установка водогрейных, пищеварных и тому подобных котлов прямо в топливнике, устройство мультипликаторов — все это ухудшает работу топливника, так как понижает температуру в нем.



Фиг. 10. Мультипликатор.

Устройство мультипликатора изображено на фиг. 10. Это железный или чаще чугунный ящик, вставляемый в стенку топливника. Стенки мультипликатора, входящие внутрь топлив-

ника, сильно нагреваются и быстро дают тепло воздуху внутри самого прибора. Нагретый воздух выходит в комнату через отверстие *a* вверху, а на его место в мультипликатор притекает ненагретый воздух из комнаты через отверстие *б* в нижней части. Мультипликатор начинает нагревать воздух в помещении сейчас же после затопки, точно так же, как железная печь (вре-

мянка), и это производит обманчивое впечатление полезности прибора.

Топливник охлаждается также, когда в него подкладывают (открывая дверцы) новую порцию топлива (холодную). Поэтому лучше делать его таких размеров, чтобы нормальное количество топлива помещалось все сразу. Но, с другой стороны, топливник не должен быть широк, так как нужно, чтобы отдельные куски топлива лежали вместе, угли не раскатывались по подду, ибо в последнем случае проходит много воздуха мимо топлива, не участвуя в горении, а только охлаждая топку.

Одни сорта топлива занимают больший объем, другие — меньший, одни выделяют при горении много летучих и образуют большое пламя, другие горят малым пламенем; каменный уголь горит медленно, но требует воздуха больше, чем дрова, и т. д. Словом, различные сорта топлива для наилучшего горения требуют особых условий, почему для каждого вида топлива должен применяться свой специальный топливник. Необходимо особо учесть применение местных сортов топлива (солома, лузга, кисяк, сланцы и пр.).

Кроме достижения полного горения конструкция топливника должна отвечать и другим требованиям.

Топливник есть одна из частей печи. Назначение печи — нагревать воздух и различные предметы в помещении. Из физики а также и из повседневного опыта известно, что теплый нагретый воздух стремится вверх, а холодный опускается вниз, т. е. происходит так называемая *конвекция* — перенос тепла движением воздуха. Следовательно для лучшего нагревания и для равномерности температуры в помещении воздух нужно нагревать снизу. Старинное правило гигиены: „держи голову в холоде, а ноги в тепле“ подтверждается и современной наукой. Поэтому чрезвычайно важно иметь *хороший обогрев низа печи*. Это — второе требование к топливнику, так как топливник обычно расположен внизу печи. Для осуществления этого нужно, чтобы наиболее горячие печные газы текли внизу печи около ее наружных стенок. Наиболее горячие газы находятся в топливнике. Отсюда вывод: *стенки топливника не должны быть чрезмерно толстыми, так как должны прогреваться насквозь и должны быть наружными стенками печи, а не скрытыми за дымооборотами*.

Уход за печью состоит главным образом в уходе за топливником во время топки. В противоположность системам центрального отопления, топку комнатных печей производят живущие в комнате, а не специально предназначенные для этого истопники. Поэтому от топливников печей требуются *простота и удобство их обслуживания*. Идеальным в этом отношении был бы такой топливник, в котором бы не требовалось больше никакого ухода после того, как топливо положено и растоплено. Такая автоматическая топка возможна только в больших установках при непрерывной топке. В топливниках же комнатных печей стремятся лишь к тому, чтобы регулирование притока воздуха было наиболее просто и чтобы перемешивать

топливо приходилось как можно реже. Конструкция топливника должна быть такой, чтобы топливо сгорало равномерно и не требовало перемешивания. Удобство обслуживания требует также удобства наблюдения за ходом горения: через дверцы должны быть видны все части внутри топливника, в особенности колосниковая решетка. Последнее необходимо также для удобной очистки решетки от золы и шлаков.

Другие требования к отоплению, как-то дешевизна устройства и ремонта, чистота и гигиеничность помещения, в полной мере относятся и к топливнику отопительных печей.

КОЭФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ (К.П.Д.) ТОПЛИВНИКА

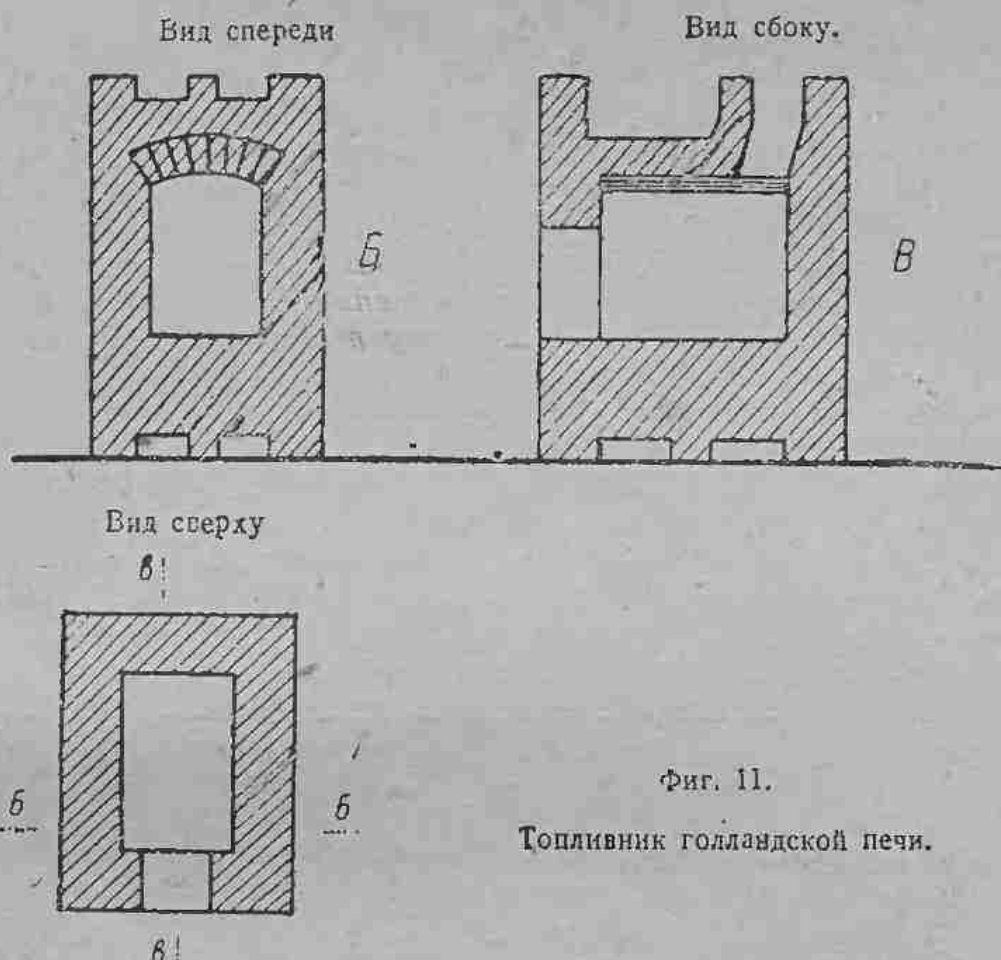
Из всех требований к топливнику на первом месте стоит требование экономии топлива. Различные системы топливников в этом отношении сильно различаются. О совершенстве той или иной системы судят по коэффициенту (степени) полезного действия. *Коэффициентом полезного действия топливника (к. п. д.) называется отношение количества тепла, выделившегося в топливнике во время топки, к количеству тепла, которое могло бы выделиться при полном (совершенном) горении топлива.* Ясно, что к. п. д. всегда будет меньше единицы. Он был бы равен единице, если бы в топливнике не происходило никаких потерь топлива и выделялось бы все тепло, заключающееся в топливе. Этого никогда не бывает вследствие химической неполноты горения (когда вместо углекислоты получается окись углерода) и вследствие того, что часть топлива не сгорает (проваливается через колосниковую решетку). Коэффициент полезного действия топливника зависит как от конструкции, так и от ухода за топкой, в особенности от коэффициента избытка воздуха. При рациональной конструкции и хорошем обслуживании к. п. д. может достигнуть 0,9 и даже 0,95 (90 до 95%); в плохих топливниках при небрежном ведении топки он падает до 0,4 и даже ниже, т. е. 60% и более тепла топлива теряется бесполезно

ТИПЫ ТОПЛИВНИКОВ КОМНАТНЫХ ПЕЧЕЙ.

Методическое указание: для развития способности самостоятельно критически относиться (на основании сведений, полученных из предыдущих занятий) к различным конструкциям, а также в целях самопроверки усвоения теории, попробуйте, не читая текста этого параграфа, а лишь внимательно рассмотрев чертежи, дать характеристику (оценку) каждой конструкции; затем сравните ваше заключение с тем, что написано в учебнике, и проверьте ваши рассуждения.

1. К сожалению, до сих пор наиболее распространенным топливником комнатных отопительных печей является топливник примитивной (простой) голландской печи, изображенный на фиг. 11. Поддувало здесь отсутствует совершенно и под делается глухим или горизонтальным или с небольшим подъемом в глубь печи. Отсутствие поддувала и колосниковой решетки—

Основной недостаток этого топливника. Он пригоден только для сжигания дров и соломы; торф горит в нем плохо; каменный уголь гореть в нем не может совершенно, так как воздух притекает неправильно, не снизу, а спереди — через топочную дверцу, причем значительная часть воздуха, в особенности в последний, третий, период горения, проходит над топливом прямо в хайло, напрасно охлаждая топливник и всю печь. К тому же обычно топливник этот делают непомерно широким — во всю ширину печи, и дрова и угли раскатываются по поду, что еще более ухудшает условия горения. Особенно вредны углы, куда



Фиг. 11.

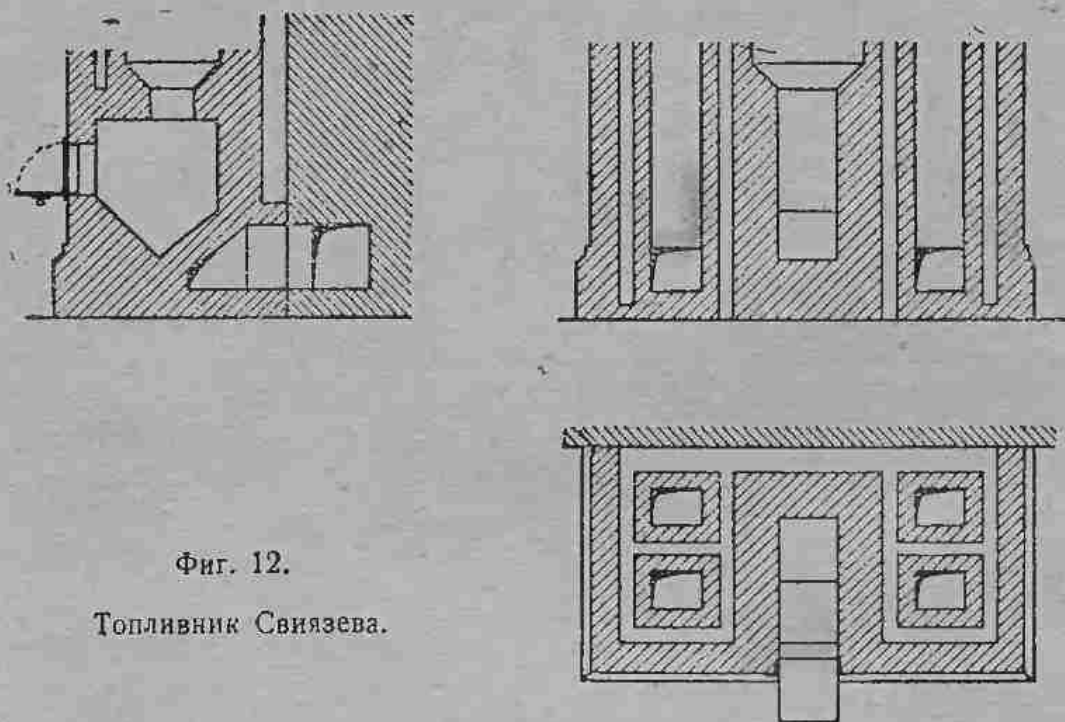
Топливник голландской печи.

воздух не притекает. Коэффициент избытка воздуха в таких топливниках при топке с широко открытыми дверками равен 15 и даже 20, и к. п. д. топливника обычно не более 0,4 (40%). Такие топливники ни в коем случае не должны больше строиться, так как не отвечают самым элементарным (основным) требованиям. Имеющиеся печи с примитивными топливниками должны быть переделаны. При невозможности почему-либо устроить в них поддувало, необходимо уменьшить ширину топливника до ширины дверец, хотя бы сложив стеночки из кирпича насухо, или сделать скаты с боков к середине пода. Улучшают приток воздуха к топливу и уменьшают его избыток применение топочной дверцы с отверстиями для притока воздуха в нижней ее части и подгребание углей ближе к дверце.

Преимуществом примитивного топливника голландской печи

являются лишь его простота (его может сложить любой печник) и низкое расположение, дающее хороший обогрев низа помещения.

2. Для улучшения процесса горения в третьем периоде, предупреждения раскатывания угля по поду печи и сохранения его в груде архитектор Связев предложил топливник, изображенный на фиг. 12. Особенность его заключается в устройстве пода, имеющего крутые, приблизительно под углом в 45° , скаты спереди и сзади. Дрова укладываются в топливник наклонно на переднем скате и разжигаются сверху или же горизонтально. Образующиеся от сгорания дров угли скатываются в углубление пода и там догорают довольно равномерно, необходимость в сгребании их устраняется. В этом — основное преимущество



Фиг. 12.

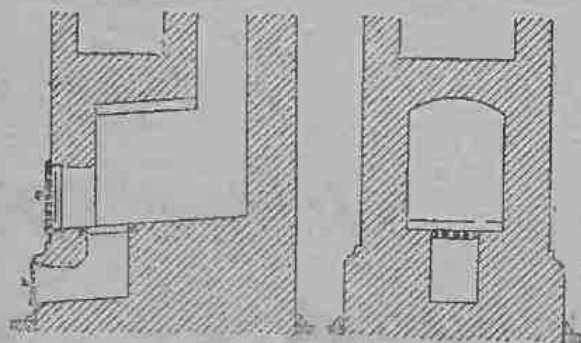
Топливник Связева.

рассматриваемого топливника. Однако оно не покрывает крупных недостатков, из которых главные следующие: воздух притекает к топливу неправильно — сверху и значительная часть его проходит над топливом, не участвуя в горении. Количество воздуха хотя и регулируется (от руки) особым устройством дверкой, вращающейся на горизонтальной оси, все же в период сжигания угля приток воздуха остается медленным. Растопка дров и очистка топливника неудобны. Поэтому этот топливник имеет для нас лишь исторический интерес.

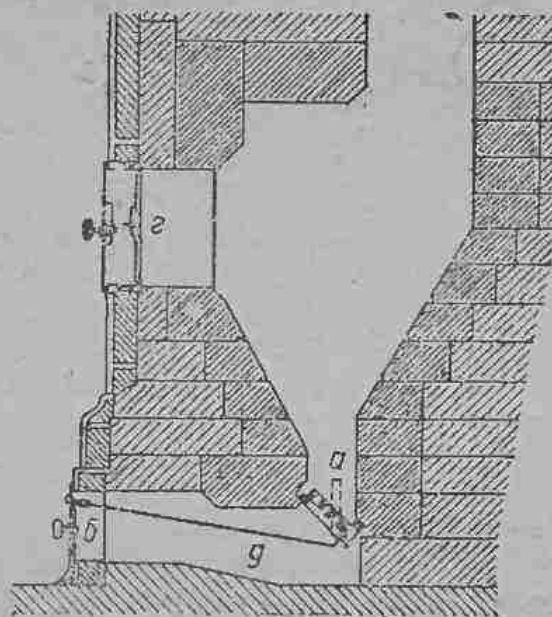
3. Топливник обыкновенной голландской печи с колосниковой решеткой (фиг. 13) применим главным образом для дров, но в нем можно сжигать и другие виды топлива. По сравнению с примитивным топливником с глухим подом он имеет большое преимущество, так как воздух в нем подводится снизу через решетку, но все же для достижения полного горения этого мало, и топливник имеет много недостатков. Не говоря уже об отсутствии регулирования притока воздуха самим топливником, в нем нет равномерного сгорания топлива, так как под топлив-

ника плоский, и угли не скатываются к решетке, а остаются лежать на том месте, где они образовались. Обыкновенно топливник широк, а колосниковая решетка мала. Если не перемешивать топлива, оно быстро прогорит на решетке и последняя окажется обнаженной; воздух будет проходить через нее свободно, следовательно в большом количестве, минуя топливо. Часто печники устанавливают колосниковую решетку очень близко к топочным дверцам; дрова же при топке кладут несколько дальше, и таким образом колосниковая решетка оказывается обнаженной с самого начала процесса топки. Нужны хороший досмотр, постоянное перемешивание и регулирование притока воздуха, чтобы получить достаточно высокий коэффициент полезного действия топливника. Выход газов, как у большинства систем топливников, устроен в своде; приспособлений для перемешивания летучих нет. Вообще этот топливник требует значительных усовершенствований.

4. Одним из таких усовершенствований является топливник



Фиг. 13. Топливник улучшенной голландской печи.



Фиг. 14. Топливник Лукашевича.

проф. Лукашевича (для дров), изображенный на фиг. 14. Его конструкция резко отличается от всех других систем. Подобно топливнику Свиязева, боковые стенки у него вертикальны, а передняя и задняя имеют крутые скаты к середине пода, переходящие в вертикальное углубление — шахточку *a*, в нижней части которой установлена колосниковая решетка оригинальной конструкции. Она может вращаться на горизонтальной оси и удерживается в рабочем несколько наклонном положении с помощью железного прута *d*, соединенного с поддувальной дверцей *b*. Последняя во время топки закрыта, а для притока воздуха имеет отверстия, закрываемые подвижной планкой. При открывании поддувальной дверцы решетка опрокидывается и очищается от золы и несгоревших углей. Для наблюдения за горением во внутреннем полотнище топочной дверцы имеется круглое отверстие *г*, закрываемое слюдой.

Основная идея автора была упростить уход за печью, избежать необходимости перемешивания угля и облегчить очистку.

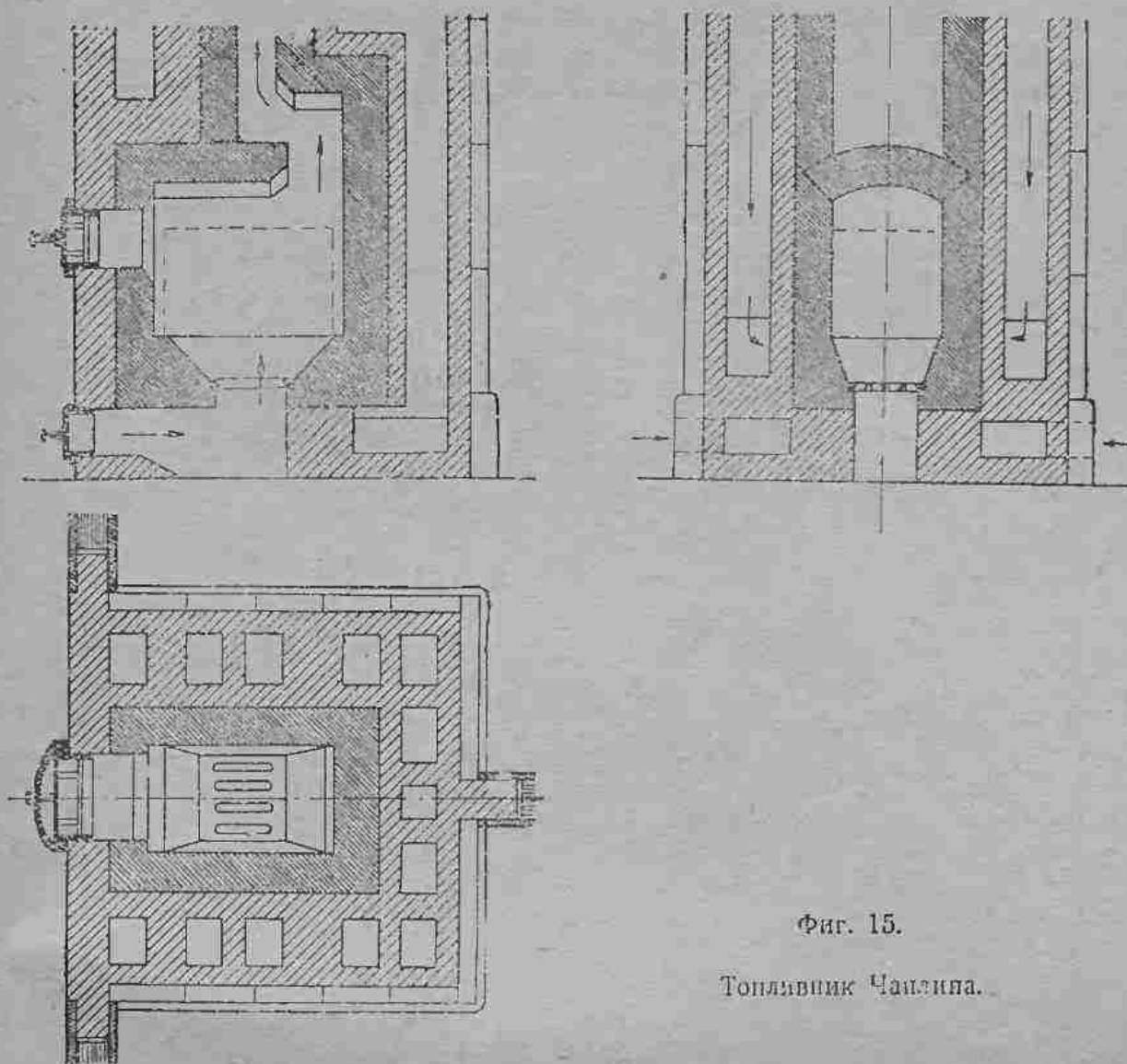


Дрова укладываются в топливник наклонно на задний скат, а концами опираются на передний скат пода.

В периоды разжигания и обугливания дрова расположены над шахточкой; последняя остается свободной, и воздух свободно притекает к топливу в достаточном количестве. Когда же от дров образуются угли, они скатываются вниз, засыпают шахточку, стесняя проход воздуха и количество его уменьшается. Угли горят в узком месте топливника (шахточке), где скорость воздуха значительно больше чем в широкой его части — под сводном пространстве, где горят летучие. Таким образом этот топливник, благодаря устройству пода, в известной мере автоматически регулирует приток воздуха к дровам. Этим он выгодно отличается от всех других систем. Но в других отношениях и этот топливник имеет много весьма существенных недостатков. Наиболее важным из них являются *чрезмерная толщина передней и задней стенок и высокое* (из-за крутого наклона пода и устройства шахточки) *расположение топливника*, вследствие чего низ печи остается холодным на значительную высоту. Устройство колосниковой решетки сложно. С топливом иногда попадают гвозди; застревая в решетке, они не дают ей возможности повернуться и портят все устройство. Если сделать колосниковую решетку неподвижной, прочистка ее также затруднительна вследствие длинного поддувала. Иногда, чтобы прочистить решетку, приходится ложиться на пол и по плечо засовывать руку в поддувало. Наблюдать за процессом горения неудобно, так как колосниковая решетка через топочные дверцы не видна; поэтому легко можно упустить момент окончания топки. Растирка также неудобна из-за глубокого положения решетки. Вследствие высокого расположения топливника и большой его величины (Лукашевич рассчитывает его на максимальное количество дров) для дымооборотов остается мало места. Наконец, несмотря на крутые скаты пода, перемешивать дрова все же изредка приходится. Ввиду указанных крупных недостатков этот топливник в практику не вошел и рекомендовать его нельзя.

5. Топливник проф. Чаплина для дров (фиг. 15) в отношении автоматического регулирования притока воздуха значительно уступает топливнику проф. Лукашевича, но, в противовес этому, он имеет стенки нормальной толщины и расположен на нормальной высоте. Под имеет небольшие скаты со всех сторон к колосниковой решетке, расположенной в центре пода. Дрова укладываются лежа, над колосниковой решеткой, опираясь концами на скаты пода. Таким образом и в этом топливнике в период обугливания решетка свободна и приток воздуха ничем не стеснен; в последнем же периоде угли скатываются частично сами, частично сгребаются на решетку. Устройство пода топливника проф. Чаплина, уничтожив в нем совершенно лишние горизонтальные заплечики у стен, можно принять как вполне рациональную конструкцию. Расположение дверцы на некоторой высоте над подом, облегчающее загрузку дров, также следует признать удачным. Для перемешивания летучих проф. Чаплин

устанавливает над хайлом обратный сводик. О недостатках такого устройства будет сказано ниже. Самое расположение топливника в печи проф. Чаплина в отношении теплоотдачи неудачно, так как почти все его стенки скрыты за опускающимися дымооборотами и не обогревают помещения непосредственно.



Фиг. 15.

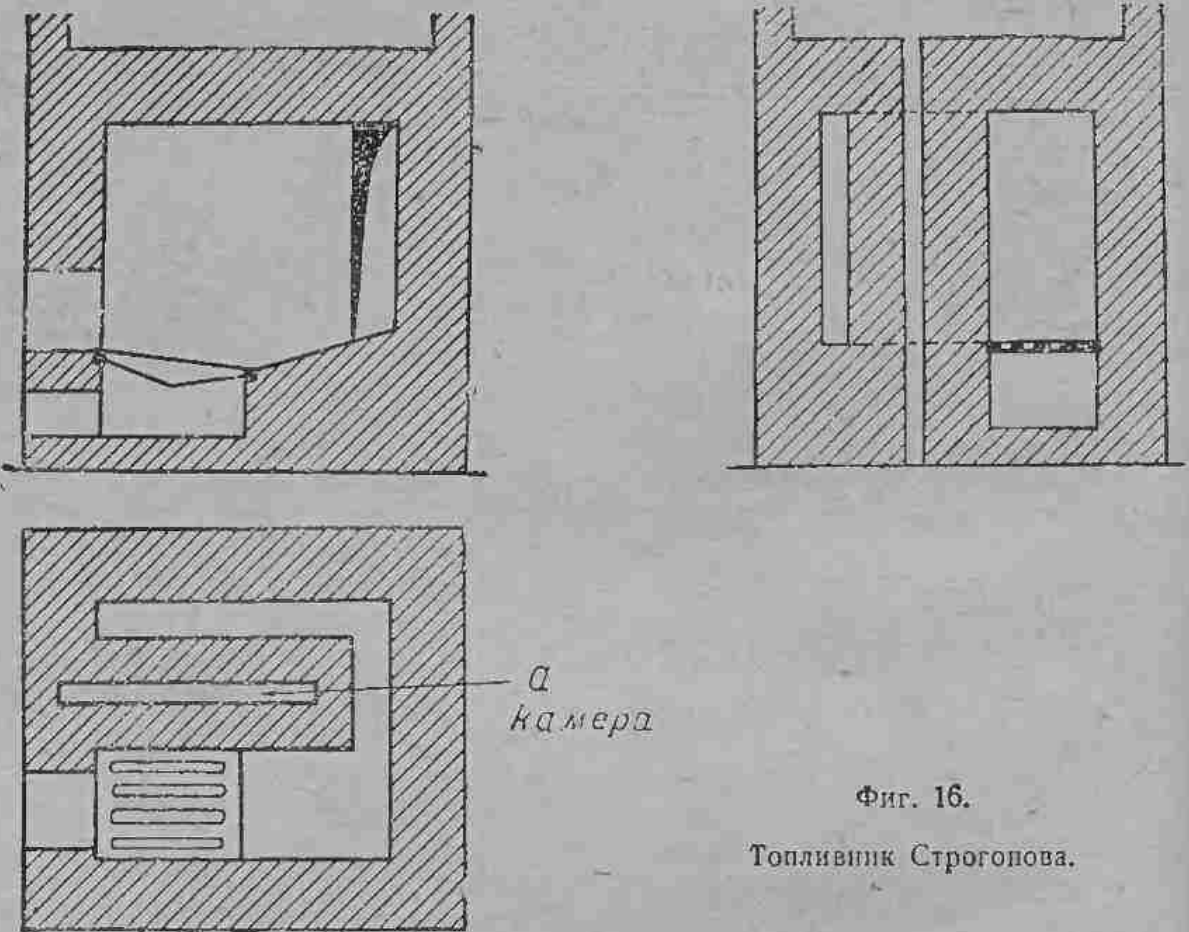
Топливник Чаплина.

6. Топливник Строгонова (фиг. 16) представляет интерес только в отношении устройства хайла, которое у него расположено в конце топливника в одной из боковых стенок, благодаря чему наиболее горячие газы не вылетают так быстро из топливника, как при хайле в своде. Из топливника газы проходят сначала сбоку печи горизонтальным каналом. Если печь в плане имеет достаточные размеры, то между топливником и горизонтальным дымооборотом устраивается камера *a* для нагревания воздуха. Такое устройство дает хороший обогрев низа печи.

Самый же топливник Строгонова неудовлетворителен, главным образом, вследствие неудачной конструкции пода: колос-

никовая решетка поставлена очень близко к дверцам, почему дрова обычно ее всю не закрывают (незакрытым остается передний конец колосников), в период же догорания углей решетка еще более обнажена, и воздух проходит в большом количестве мимо топлива, не участвуя в горении, а лишь охлаждая печь.

7. Каменный уголь при своем сгорании выделяет значительно меньше летучих, чем дрова, и горение у него протекает преимущественно в слое. Он занимает меньше места в топливнике и лежит плотнее дров. Поэтому здесь еще более необходим при-



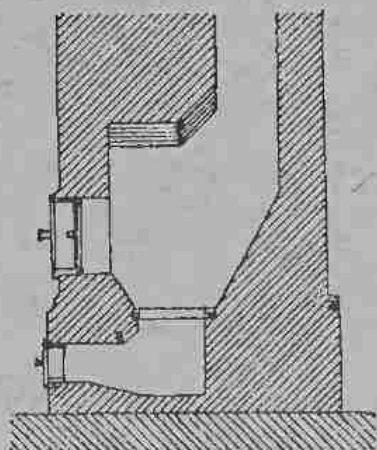
Фиг. 16.

Топливник Строгонова.

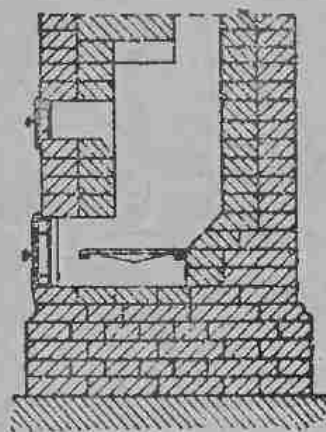
ток воздуха снизу, через слой топлива. Каменный уголь на глухом подду горит очень плохо, а часто и совсем не может гореть. Чрезвычайно важно также, чтобы каменный уголь равномерно покрывал всю решетку слоем определенной толщины (15—25 см в зависимости от сорта угля). Поэтому большинство топливников для каменного угля шахтного типа имеют колосниковую решетку в углублении с крутыми скатами к ней с двух или со всех четырех сторон. Простейший топливник такого типа полушахтный изображен на фиг. 17.

8. Для удобства очистки, что особенно важно при сильно шлакующемся топливе, колосниковую решетку иногда ставят на уровне поддувала, как это изображено на фиг. 18. Чтобы уголь не мог свалиться в поддувало с переднего конца решетки, ее удлиняют. Колосниковая решетка в таком топливнике обычно

велика, воздух притекает с малой скоростью; когда углей остается мало, решетка бывает сильно обнажена; все это не благоприятствует хорошей работе топливника.

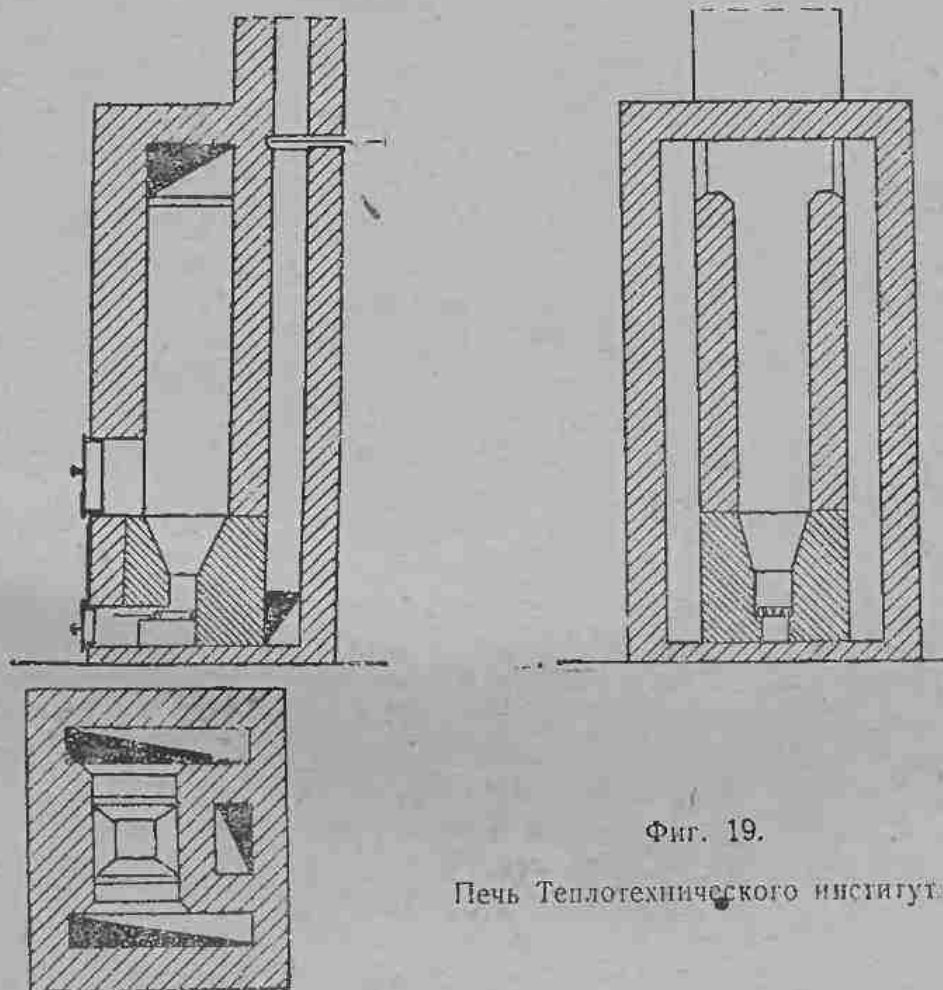


Фиг. 17. Топливник для каменного угля, простейший.



Фиг. 18. Топливник для каменного угля с колосниковой решеткой против продувальных дверей.

9. Наиболее правильно низ топливника для каменного угля сконструирован в топливнике Теплотехнического института для



Фиг. 19.

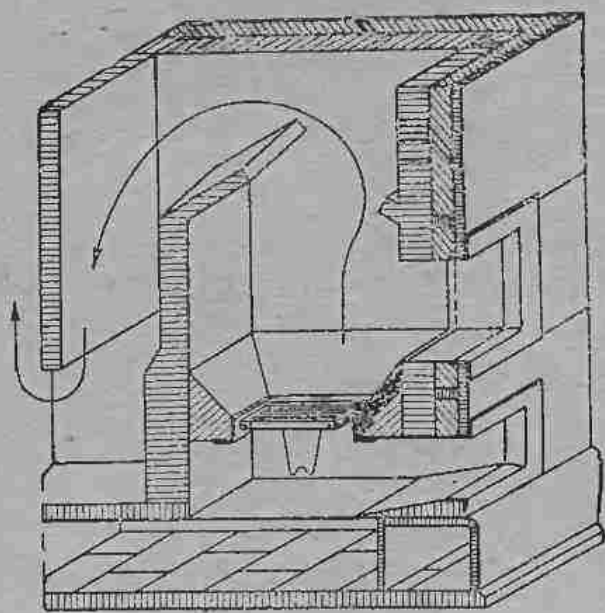
Печь Теплотехнического института.

антрацита (шахтного типа) (фиг. 19). Ему придана форма обратной усеченной пирамиды, благодаря чему уголь лежит на

решетке равномерным слоем и по мере сгорания сползает вниз. Для удобства очистки колосниковая решетка сделана выдвижной с ручкой.

Характерной особенностью топливника является полное отсутствие свода; верхняя часть топливника есть уже первый дымооборот. Это допустимо лишь при антраците и коксе, когда все горение сосредоточивается в слое и развивается очень высокая температура. Для прочих видов каменного угля наличие свода, отражающего тепловые лучи и несколько замедляющего уход наиболее горячих газов из топливника, нужно признать необходимым.

10. В топливнике известного немецкого конструктора инж. Барлаха (фиг. 20) мы и видим такую отражательную плиту—



Фиг. 20. Топливник Барлаха.

наклонный внутренний полусвод, находящийся несколько ниже обычного свода. Газы из топливника переливаются через этот полусвод и уходят в опускной дымооборот сверху задней стенки. Топливник этой конструкции дал на практике весьма хорошие результаты.

11. Приблизительно таково же расположение топливника в печи известного немецкого проф. Браббе (фиг. 21). Газы из топливника сначала опускаются по первому вертикальному дымообороту (B), затем по второму каналу Г поднимаются в верхнюю часть печи. Печь расположена на

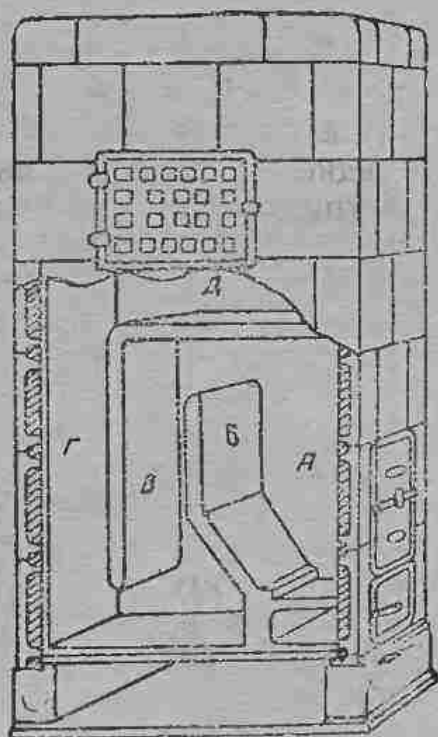
ножках и снабжена чугунным или железным выложенным шамотными плитками поддоном. Вследствие такого устройства получается очень хороший обогрев низа печи.

12. Оригинальную конструкцию топливников для каменного угля дал проф. Ерченко. Его топливник (фиг. 22) имеет в нижней части углубление—шахточку, куда загружается топливо. Воздух поступает из поддувала через обыкновенную колосниковую решетку. Хайло устроено в задней стенке, в самом ее низу, вследствие чего эта стенка топливника превратилась в верхний (обратный) порог, опускающийся очень низко, а подсводное пространство—в тупик для горячих газов. Горение происходит частью в подсводном пространстве, частью в первом дымообороте. Последнее нельзя считать рациональным. Верхний порог опущен слишком низко, вследствие чего может происходить дымление печи.

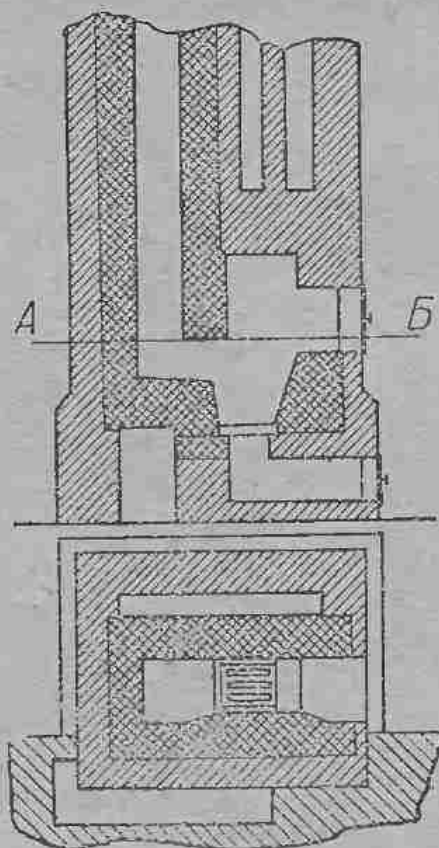
13. Для антрацита, который развивает настолько высокую температуру, что колосниковая решетка очень быстро перегорает и сплавляется со шлаками, проф. Ерченко предлагает заменить

колосниковую решетку огнеупорным кирпичом, как это указано на фиг. 24 и 25. Такое устройство нельзя считать вполне рациональным, ибо доступ воздуха происходит только через 2 щели спереди и сзади, а к средней части угля затруднен. Проф. Чаплин, как уже говорилось выше, при рассмотрении топливника Тепло-технического института, предлагает делать колосниковую решетку выдвижной, и для ее охлаждения ставить под ней в поддувале плоскую железную коробку с водой.

14. На основании изучения предыдущих систем и требований к топливнику инж. Протопоповым сконструирован топливник, представляющий комбинацию наиболее рациональных деталей



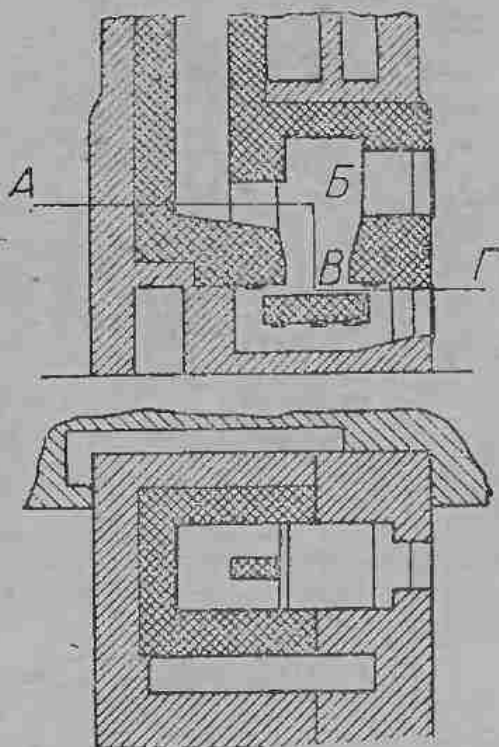
Фиг. 21. Печь Браббе.



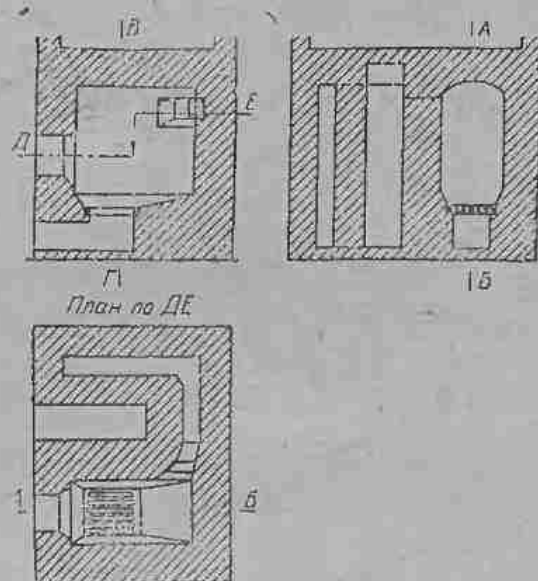
Фиг. 22 и 23. Топливник Ерченко для каменного угля.

других конструкций. На фиг. 26 изображен топливник его системы для дров. Под топливника для дров есть видоизменение пода топливника Чаплина; по сравнению с последним колосниковая решетка поставлена несколько ближе к дверцам, чем достигается более равномерный приток воздуха ко всему топливу. Передний скат пода имеет угол наклона 45° , задний приблизительно вдвое меньше. Дрова укладываются горизонтально, не касаясь решетки, и в период обугливания (горение летучих в пламени) воздух притекает свободно. При образовании углей последние отчасти скатываются сами, отчасти сгребаются на решетку и там быстро догорают в сильной струе воздуха. Решетку лучше делать выдвижной. Верхний край топочной дверцы устанавливается на высоте верха нормального (расчетного) коли-

чества дров, что весьма облегчает их загрузку. Отличительной особенностью топливника является устройство хайла в боковой стенке топливника, (фиг. 26) несколько ниже свода (на 1—2 ряда кирпича), так что над хайлом получается небольшой верхний порог, задерживающий в подсводном пространстве наиболее горячие газы, тем самым повышающий температуру в топливнике. Во избежание проникания дыма в помещение через топочные дверцы нижний край этого верхнего порога должен быть несколько выше верхнего края топочного отверстия (дверцы). Первые дымообороты устраиваются или по Строгонову или по Бrabбе, в зависимости от формы печи в плане. И тот и другой способы дают хороший обогрев низа



Фиг. 24 и 25. Топливник Ерченко для антрацита.



Фиг. 26. Топливник Протопова для дров.

печи. Топливник для каменного угля отличается меньшими размерами, так как уголь занимает меньше места, и устройством пода по образцу топливника Теплотехнического института.

15. Торф имеет довольно рыхлое строение, большое количество влаги (25—35%) и золы (10—30%). При горении зола обволакивает несгоревшее внутри топливо и затрудняет приток к нему воздуха. Поэтому при сжигании торфа в обыкновенных топливниках с горизонтальными колосниковыми решетками его приходится часто перемешивать. В паровых котлах точки для торфа устраиваются с наклонной, примерно под углом 45°, ступенчатой решеткой. Здесь торф, постепенно сдвигаясь вниз, освобождается от золы, проваливающейся через решетку. Предложенный инж. Степановым топливник для торфа (фиг. 27) также имеет наклонную колосниковую решетку и кроме того внизу—горизонтальную, где торф догорает. Чтобы мелкие частицы торфа не просыпались через решетку, прозоры в ней делают не более

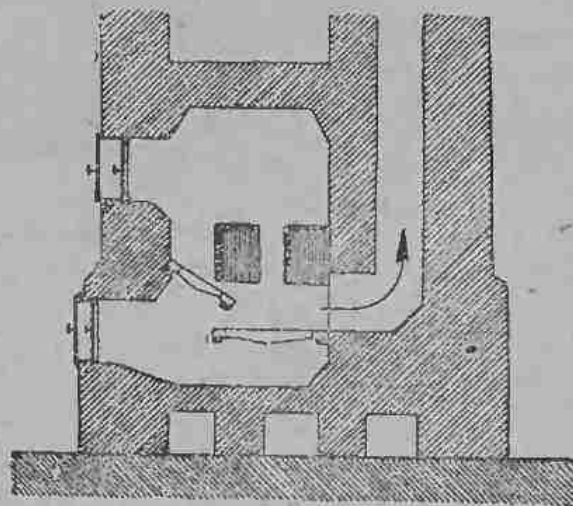
5—7 мм, тогда как при дровах—от 7 до 15 мм, при каменном угле—от 7 до 10 мм при неспекающемся, а при спекающемся—до 15 мм и даже шире.

Торф можно сжигать также в топливниках шахтного и полушахтного типов, подобно изображенным на фиг. 15, 17 и 20.

Торф дает большое количество золы; поэтому поддувало топливника на торф должно иметь большой объем. Зола торфа очень легка и при выгребании разлетается по помещению; поэтому чрезвычайно удобно помещать в поддувале железный ящик для золы.

16. Торф, бурый уголь и прочие виды малокалорийного топлива, содержащие обычно много влаги, очень выгодно предварительно подсушить. Для этой цели применяются топливники с дополнительной камерой или конусом. Эта дополнительная камера удобна еще тем, что облегчает уход, устраняя необходимость в подбрасывании топлива в топливник. Поэтому такие топливники применяются также при больших печах и в калориферах (печь центрального воздушного отопления).

Рассмотренные системы топливников комнатных печей совершенно не исчерпывают всех существующих конструкций, но являются наиболее типичными.



Фиг. 27. Топливник Степанова для торфа.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Выпишите все требования к топливнику.

Что должно быть устроено в топливнике для хорошего перемешивания топлива в слое с воздухом?

Что должно быть устроено в топливнике для хорошего перемешивания летучих с воздухом?

Для чего нужна и чем производится регулировка притока воздуха в топливник?

Почему важно, чтобы топливо сгорело равномерно, и что для этого нужно сделать в топливнике?

В чем заключается вред мультипликаторов?

Какое устройство может охлаждать топливник и почему охлаждения нельзя допускать?

Как достигнуть хорошего обогрева низа печи?

Почему коэффициент полезного действия топливника не может быть больше единицы?

Что общего у топливников Свяязева и Лукашевича и в чем заключается их основное различие?

В какой системе топливника наилучшим образом устроен под и почему?

Какие системы топливников из рассмотренных хорошо обогревают низ отапливаемого помещения?

Задание. В печь положено 10 кг каменного угля. Сколько воздуха требуется теоретически и сколько его потребуется практически для сжигания всего угля?

Задание. На какие 3 периода можно разделить процесс сжигания топлива в комнатной печи и что происходит в каждый из этих периодов?

Задание. Чему равен коэффициент полезного действия топливника, если при сгорании в нем 12 кг каменного угля с теплотворностью 7000 кал выделилось 63000 кал?

ГЛАВА II.

Мы рассмотрели устройство топливников печей, причем, чтобы иметь возможность разобраться в преимуществах и недостатках различных конструкций, мы должны были предварительно выяснить требования к топливникам вообще, а для этого, в свою очередь, изучить химический состав топлива и теорию горения. Цель настоящей главы — изучить конструкцию второй, главной, части отопительных печей — дымооборотов. Для того чтобы вполне сознательно сделать оценку той или иной конструкции, мы, подобно тому, как сделали это в первой главе сначала изучим теорию дымооборотов, узнаем, какие силы движут газы в дымооборотах, какими законами управляется это движение, четко наметим требования к дымооборотам и только тогда, когда будем иметь научный критерий (научные основания, мерку для оценки), перейдем к рассмотрению отдельных конструктивных типов дымооборотов. Изучение теории в печном деле играет огромную роль, ибо плохое знание теории приводит к грубым ошибкам в устройстве печей, а отсюда к плохому действию последних и увеличению расходов на топливо. Итак, начнем изучение дымооборотов с изложения теоретических основ.

5. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ ГАЗОВ В КАНАЛАХ.

СИЛА, ДВИЖУЩАЯ ГАЗЫ В КАНАЛАХ.

Первым условием для возможности горения является наличие кислорода, для чего воздух должен свободно притекать к горящему телу, а продукты горения свободно уходить. Если накрыть зажженную свечу стаканом, то она быстро потухнет в атмосфере углекислоты и других продуктов горения без доступа свежего воздуха. Попробуйте накрыть небольшим куском бумаги стекло зажженной керосиновой лампы. Бумага слетит: ее сдует током горячих газов, поднимающихся в стекле. Снимите стекло. Горение хотя и будет продолжаться, но значительно хуже, так как продукты горения не будут иметь направляющего аппарата, будут расходиться во все стороны, и приток воздуха, питающего горение, уменьшится, пламя станет коптящим. Рассматривая действие печи, мы видим, что воздух устремляется в топливник,

образующиеся газы поднимаются и опускаются по дымооборотам печи и уходят в дымовую трубу. Точно так же воздух движется по вентиляционным каналам в стенах здания и т. д. Какая же сила заставляет эти газы и воздух двигаться? Откуда берется энергия для этого движения?

Находясь всю свою жизнь в атмосфере земли, мы почти не замечаем окружающего нас воздуха, и он кажется нам невесомым. Но это не так: из физики известно, что воздух, как и все тела, имеет свой вес. Вследствие этого верхние слои воздуха, подобно верхним рядам кирпичной кладки, давят на находящиеся под ними; эти в свою очередь—на нижележащие и т. д. Чем ниже, ближе к земной поверхности воздух, тем более он сжат, плотнее, тяжелее. По мере поднятия вверх плотность атмосферы быстро убывает, так что, например, на высоте 20 км она составляет всего $\frac{1}{18}$ часть плотности у земной поверхности. Вообще вес воздуха не есть величина неизменная. Как и все газы, воздух при нагревании сильно расширяется; следовательно в 1 м^3 будет заключаться холодного и теплого воздуха не одинаковое количество, и, следовательно, 1 м^3 теплого воздуха будет весить меньше, чем 1 м^3 холодного воздуха. Так например при -20° вес 1 м^3 воздуха равен 1,396 кг, при 0° равен 1,293 кг, при $+20^\circ$ равен 1,205 кг, при $+100^\circ$ равен 0,947 кг и т. д.

Как в сосуде, в котором смешаны жидкости различного удельного веса, например вода и подсолнечное масло, более тяжелая жидкость (вода) стремится осесть на дно, а более легкая (масло) всплывает вверх, так и воздух при нагревании становится легче и поднимается вверх, а на его место притекает более тяжелый, холодный, воздух. Во время топки печи горячие продукты горения поднимаются по дымовой трубе (фиг. 28) и наполняют ее доверху. Снаружи находится холодный воздух. Таким образом слой воздуха M в устье топливника испытывает давление с одной стороны (справа) от веса столба горячих газов, с другой стороны (слева)—от веса такой же высоты столба наружного воздуха. Вес слоев воздуха выше конца трубы во внимание не принимаем, так как их вес одинаков как для одной стороны, так и для другой.

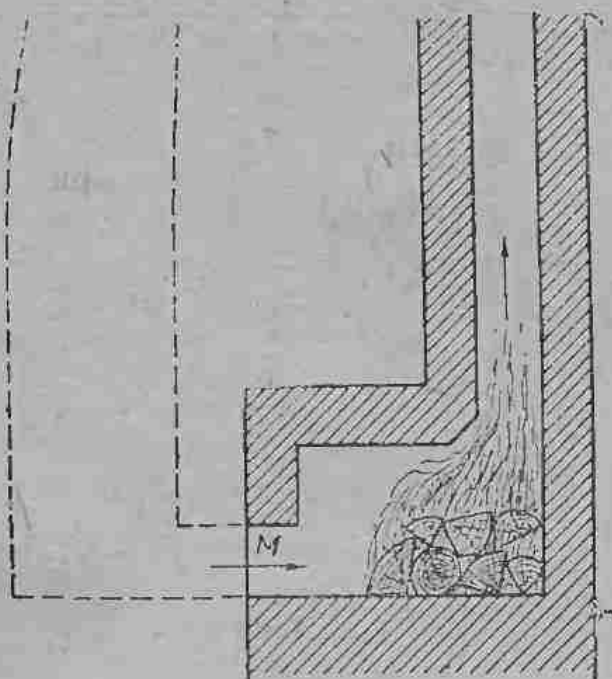
Допустим, что внутри трубы имеем воздух, нагретый до 100° , снаружи—температура воздуха 0° ; возьмем высоту трубы 10 м. Объем столба воздуха высотой 10 м с площадью основания 1 м^2 равняется 10 м^3 . Вес такого столба воздуха при температуре 0° равняется $1,293 \times 10 = 12,93 \text{ кг}$. Следовательно этот воздух давит на слой M с силою 12,93 кг на каждый м^2 . Точно так же давление горячего воздуха при температуре 100° равняется $0,947 \times 10 = 9,47 \text{ кг}$ на м^2 . Таким образом слой M испытывает давление со стороны холодного воздуха внутрь топливника, равное разности давлений слева и справа $12,93 - 9,47 = 3,46 \text{ кг/м}^2$. Это и есть та сила, которая заставляет воздух притекать в топливник, а продукты горения подниматься в дымовую трубу.

Эту силу обычно называют *тягою*. Название это не вполне правильное, так как, как мы только что видели, нет силы, которая бы вытягивала газы из трубы, в действительности происходит

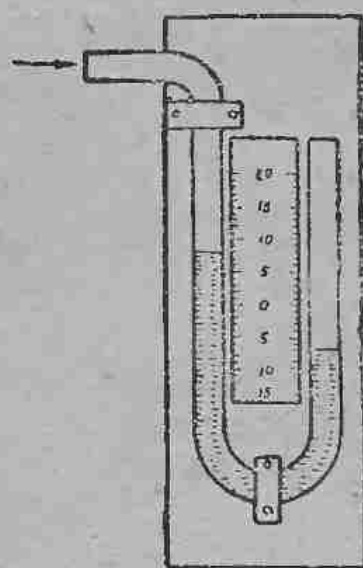
выдавливание легких горячих газов более тяжелым холодным наружным воздухом.

Если бы мы взяли трубу высотой не 10, а 20 м, то получили бы величину тяги $(1,293 - 0,947) \times 20 = 6,92 \text{ кг/м}^2$ и вообще сила тяги равна весу 1 м^3 наружного воздуха минус вес 1 м^3 газов в трубе, умноженному на высоту трубы.

Если брать вес воздуха и газов в килограммах, а высоту трубы в метрах, то сила тяги будет измеряться в кг/м^2 (кг на 1 м^2). Давление равное 1 кг на каждый м^2 производит между прочим столб воды высотой в 1 мм . Действительно, если взять 1 кг (т. е. 1 л) воды и вылить его в сосуд, у которого площадь дна равна 1 м^2 , то высота воды в таком сосуде будет равна 1 мм ($1 \text{ л} = 1000 \text{ см}^3$; $1 \text{ м}^2 = 10\,000 \text{ см}^2$; $1000 : 10\,000 = 0,1 \text{ см} = 1 \text{ мм}$).



Фиг. 28. Тяга (дымовая труба).



Фиг. 29. Простой тягомер.

Поэтому тягу часто выражают (измеряют) не кг/м^2 , а высоту столба воды в миллиметрах (или, как обычно говорят, миллиметрами водяного столба).

Силу тяги на практике можно определить с помощью особого прибора, называемого *тягомером*. Тягомер (фиг. 29) представляет собой изогнутую трубку, наполненную водою или подкрашенным спиртом. Один конец трубочки открыт, другой соединен с помощью резиновой или металлической трубочки с тем пространством, где хотят измерить силу тяги, например с дымоходом печи. На жидкость в открытом колене трубочки давит атмосферный воздух, в закрытом — газы, находящиеся в дымоходе. Так как давление воздуха больше, чем давление газов, то жидкость в открытом канале опустится, а в закрытом подыметя. Разность уровней воды, измеренная в миллиметрах, и даст величину силы тяги в дымоходе. Сила тяги в дымоходах обычно невелика: для комнатных печей $1-3 \text{ мм}$ водяного столба. Поэтому разность уровней воды в коленах очень незначительна, и про-

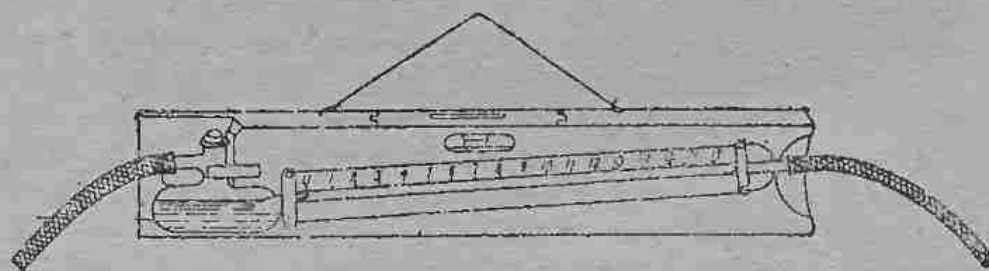
изводить отсчеты в простом тягомере неудобно. Чтобы облегчить отсчеты, устраивают тягомеры с наклонной трубкой (фиг. 30); в этом случае деления получаются длиннее. Для правильности отсчетов тягомер необходимо установить строго горизонтально, для чего он и снабжен уровнем.

Рассматривая вышеприведенную формулу (выражение) для определения силы тяги, видим, что тяга зависит от двух величин. Она зависит, во-первых, от высоты дымовой трубы: *чем труба выше, тем тяга больше*. Отсюда становится понятным, почему печи нижнего этажа многоэтажного дома топят лучше, чем верхних: тяга у них сильнее. Во-вторых, сила тяги зависит от разности удельного веса воздуха снаружи и газов внутри канала, а эта разность, в свою очередь, зависит от разности температур воздуха и газов: чем эта разность больше, тем сильнее тяга. Вот почему зимою в морозы тяга в печах лучше, чем осенью или весною в более теплые дни.

Чтобы усилить тягу, мы должны увеличить разность температур снаружи и внутри трубы. Изменить температуру на дворе мы не можем, следовательно, для увеличения тяги остается одно средство: увеличить температуру газов в трубе. Однако это чрезвычайно невыгодно, так как чем выше температура отходящих газов при выходе из печи („на выюшке“), тем больше тепла уносится в трубу бесполезно, тем больше потеря тепла и тем меньше к. п. д. печи. Отсюда вытекает следующий практический вывод: чтобы повысить к. п. д. печи, нужно выпускать газы в трубу с возможно низкой температурой, следовательно, *нужно строить такие печи, чтобы они могли работать при небольшой тяге в дымоходе.*

СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ГАЗОВ В КАНАЛАХ.

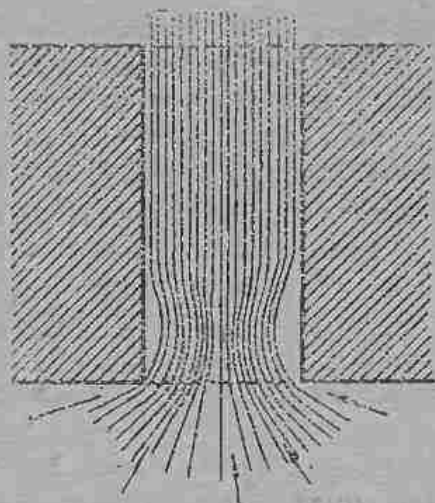
Газы, протекая по дымооборотам печи, встречают различные сопротивления своему движению. Известно, что когда одно тело



Фиг. 30.

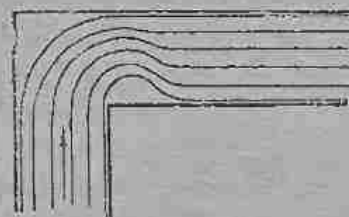
движется вдоль другого, то между этими телами возникает сила трения, противодействующая происходящему движению. Так например когда кирпичи спускают вниз по деревянному желобу с недостаточно крутым наклоном, то они перестают скользить вниз, застревают. У берегов реки течение медленнее, чем на середине. Трение возникает как при движении твердых и жидких тел, так и газообразных.

Сила трения зависит прежде всего от состояния поверхности: чем поверхность ровнее, глаже, тем трение меньше. Поэтому, чтобы уменьшить сопротивление движению газов от трения в дымооборотах, нужно делать внутреннюю поверхность каналов как можно глаже. Это достигается правильной, тщательной кладкой, отсутствием выступов, неровностей, более тонкими швами, затиркою их или оштукатуриванием внутренней поверхности (послед-



Фиг. 31. Сжатие струи при входе в отверстие.

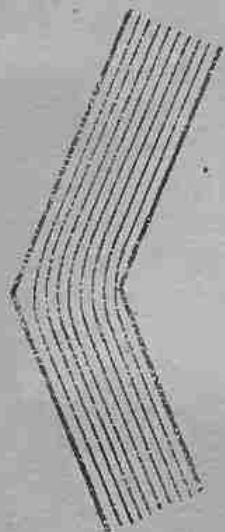
достигается правильной, тщательной кладкой, отсутствием выступов, неровностей, более тонкими швами, затиркою их или оштукатуриванием внутренней поверхности (послед-



Фиг. 32. Местные сопротивления.

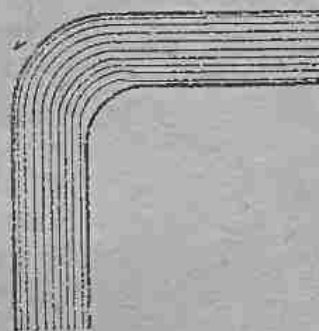
няя делается в вентиляционных каналах). Оседающая на стенках каналов сажа делает их шероховатыми, увеличивает трение.

Далее, сила трения зависит от величины поверхности соприкосновения: чем эта поверхность больше, тем значительнее трение, тем медленнее движутся газы по каналам и тем большая требуется тяга для их движения. Поверхность же трения в каналах есть внутренняя поверхность их стенок; она тем больше, чем больше периметр поперечного сечения канала и чем длиннее каналы. Отсюда практический вывод: чтобы уменьшить сопротивление от трения в дымооборотах печи, их нужно делать короче.



Фиг. 33. Местные сопротивления.

Кроме силы трения движущиеся в каналах воздух и газы встречают различные местные сопротивления от сужений и от изменения направления (поворотов). При внезапном сужении канала или при входе газов в отверстие происходит следующее явление



Фиг. 34. Местные сопротивления.

(фиг. 31). Струйки газа стремятся в отверстие со всех сторон и стесняют движение друг друга. В результате давления боковых струек происходит сжатие струи (потока) газа при входе в канал. Подобным же образом сжатие струи происходит при изменении направления движения (поворота) газового потока; наибольшее сопротивление наблюдается при внезапном и крутом повороте (фиг. 32), несколько меньше при тупом угле (фиг. 33)

и еще меньше, если углы закруглены (фиг. 34). Поэтому *сопротивление движению газов в каналах тем меньше, чем меньше имеется поворотов, чем менее резко сделаны эти повороты и чем плавнее закруглены углы.*

Таким образом, конструируя печь, нужно стремиться к уменьшению не только длины дымооборотов, но и числа поворотов.

Задвижки и вьюшки, открытые не полностью или вмазанные в канал не заподлицо со стенками канала, колосниковая и другие решетки представляют собою также большое местное сопротивление. Наибольшим же из местных сопротивлений для прохода воздуха и газов через печь является слой топлива. Этот слой при сгорании топлива постепенно уменьшается, следовательно и сопротивление в печи уменьшается; наоборот, тяга в дымовой трубе во время топки постепенно усиливается, так как стенки печи постепенно нагреваются все более, и температура в дымооборотах и дымоходах увеличивается. Чем сильнее тяга и чем меньше сопротивлений встречает на своем пути воздух, тем большее количество его притекает в топку. Отсюда мы снова (см. „Процесс горения“) приходим к заключению о необходимости регулировать приток воздуха в топливник во время топки. Каждая печь должна иметь задвижку (шибер) в трубе, прикрывая которую более или менее увеличиваем или уменьшаем сопротивление и тем влияем на скорость притока воздуха в топливник.

КАРТИНА ДВИЖЕНИЯ ГАЗОВ В ДЫМООБОРОТАХ¹.

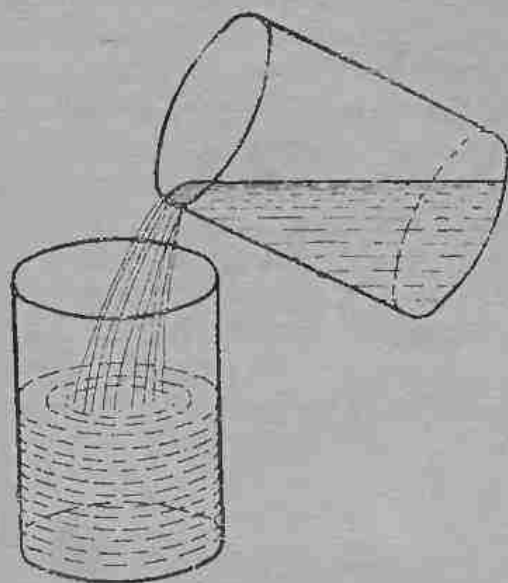
Движение газообразных продуктов горения в дымооборотах печи аналогично (подобно) движению воды в каналах или трубах. Картину движения газов мы получим, если перевернем вверх ногами картину движения воды. Так например когда переливают воду из одного стакана в другой, то второй стакан подставляют под первый (фиг. 35); когда же переливают легкий газ, например водород², то второй стакан, который хотят наполнить газом, держат над первым стаканом кверху дном (фиг. 36).

Когда вода течет в канаве (желобе), она заполняет прежде всего ее нижнюю часть до некоторого уровня, как изображено в продольном и поперечном разрезах на фиг. 37; ограждать канаву крышкою сверху не приходится, если конечно воды немного и если ничто не расплескивает воду (отсутствие ветра и т. п.). То же, только в перевернутом виде, происходит при течении горячих газов по горизонтальному каналу (например борову): если газа немного, он не заполняет всего сечения канала, а лишь верхнюю его часть; точно так же, как у жид-

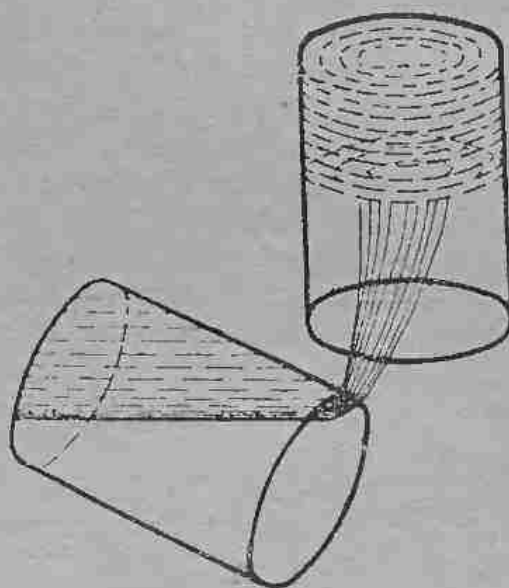
¹ Автор излагает движение газообразных продуктов по аналогии с движением воды. Однако при всей наглядности такого сравнения следует иметь в виду, что автор говорит о газах горячих с высокой температурой. Кроме того в действительности мы имеем здесь дело с более сложными явлениями, связанными с диффузией газов (см. курс „Физики“), с их вихревыми движениями и пр.

² Водород — самый легкий газ, легче воздуха в 16 раз, им наполняют воздушные шары.

кости, здесь получается уровень потока (фиг. 38) — различие лишь в том, что уровень газового потока располагается снизу, под газом. Ограждать горизонтальный канал для горячего газо-

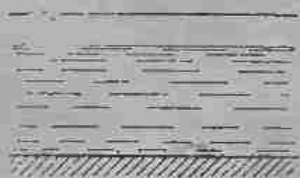


Фиг. 35. Переливание жидкости.

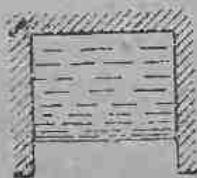
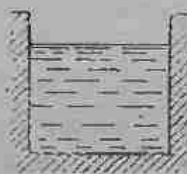


Фиг. 36. Переливание легкого газа.

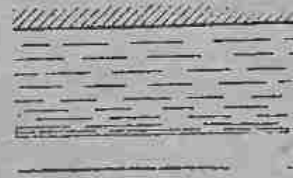
вого потока снизу, если бы воздух был совершенно спокоен, было бы не нужно. Если в канаве сделать запруду (подпор, порог), то уровень воды перед нею будет повышаться, пока вода



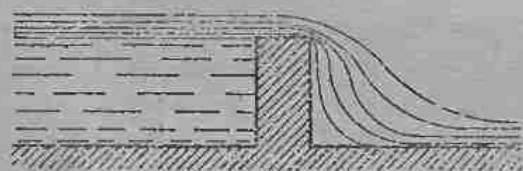
Фиг. 37. Течение воды в желобе.



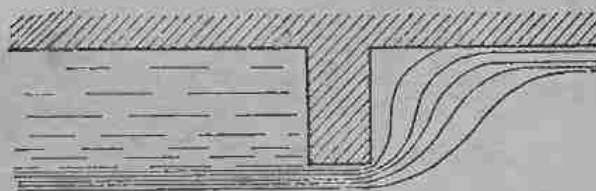
Фиг. 38. Течение газа в борозе.



не будет в состоянии переливаться через запруду (фиг. 39). Чтобы запрудить горячий газовый поток в горизонтальном канале, нужно сделать порог вверху под сводом канала; тогда



Фиг. 39. Водослив



Фиг. 40. Газослив

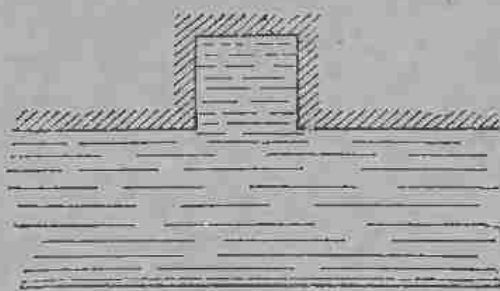
уровень газового потока понизится, и поток будет переливаться через порог под ним, как это изображено на фиг. 40.

Если движение воды медленное, а температура ее не везде одинакова (например мы имеем пруд, вода в котором нагре-

вается лучами солнца или в который втекают холодные ключи) то через запруду будет переливаться наиболее теплая вода, холодная же вода, как более тяжелая, будет опускаться на дно пруда.

В печных каналах и топливнике газы отдают свое тепло стенкам печи и постепенно остывают; поэтому из-под обращенного (верхнего) порога будут уходить (сливаться через порог) наиболее холодные, остывшие газы, наиболее же горячие будут задерживаться порогом. Вот почему я и рекомендую (см. фиг. 26) делать хайло в топливнике не в своде, а в задней или боковой стенке с небольшим порошком над ним.

В омуте, яме на дне реки вода всегда холоднее. Если сделать углубление в своде канала (фиг. 41), по которому текут



Фиг. 41. Мешок горячих газов.

горячие газы, получится „мешок“ горячих газов, где газы будут застаиваться, задерживаться до тех пор, пока они не остынут. В случае углубления в дне (внизу) канала, в нем будут неподвижно стоять холодные газы. Таких тупиков, мешков холодного воздуха, в печах устраивать не следует. К сожалению, ошибки в этом направлении встречаются.

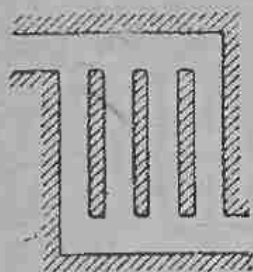
Движение газов в опускных дымооборотах, т. е. в сторону, противоположную естественному стремлению горячих газов вверх, аналогично движению воды в сифоне, вода подымается в первом колене сифона вверх под влиянием разрежения, которое создается благодаря вытеканию воды из второго колена. Продукты горения в опускном дымообороте опускаются вниз потому, что в следующем (подъемном) дымообороте газы подымаются вверх и в подвертке получается разрежение.

ПРИНЦИП САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ОПУСКНЫХ ДЫМОБОРОТОВ ПЕЧЕЙ.

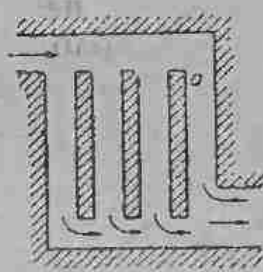
Чтобы увеличить внутреннюю тепловоспринимающую поверхность печи, не увеличивая сопротивления движению газов длинными и извилистыми каналами, архитектор Свиязев еще в середине прошлого столетия предложил систему параллельных *опускных* дымооборотов, схематически изображенную на фиг. 42. Такая система обладает принципом саморегулирования, т. е. автоматически сохраняет равномерное распределение газового потока по всем параллельным опускным каналам. Действительно, если предположить, что в силу той или иной причины в каком-либо из опускных каналов скорость газов увеличится, то в этот канал устремится большее количество газов, следовательно и большее количество теплоты, вследствие чего температура в этом канале повысится, а удельный вес газов уменьшится, они станут легче газов в соседних каналах; уменьшение удельного веса будет задерживать течение (опускание) газового потока в канале,

в соседних же каналах газы начнут течь быстрее. Таким образом скорость газов в параллельных опускных каналах сама собою выравнивается, следовательно, выравнивается и температура в них.

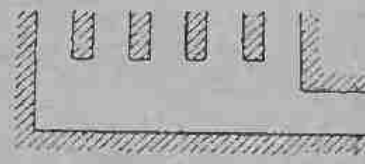
Рассмотрим, что получится, если горячий газовый поток распределить по параллельным *подъемным* каналам (направить снизу вверх). Если в этом случае скорость в каком-нибудь из каналов увеличится, то в этот канал устремится большее количество газов, а с ними и большее количество теплоты, канал этот нагреется сильнее. (Чаще всего в такой системе сильнее нагревается средний канал, так как стенки его нагреваются не только изнутри, но и со стороны соседних каналов.) Вследствие повышения температуры в канале газы расширятся, станут легче, что будет еще больше увеличивать скорость газов в этом канале и в результате может создаться такое положение, что весь газовый поток направится по одному этому каналу, а соседние будут холодными. Такая система каналов не обладает принципом саморегулирования и очень легко выходит из равновесия, равномер-



Фиг. 42. Система параллельных дымооборотов.



Фиг. 43. Система неправильная.



Фиг. 44. Система с камерой.

ного распределения газового потока в ней получить нельзя, и стенки печи при такой системе в соседних каналах не будут одинаково нагреты. Отсюда приходим к следующему выводу: *направлять (делить) поток горячих газов по параллельным вертикальным каналам можно только по опускным, но ни в коем случае не по подъемным параллельным каналам; подъемные каналы должны всегда делаться одиночными.*

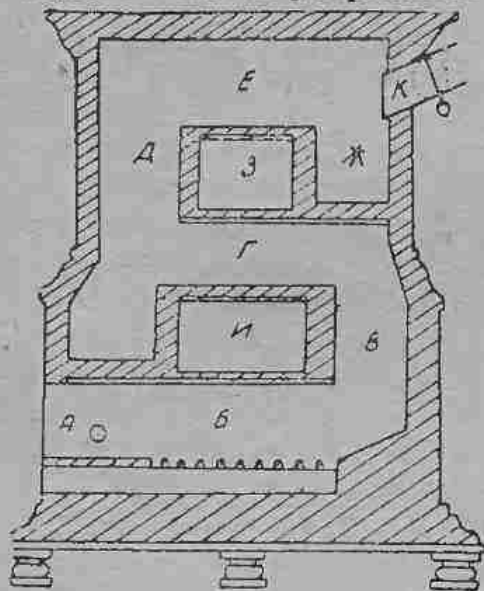
Кроме направления на равномерность распределения газового потока огромное влияние имеет равномерность длины путей частиц газов по различным каналам. Например, устройство системы опускных дымооборотов, показанное на фиг. 43, неправильно, так как путь для газов по каналу *a* короче, чем по другим каналам, и большая часть газового потока устремится сюда, как по пути с меньшим сопротивлением. К сожалению в этом отношении во многих конструкциях печей встречаются погрешности, вследствие чего стенки печей нагреваются неодинаково.

Для лучшей работы параллельных опускных дымооборотов полезно нижний сборный канал устраивать более высоким, наподобие камеры, и отводить отсюда газы в самом низу, как изображено на фиг. 44, чтобы дать газам спокойно вытекать из каналов и отсасывать в дымовую трубу наиболее остывшие газы.

РАССЛАИВАНИЕ ГАЗОВОГО ПОТОКА.

Наукой установлено, что сопротивление движению газов тем больше, чем больше скорость газов. Следовательно, печь нужно конструировать таким образом, т. е. давать дымооборотам такие размеры поперечного сечения, чтобы скорость газов была не слишком велика. С другой стороны, при малой скорости наблюдается расслаивание газового потока. Особенно заметно такое расслаивание в горизонтальных дымооборотах, где наиболее горячие струи поднимаются вверх, а внизу, в особенности при малом количестве газов и высоком сечении канала, может застаиваться холодный воздух; температура стенок такого дымооборота сверху и внизу будет неодинакова. У стен каналов, вследствие трения об эти стенки, газы движутся медленнее, чем в середине сечения канала. Такое расслаивание чаще всего наблюдается в вертикальных подъемных каналах. Струи, соприкасающиеся со стенками, более охлаждаются вследствие передачи тепла последним, и при малой скорости газов здесь может образоваться застой; движение же будет происходить серединой сечения канала. Поэтому допускать малую скорость газов в подъемных каналах нельзя, чтобы не происходило вредного их расслаивания. В опускных же дымооборотах можно допустить значительно меньшую скорость, так как здесь будет действовать тот же принцип саморегулирования движения различных струй и температура по всему сечению канала будет приблизительно одинаковая.

Чтобы получить меньшую скорость движения газов, нужно делать каналы большего поперечного сечения или же вместо одного канала устраивать несколько параллельных. Это приводит нас снова к заключению, что подъемный канал следует устраивать один, а опускных можно делать несколько параллельных.



Фиг. 45. Печь Барлаха.

На фиг. 45 изображена печь Барлаха. Какая допущена здесь ошибка в конструкции дымооборотов?

Почему подъемный канал можно устраивать только одиночный, а опускные не только можно, но даже рекомендуется делать параллельные?

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

В тягомере уровень воды в одном колене находится выше уровня в другом на 6 мм. Какова сила тяги в $\text{кг}/\text{м}^2$?

Как изменится сила тяги, если дымовую трубу высотой в 10 м надстроить еще на 5 м?

Почему слабая в начале топки тяга усиливается по мере того как топливо разгорается?

Какие сопротивления встречает движение газов в дымооборотах печи?

Что такое местные сопротивления движению газов в каналах и чем они вызываются?

Что такое мешок холодных газов в дымооборотах и почему он недопустим?

Задание. Какова будет сила тяги, если дымовая труба имеет высоту над колосниковую решеткою 15 м, температура продуктов горения в ней $+100^{\circ}$, а температура наружного воздуха -20° ?

Задание. Перечислите все сопротивления движению воздуха и газов в обыкновенной голландской печи с поддувалом о 6 дымооборотах и с вьюшкой в патрубке (рукаве).

Задание. Как исправить ошибку, допущенную Барлахом в конструкции дымооборотов? Сделайте рисунок.

6. ДЫМООБОРОТЫ.

ТРЕБОВАНИЯ К ДЫМООБОРОТАМ.

Цель устройства дымооборотов в печах — *увеличить внутреннюю тепловоспринимающую поверхность печи*, чтобы эта поверхность была способна воспринять как можно больше тепла, выделяющегося при сгорании топлива и заключающегося в продуктах горения.

Часть тепла, выделяющегося в топливнике, поглощается стенками последнего, остальное количество, за исключением тепла необходимого для установления нормальной тяги в дымовой трубе, должны поглотить стенки дымооборотов. При несоответствии размеров внутренней поверхности остальным размерам печи и вообще при неправильном устройстве дымооборотов получается плохая работа печи.

При недостаточно развитой внутренней поверхности нагрева, последняя не может отнять от газов требуемого количества тепла, продукты горения выходят в трубу со слишком высокой температурой и уносят с собою много неиспользованного тепла.

Степень использования тепла газов или *к. п. д. внутренней тепловоспринимающей поверхности печи* есть отношение количества тепла, воспринятого (поглощенного) этой поверхностью, к количеству тепла, выделившемуся в топливнике во время топки. Как известно из физики, количество теплоты, израсходованное на нагревание какого-нибудь тела пропорционально числу градусов, на которое повысилась температура этого тела при нагревании. Так, если топливо и притекавший к нему воздух имели температуру $+15^{\circ}$, а во время горения газы в топливнике нагрелись до 1100° , то количество тепла, выделившееся в нем пропорционально разности $1100 - 15 = 1085$. Подобным образом, если температура отходящих газов „на вьюшке“ 200° , то внутренняя поверхность печи поглотила количество тепла, пропорциональное числу $1100 - 200 = 900$. Отсюда *к. п. д. внутренней поверхности* равно $900 : 1085 = 0,83$, или 83% .

Для простоты вычислений первоначальную температуру топлива и воздуха принимают равной 0° ; тогда вообще *к. п. д. внутренней тепловоспринимающей поверхности печи* равен:

$$\frac{\text{температура газов в топливнике минус температура газов на вьюшке}}{\text{температура газов в топливнике}}$$

Рассматривая эту формулу (выражение), видим, что чем выше температура газов при входе в дымовую трубу, тем меньше

к. п. д. внутренней поверхности, а следовательно и к. п. д. всей печи.

С другой стороны, при чрезмерно развитой внутренней поверхности нагрева температура газов может понизиться настолько, что будет недостаточна для поддержания требуемой тяги, печь будет дымить при растопке или не будет топиться вовсе. Кроме того при охлаждении продуктов горения ниже 100° начинается превращение в воду, или, как говорят, конденсация, заключающихся в них паров воды. Эта влага оседает на внутренней поверхности дымоходов, вследствие чего стенки каналов размокают („распариваются“). Поэтому выпускать газы в дымовую трубу с температурой ниже $110—120^{\circ}$ не следует.

При плохой тяге не будет и полного горения в топливнике и в дымоходах и в последних дымооборотах вместе с влагою будет осаждаться жидкая смолистая сажа. Таким образом за нормальную температуру отходящих газов нужно принять температуру от 110° до 150° .

Отсюда вытекает следующее первое основное требование к дымооборотам: *размеры внутренней тепловоспринимающей поверхности печи должны соответствовать нормальному (расчетному) количеству сжигаемого топлива.* (Как определить нужные размеры внутренней поверхности, а также и все прочие размеры печи, — будет объяснено ниже. Пока же мы установим только общие принципы.)

Чтобы достигнуть достаточного поглощения тепла из продуктов горения, неопытные печники стремятся не увеличить тепловоспринимающую поверхность дымооборотов вообще, а удлинить путь газов, „задержать газы в печи подольше“. Поверхность тепловосприимчивости при таком решении вопроса конечно увеличивается, но вместе с тем весьма сильно возрастает сопротивление от длинного пути (трения) и большого числа поворотов в последовательных дымооборотах. В результате или тяги дымовой трубы будет недостаточно, чтобы протолкнуть газы по такому длинному и извилистому пути, — печь будет дымить, или же, при более удачном соотношении размеров, температура отходящих газов будет значительно выше нормы. Наоборот, при слишком коротких дымооборотах газы также покидают печь при очень высокой температуре.

Итак, второе основное требование: *длина дымооборотов должна быть не слишком большой, чтобы не затруднять тяги, и не слишком малой, чтобы газы не могли уходить в трубу с высокой температурой.* Дать вполне определенную норму длины дымооборотов нельзя, так как различные печи находятся в весьма различных условиях (например различная тяга в связи с расположением печей на разных этажах).

На величину теплопоглощения внутренней поверхностью, а также на величину сопротивлений движению газов оказывает влияние скорость газов в дымооборотах. Чем больше скорость движения газов, тем больше будет сопротивление, причем при увеличении скорости вдвое — сопротивление увеличивается вчетверо, при увеличении скорости втрое — сопротивление возрастает

в 9 раз и т. д. Следовательно большие скорости невыгодны. Слишком малые скорости в дымооборотах также нежелательны, так как в этом случае может происходить расслаивание газового потока, о чем говорилось выше. Из сказанного следует, что нужно конструировать дымообороты таким образом, чтобы скорость газов в них не выходила из определенных пределов: от 1 до 2 м в секунду для подъемных каналов и от 0,5 до 1,5 м в секунду для отпусковых. А для этого *площадь поперечного сечения дымооборотов должна соответствовать количеству протекающих через них продуктов горения, т. е. нормальному (расчетному) количеству топлива.* Это — третье основное требование к дымооборотам. В нем говорится о размерах сечения каналов, а не о скоростях газов потому, что для определения скорости нужно все количество (объем) продуктов сгорания, получающихся за время топки, разделить на продолжительность топки в секундах и на площадь поперечного сечения канала.

Например за время топки, продолжавшейся 2 часа, от сгоревших в топливнике 20 кг дров образовалось 212 кг газообразных продуктов горения. Если температура в дымообороте 500°, то эти газы будут иметь объем приблизительно 475 м³. Все это количество газов проходит через поперечное сечение дымооборота за 2 часа. Следовательно за 1 секунду объем протекающих газов равен $475 : (2 \times 60 \times 60) = 0,066 \text{ м}^3$. Если желательная скорость газов в канале 2 м в секунду, то сечение канала должно быть сделано равным $0,066 : 2 = 0,033 \text{ м}^2$, или 330 см².

Четвертое требование заключается в том, чтобы *взаимное расположение, сочетание и вся конструкция дымооборотов были согласованы с законами, управляющими течением газов,* т. е. должны быть учтены: подъем одним каналом, принцип саморегулирования в параллельных каналах, отсутствие мешков холодных газов, отсос в трубу наиболее остывших отработанных газов и т. д.

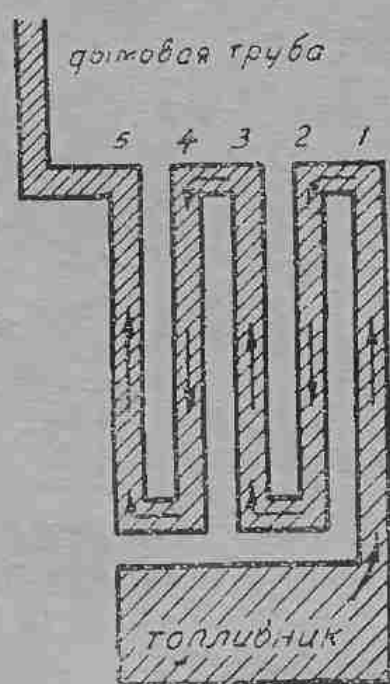
СИСТЕМЫ ДЫМОБОРОТОВ; ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИХ.

Дымообороты в комнатных отопительных печах устраиваются всевозможными способами, но в основном различие сводится к тому, что в одних печах каналы соединяются друг с другом *последовательно*, так что все газы из топливника проходят один за другим все каналы, в других газы разветвляются и проходят по нескольким *параллельным* каналам; могут быть также различные комбинации этих двух основных систем. По расположению дымообороты бывают *вертикальные* и *горизонтальные*. Наконец в последнее время стали строить печи с дымооборотами в виде одной общей камеры; такие дымообороты носят название *бесканальных*. Итак, основная классификация (разделение) дымооборотов может быть принята такая:

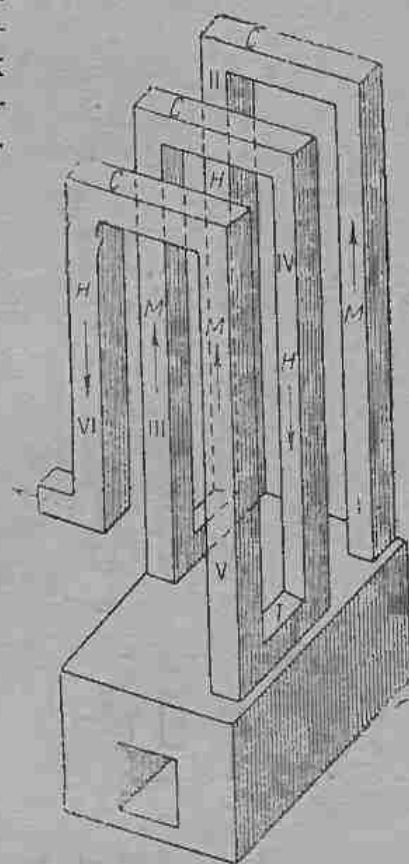
Дымообороты:	{ А. С каналами Б. Бесканальные	{ а. Последовательные б. Параллельные в. Комбинированные (смешанные)

Последовательные дымообороты, изображенные схематически на фиг. 46 и 47, представляют наиболее распространенную до сих пор систему, применяемую в наших голландских и утермарковских печах. После изложенного в предыдущих параграфах должно быть совершенно ясно, что такая система дымооборотов обладает крупными недостатками, а именно:

а) большое число поворотов и длинный путь создают большое сопротивление для движения газов, вследствие чего во избежание дымления печи, газы выпускают в трубу с высокой температурой, что в сильной степени понижает к. п. д. печи; при низких трубах, теплой погоде и тому подобных условиях, ухудшающих тягу, печи с такой системой дымооборотов дымят.



Фиг. 46. Последовательные дымообороты.

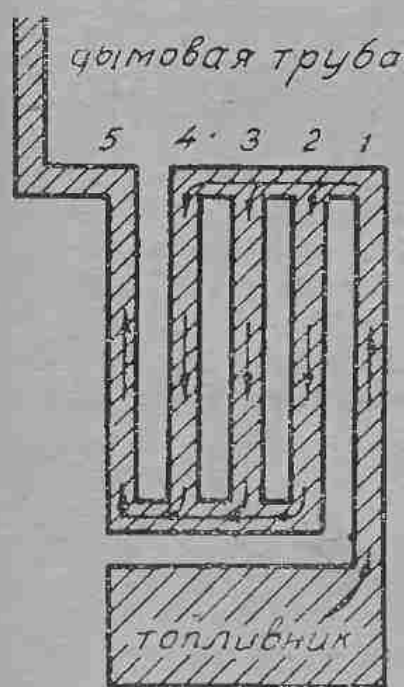


Фиг. 47. Последовательные дымообороты.

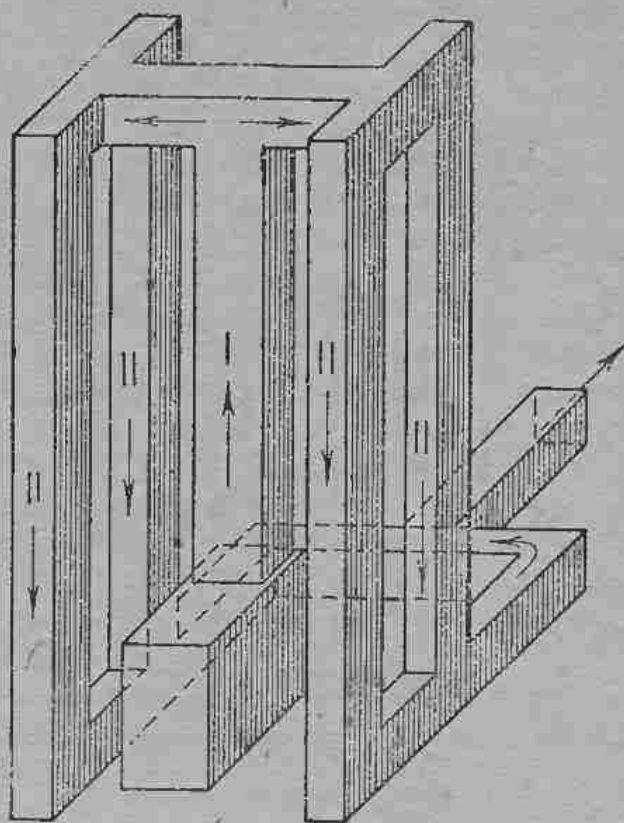
При плохой тяге происходит и плохая работа топливника — неполное сгорание; продукты сухой перегонки топлива — жидкие смолистые вещества, уксусная кислота, влага — осаждаются в последних дымооборотах, где газы имеют уже низкую температуру. Эти жидкости покрывают сначала внутреннюю поверхность каналов печи, а затем постепенно пропитывают всю кладку стенок, вытекают через чистки и швы и производят неприятный вид пятнами и потеками бурого цвета, отравляя воздух особым отгаливающим запахом. Смола в дальнейшем пропитывает не только швы, но и самые кирпичи, проходит сквозь штукатурку и удалить грязные потеки можно, лишь сделав кладку из новых кирпичей.

б) Следующей отрицательной чертой системы последовательных дымооборотов является неодинаковая температура в раз-

личных дымооборотах: более высокая в первых и более низкая в последних, а отсюда — неодинаковый нагрев стенок печи. Чтобы выравнивать температуру наружной теплоотдающей поверхности печи против различных дымооборотов, опытные печники делают стенки постепенно тоньше к последним дымооборотам. Но это, с одной стороны, не всегда помогает делу, так как сам материал — кирпич — не дает возможности сделать много комбинаций (обычно всего лишь три: стенка может быть толщиной в 1 кирпич, три четверти и в полкирпича), с другой стороны, при стенках различной толщины в соседних вертикальных каналах нарушается правильная перевязка швов кладки и ослабляется ее прочность.



Фиг. 48. Параллельные дымообороты.



Фиг. 49. Параллельные дымообороты.

Система *параллельных* дымооборотов, вернее параллельных опускных дымооборотов, предложенная русским архитектором Свиязевым, схематически изображена на фиг. 48 и 49. Обычно в этой системе продукты горения поднимаются из топливника по одному дымообороту вверх, а затем расходятся по нескольким (от 2 в малых печах до 10 и более в больших печах) параллельным опускным каналам; внизу газы снова соединяются вместе с помощью горизонтального канала и поднимаются еще один раз внутри кладки печи (фиг. 48) или же непосредственно уходят в дымоход (фиг. 49). Встречаются печи и с несколько иной комбинацией дымооборотов, но сущность этой системы каждый раз заключается в том, что газовый поток не протекает всей массой по всем дымооборотам, а делится на части, и каждая часть его направляется в свой параллельный канал. Такая

система имеет много преимуществ перед последовательным расположением дымооборотов. Прежде всего *путь газов короче*, так как каждая часть газового потока проходит только один из параллельных каналов. На схемах фиг. 46 и 48 изображены системы с одинаковым общим числом каналов („о 5 оборотах“). Сравнивая их, видим, что, в то время как в последовательной системе газы должны пройти по всем 5 оборотам, в параллельной — только по 3 оборотам (также по тем или иным частям верхнего распределительного и нижнего сборного каналов). То же можно отметить и в отношении числа поворотов: в первой системе газам до выхода в рукав (патрубок) нужно сделать 9 поворотов под прямым углом, в то время как во второй — всего лишь 5 поворотов. При большем числе дымооборотов и отсутствии вторичного подъема газов внутри печи разница будет еще больше. На основании вышесказанного приходим к заключению, что при параллельной системе дымооборотов требуется менее сильная тяга, температура газов на выюшке может быть меньше и к. п. д. печи с такими дымооборотами будет выше.

В параллельной системе, чтобы сделать внутреннюю поверхность нагрева печи достаточной величины при меньшей длине дымооборотов, поверхность развивают в ширину, устраивая взамен 1 канала несколько параллельных. Для той же цели нужно сами каналы делать в поперечном сечении не квадратными, а в виде вытянутых прямоугольников, тогда, как известно из математики, при той же площади поперечного сечения канала получим больший его периметр, т. е. большую тепловоспринимающую поверхность дымооборотов.

Вторым большим преимуществом системы параллельного соединения дымооборотов является *равномерный нагрев стенок* опускных каналов, вследствие чего весь периметр печи будет всех нагрет приблизительно одинаково. Изменять толщину стенок печи в зависимости от падения температуры по длине каналов здесь гораздо легче, так как это изменение произойдет по высоте печи и на перевязке в кладке не отразится. Все же следует отметить, что при большом числе параллельных каналов верхний горизонтальный распределительный канал получается очень длинным и температура газов в нем к концу убывает, вследствие чего совершенно равномерной температуры в опускных каналах мы не получим, и чем дальше они отстоят от первого дымооборота, тем температура в них ниже.

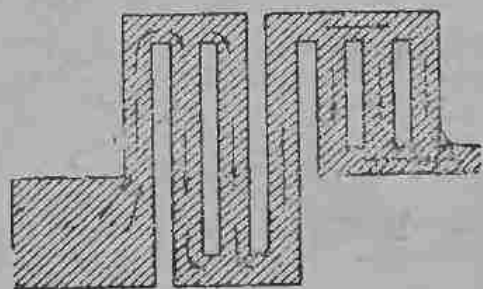
Некоторым преимуществом параллельных дымооборотов является также более легкая их очистка, так как через 1 отверстие в наружной стенке печи (через чистку или через пробитую в стенке печи во время ремонта дыру) можно прочистить ряд таких каналов, при последовательном же расположении нужно иметь отверстие против каждой пары каналов.

Комбинированная система последовательных и параллельных каналов, например система проф. Ерченко, схема которой дана на фиг. 50, заключается в том, что газы, пройдя первый подъемный, общий для всех, дымооборот, попадают в ряд параллель-

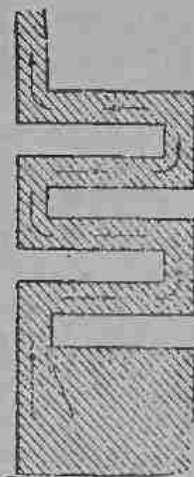
ных опускающих, откуда, собравшись снова вместе, поднимаются по второму подъемному каналу и затем снова опускаются по параллельным оборотам. Система эта, как промежуточная между последовательной и параллельной системами, является и по своим качествам промежуточной: лучше первой и хуже второй.

Различные другие комбинации дымооборотов будут разобраны при рассмотрении конструкций печей в целом ниже.

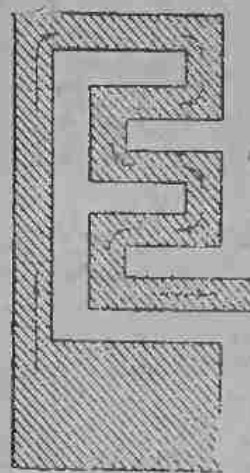
При *горизонтальном расположении* дымооборотов газы направляются по ним либо непосредственно из топливника, постепенно поднимаясь из одного канала в следующий (фиг. 51),



Фиг. 50. Комбинированная система дымооборотов.



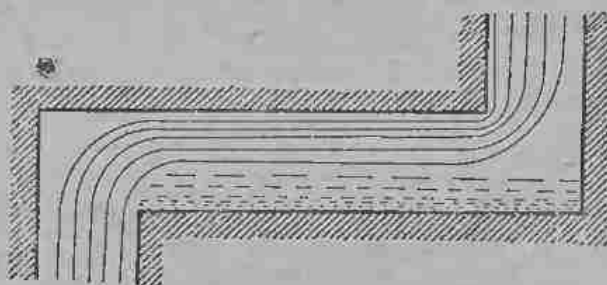
Фиг. 51. Система поднимающихся горизонтальных дымооборотов.



Фиг. 52. Система опускающихся горизонтальных дымооборотов.

либо, поднявшись предварительно вверх по вертикальному каналу, постепенно опускаются вниз, переходя из одного горизонтального дымооборота в следующий ниже лежащий (фиг. 52). И то и другое расположения прежде всего являются системой последовательных дымооборотов и обладают всеми присущими им отрицательными качествами.

По сравнению же с вертикальными каналами, горизонтальное расположение значительно хуже, так как газы здесь легче расслаиваются, особенно при постепенно поднимающихся горизонтальных дымооборотах (фиг. 51). При небольшом количестве газов они пойдут так, как изображено на



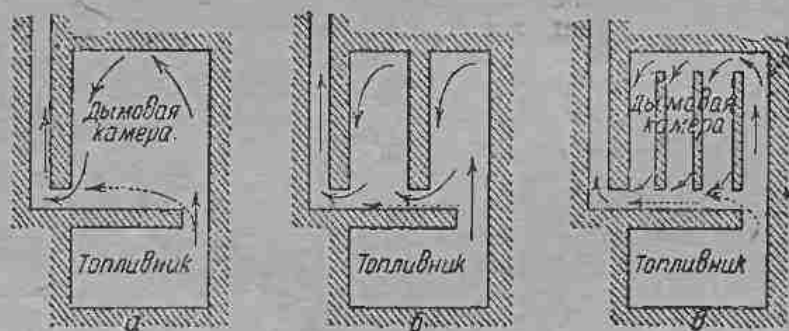
Фиг. 53. Расслаивание газового потока.

фиг. 53, т. е. под потолком, внизу же будут стоять холодные газы; отсюда — плохая работа внутренней тепловоспринимающей поверхности печи и неравномерный нагрев стенок. Горизонтальные каналы легче засоряются золой и сажей, почему передача тепла от горячих газов стенкам печи еще более затрудняется, ибо зола и сажа очень плохие проводники тепла. При образовании в последних дымооборотах жидкой смолистой сажи особенно отрицательное влияние оказывает постепенно поднимаю-

щееся расположение горизонтальных дымооборотов, так как в этом случае последние дымообороты находятся вверху печи, и жидкая смола, просачиваясь вниз, постепенно портит все дымообороты, тогда как при обратном расположении горизонтальных дымооборотов и при вертикальных каналах смола остается в одном месте печи.

В конструктивном отношении печи с горизонтальными дымооборотами также не имеют преимуществ перед вертикальным расположением колодцев, наоборот, многочисленные перекрытия над каналами усложняют конструкцию и кладку печей. Печи с горизонтальными дымооборотами были распространены в старину, теперь же их строят только в низких помещениях, где за недостатком места в высоту, вертикальные каналы не получаются.

Система *бесканальной* дымооборотов основана на принципе непринужденного, свободного движения газов. Конструктивно



Фиг. 54. Бесканальная система дымооборотов.

она может быть выполнена очень различно: в виде одной большой камеры (фиг. 54а) или в виде нескольких соединенных между собой камер (фиг. 54б), причем эти камеры могут быть с ровными стенками, совершенно пустые внутри или же снабженными для увеличения внутренней тепловоспринимающей поверхности ребрами или так называемой насадкою, т. е. кирпичною кладкою с просветами (в клетку), или наконец иметь перегородки подобно канальной системе, но не доходящие как до перекрыши, так и до дна камеры (фиг. 54в). Отличительной особенностью бесканальной системы является устройство как входа, так и выхода газов внизу камеры, вследствие чего в верхнюю часть устремляются наиболее горячие газы и текут как показано на фиг. 54 сплошными стрелками, наиболее же холодные газы могут пройти низом камеры по кратчайшему пути по направлению пунктирной стрелки.

Основное преимущество бесканальной системы—малое внутреннее сопротивление прохождению через нее газов, почему газы в ней можно сильнее охладить и выпустить в дымовую трубу с более низкой температурою, не опасаясь дымления печи. Следовательно эта система лучше использует тепло газов, т. е. отличается экономичностью. Подробнее ее преимущества будут рассмотрены дальше.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Что такое к. п. д. внутренней тепловоспринимающей поверхности печи?

Какая связь между температурой отходящих газов и к. п. д. печи?

Каким образом конструкция дымооборотов может влиять на скорость движения газов в них?

На каком этаже в печах двухэтажного дома можно сделать больше последовательных дымооборотов?

Что такое расслаивание газового потока? Будет ли скорость отдельных струек в канале одинакова при этом явлении?

Где и отчего может в дымооборотах получиться расслаивание газового потока и какое оно имеет значение в работе печи?

В чем заключаются основные требования к дымооборотам?

Одинаково ли будет нагрета внутренняя тепловоспринимающая поверхность при различных количествах сжигаемого в печи топлива?

Если в двух однотипных правильно сконструированных, но различной величины печах сжигается пропорциональное по размерам количество топлива, то температура отходящих газов в обеих печах одинакова. Чем это объясняется?

Для увеличения к. п. д. печи газы нужно выпускать в трубу с возможно низкой температурой; рекомендуется выпускать их с температурой $110-150^{\circ}$. Почему эта температура не может быть 100° или еще ниже?

Какие бывают системы дымооборотов в печах?

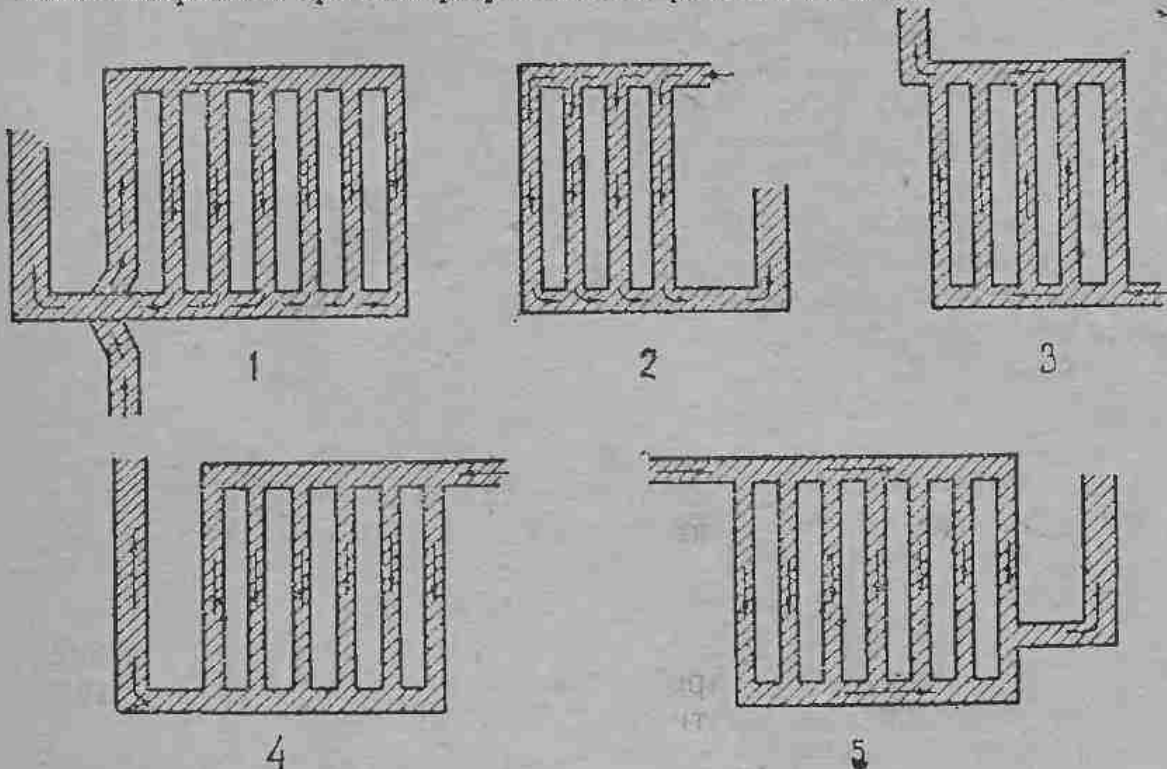
Какие недостатки имеют последовательные дымообороты?

Какие преимущества имеет вертикальное расположение дымооборотов по сравнению с горизонтальным?

В чем заключается основное отличие бесканальной системы дымооборотов?

Задание. Почему печь, имеющая параллельную систему дымооборотов, экономичнее печи с последовательной системой?

Задание. Нарисуйте схему последовательных, параллельных и комбинированных по системе Ерченко дымооборотов, с общим числом вертикальных каналов в печи $= 8$, в одном и том же масштабе; измерьте длину пути газов, сосчитайте число поворотов и сравните результаты для различных систем.



Фиг. 55. Различные схемы параллельных дымооборотов.

Задание. На фиг. 55 дано (схематически) несколько случаев правильного и неправильного устройства параллельных дымооборотов. Укажите, где и в чем заключаются неправильности и где сделано правильно?

ГЛАВА III.

Мы изучили две основные составляющие каждой печи: *топливник и дымообороты*. На основании полученных сведений мы можем подойти к рассмотрению конструкций печей в целом.

Прежде всего необходимо точно установить требования к печам. Условия применения печей весьма разнообразны: печи ставятся для отопления жилых помещений, помещений временного пребывания, например магазинов, тепляков и т. д., почему и требования к печам также различны, и подходить ко всем печам с одной и той же меркой нельзя. Общие требования ко всякой системе отопления были уже установлены вначале. Эти требования придется уточнить для печей различного характера, различной теплоемкости. Только после этого мы будем обладать правильной меркой для оценки печей разных типов.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТОПИТЕЛЬНЫМ ПЕЧАМ.

КОЭФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ПЕЧИ.

Как бы ни были хорошо устроены топливник и дымообороты, печь может не дать высокого коэффициента полезного действия в целом, если тепло, развивающееся в топливнике при сгорании топлива и поглощающееся внутренней поверхностью топливника и дымооборотов, не будет сохраняться в самой массе печи и передаваться отапливаемому помещению. Если по прекращении топки воздух будет протекать через печь, то тепло из нагретой печи будет уноситься в трубу, а не передаваться помещению. Такое явление недопустимо: после прекращения горения в топливнике ток воздуха через печь должен быть совершенно прекращен. Для этой цели в начале дымохода вмазывают вьюшку или задвижку, иногда же ограничиваются установкой герметических топочных и поддувальных дверей у топливника.

Таким образом через внешнюю теплоотдающую поверхность нагрева печи передается помещению не все тепло, аккумулированное (собранное) печью во время топки: часть его бесполезно теряется через трубу по окончании топки. *Отношение количества тепла, переданного внешней теплоотдающей поверхностью печи помещению за время от начала одной топки до начала следующей, иначе, отношение величины теплоотдачи*

к количеству тепла, аккумулярованному ее внутренней тепло-воспринимающей поверхностью, называется к. п. д. внешней теплоотдающей поверхности печи. Так например, если во время топки печь получила от продуктов горения 20 000 кал, а отдала в помещение 18 000, то к. п. д. теплоотдающей поверхности печи будет $= \frac{18000}{20000} = 0,9$, или 90%.

При правильной конструкции печи, удовлетворительных приборах и хорошем уходе потери после натопки незначительны, и к. п. д. обычно составляет 0,95 до 0,98.

Зная к. п. д. топливника, внутренней тепловоспринимающей и наружной теплоотдающей поверхностей, мы можем определить к. п. д. всей печи. Так например, если эти коэффициенты соответственно равны 0,9, 0,85 и 0,95, то общий к. п. д. всей печи будет равняться произведению $0,9 \times 0,85 \times 0,95 = 0,73$ (точнее 0,72675). Действительно, если в печи сожжено 20 кг торфа с теплотворностью 3400 кал/кг, то в топливнике из всего располагаемого количества тепла $= 3400 \times 20 = 68 000$ кал выделилось только $0,9 \times 68 000 = 61 200$ кал; из этого количества внутренней поверхностью стенок поглощено во время топки $0,85 \times 61 200 = 52 020$ кал и наконец отдано печью наружу $0,95 \times 52 020 = 49 419$ кал. Ту же величину мы получим, если сразу помножим 68 000 на 0,73 (точнее, на 0,72675).

Вывод: к. п. д. печи зависит от трех величин: 1) от к. п. д. топливника, 2) от к. п. д. внутренней тепловоспринимающей поверхности печи и 3) от к. п. д. внешней теплоотдающей поверхности нагрева, и равен произведению этих трех коэффициентов.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ НА ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ТЕПЛО-ОТДАЧУ ПЕЧИ.

От каждой печи требуется, чтобы тепло, которое поглотила ее внутренняя поверхность, было передано отапливаемому помещению, но в зависимости от назначения печи, в течение различного периода времени. В этом и заключается различие между печами большой, средней и малой теплоемкости. Чем толще стенки, чем массивнее кладка печи, тем больше она способна набрать в себя тепла, дольше его сохранять и медленнее остывать, т. е. тем более будет она теплоемка. Но теплоемкость печи зависит не только от величины массы. Прежде всего нужно, чтобы вся масса печи принимала участие в работе печи, т. е. чтобы в печи не оставалось ненагретых мест, чтобы все части печи прогревались равномерно и как можно сильнее. Далее, теплоотдача происходит через наружную поверхность печи. Чем эта поверхность более развита, тем быстрее печь будет остывать. Так, печь, заключенная в проеме толстой стены здания, имеет сравнительно меньшую поверхность теплоотдачи, чем свободно стоящая печь тех же размеров, следовательно будет более теплоемка. На теплоотдачу печи в сильной степени влияет еще и то, может ли воздух свободно двигаться около теплоотдающей поверхности или движение его стеснено. Из повсе-

дневного опыта известно, что чем сильнее ветер, тем быстрее происходит охлаждение; чтобы остудить чай на блюдечке, мы на него дуем. Если поверхность печи открытая, то воздух может свободно притекать к ней и уносить, как бы смывать с нее тепло; в отступке же и в камере движение воздуха стеснено, поэтому теплоотдача их меньше, чем теплоотдача свободной поверхности печи. Старинные голландские печи ставились вплотную к стене здания и имели мало развитую поверхность теплоотдачи, почему отличались чрезмерно большой теплоемкостью: период их охлаждения иногда продолжался более 2 суток. Одно из первых улучшений этих печей и состояло в устройстве отступки между печью и стеной здания и камеры между дымооборотами, в которых устраивались отверстия внизу для притока холодного воздуха, а для выпуска нагретого—вверху. Но устраиваемые таким образом отступки и камеры были недоступны для очистки, в них скоплялась пыль, отчего воздух загрязнялся; в гигиеническом отношении такие конструкции неудовлетворительны. В настоящее время рекомендуется отступки не заделывать, ставя печь у предварительно чисто оштукатуренной стены, а камеры делать открытыми с одной стороны, чтобы все теплоотдающие поверхности можно было легко очищать от пыли. Разумеется, стенки самой камеры должны быть гладкими, точно так же как и вся поверхность печи, чтобы пыль не могла на ней задерживаться. В этом отношении всякие карнизы, уступы, полки, рамки, медальоны и прочие украшения крайне вредны, служа скоплением пыли и грязи. У высоких печей с толстой перекрышей, которая как теплоотдающая поверхность не используется, рекомендуется доводить воротник печи (стенки выше перекрыши) до самого потолка помещения (после окончательной осадки стен здания), изолируя таким образом пространство над перекрышей печи от остального пространства.

На величину теплоемкости и теплоотдачи печи кроме величины массы оказывает большое влияние еще распределение ее в самой печи, точнее, конструкция печи. Если главная масса сосредоточена у наружных стенок печи, то печь будет остывать быстрее, будет менее теплоемка, чем печь, у которой главная масса расположена в середине печи, где тепло будет задерживаться дольше.

Таким образом конструкция печи и даже выполнение кладки (пустые швы, способ одежды печей и пр.) имеют большое влияние на скорость охлаждения (теплоемкость) печи. Наоборот, чтобы придать печи ту или иную теплоемкость, нужно придавать ей и соответствующую конструкцию.

ТРЕБОВАНИЯ К ПЕЧАМ.

Основное требование ко всякой системе отопления—доставлять необходимое количество тепла—по отношению к печам означает, что наружная теплоотдающая поверхность печи должна соответствовать размерам (охлаждению) отапливаемого помещения: малая поверхность не будет достаточна, так как каждый

квадратный метр поверхности нагрева может дать лишь определенное количество тепла (для печей большой и средней теплоемкости обычно 250—300 кал в час с 1 м²); излишняя же поверхность нагрева нецелесообразна, так как увеличивает размеры, а следовательно и стоимость печи. Если печь отапливает два или больше помещения (просменная печь), то в каждое должна выходить часть поверхности нагрева, пропорциональная размерам (охлаждению) этого помещения.

В отношении охраны здоровья санитарно-гигиенические требования к печному отоплению выражаются:

а) *В поддержании равномерной температуры в отапливаемом помещении на протяжении суток.* Печи большой теплоемкости удовлетворяют этому требованию больше, чем печи средней теплоемкости, так как медленнее прогреваются во время топки, но и медленнее остывают; печи малой теплоемкости быстро и сильно нагреваются во время топки и так же быстро остывают, почему дают весьма неравномерную температуру на протяжении суток. Вообще же печи даже и большой теплоемкости менее удовлетворяют этому требованию, чем системы центрального отопления.

б) *В создании равномерной температуры во всех частях помещения.* В этом отношении печное отопление также значительно уступает центральному, так как наиболее равномерная температура получается в помещении тогда, когда приборы отопления расположены там, где происходит наибольшее его (помещения) охлаждение, т. е. у наружных стен. Радиаторы центрального отопления так и ставят—в нишах под окнами; устанавливать же печи существующих систем у наружных стен не представляется возможным.

в) *В создании более равномерной температуры по высоте помещения или более высокой внизу, для чего поверхности нагрева печи, в особенности наиболее горячие поверхности, должны быть расположены как можно ниже.*

Это требование полностью совпадает с требованием экономичности, так как, как показали опыты проф. Браббе и др., при достаточном обогреве нижней зоны (части, пояса) помещения, в которой находятся люди, и более слабом под потолком помещения расход топлива значительно сокращается.

г) *В поддержании чистоты воздуха в помещении.* Печь не должна дымить (для этого в ней должна быть создана нормальная тяга), не давать угара после натопки, а продукты горения и сажа не должны попадать в помещение. Поэтому старинное устройство душников, соединяющих после натопки внутренние полости печи с комнатным воздухом, не может быть рекомендовано. При температуре выше санитарной нормы 70—75° пыль, всегда имеющаяся в воздухе, начинает разлагаться, пригорать, что воспринимается как сухой воздух и оказывает вредное влияние на слизистые оболочки (глаза и пр.). Отсюда вытекает чрезвычайно важное требование: придавать стенкам печи такую различную в различных частях печи (в зависимости от температуры внутри) толщину, чтобы температура наружной поверхности

печи не была больше вышеуказанной санитарной нормы. Но чем ниже температура поверхности, тем слабее теплопередача, и печь, не прогретая достаточно сильно, будет давать мало тепла, будет плохо использована. Следовательно, нужно конструировать печи так, выбирать такую толщину стенок топливника и дымооборотов, чтобы вся поверхность нагрева была нагрета равномерно и возможно сильнее, но не выше температуры 70—75°. (Для печей с глазурованной изразцовой облицовкой допускается до 90°.)

Экономические требования в отношении печей сводятся не только к получению высокого коэффициента полезного действия печи, но и к дешевизне первоначального устройства и ремонта, а это в свою очередь требует конструкции наиболее простой, незамысловатой и легкой в кладке, не требующей тески большого количества кирпича и вместе с тем прочной. Кроме того печи должны быть возможно меньшего размера на единицу теплоотдачи, для чего вся масса печи должна быть использована (хорошо прогреваться). Наконец печи должны быть сложены из наиболее дешевых и всюду распространенных материалов и т. д.

ПЕЧИ БОЛЬШОЙ И МАЛОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ.

Рассмотрение печей начнем со старых примитивных конструкций, затем рассмотрим улучшенные и наконец современные типы печей.

ГОЛЛАНДСКАЯ ПЕЧЬ.

Голландская печь в ее многочисленных разновидностях является (к сожалению) наиболее распространенным до настоящего времени типом комнатной печи. На фиг. 56 изображена одна из таких печей примитивной конструкции. Топливник печи с глухим подом занимает весь низ печи и в больших печах вследствие этого чрезмерно широк. Ширина топливника обычно делается от 35 до 54 см, длина от 54 до 70 см и даже до 90 см, высота от 40 до 70 см. Под топливника устраивается либо совершенно горизонтальным, либо с небольшим подъемом внутрь топки. Сверху топливник перекрыт сводом либо горизонтальным, либо немного поднимающимся в сторону движения газов. Хайло устроено непосредственно в своде. Для изоляции топливника от основания под топливником имеются шанцы, не сообщающиеся с комнатным воздухом (глухие). Дымообороты вертикальные, последовательно соединенные, чаще всего одного поперечного сечения; по нечетным — продукты горения поднимаются вверх, по четным — идут вниз. На фигуре изображена печь „о шести дымооборотах“ (как принято называть в Урочном положении) с выходом газов в дымоход внизу дымооборотов, над сводом. Бывают печи с числом оборотов (каналов) от 3 (в малых печах) до 10 (в больших). При нечетном числе ходов выход дыма устраивается сверху, что менее удобно в отношении постановки вьюшки (высоко доставать). Описываемая печь (в ка-

менном здании) поставлена вплотную к стене, так что задняя стенка печи совершенно не использована для теплоотдачи; ни отступок, ни камер у нее нет.

Толщина стенок печи обычно устраивается от $\frac{3}{4}$ до 1 кирпича (от 19 до 25 см) в топливнике и от $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ кирпича и значительно реже в $\frac{1}{4}$ кирпича в дымооборотах. Вверху печь имеет толстую перекрышу с карнизом и вогнутым. Ввиду большой толщины стенок масса печи довольно значительна, теплоотдающая же поверхность не развита, почему печь является печью большой теплоемкости с периодом остывания обычно значительно больше суток.

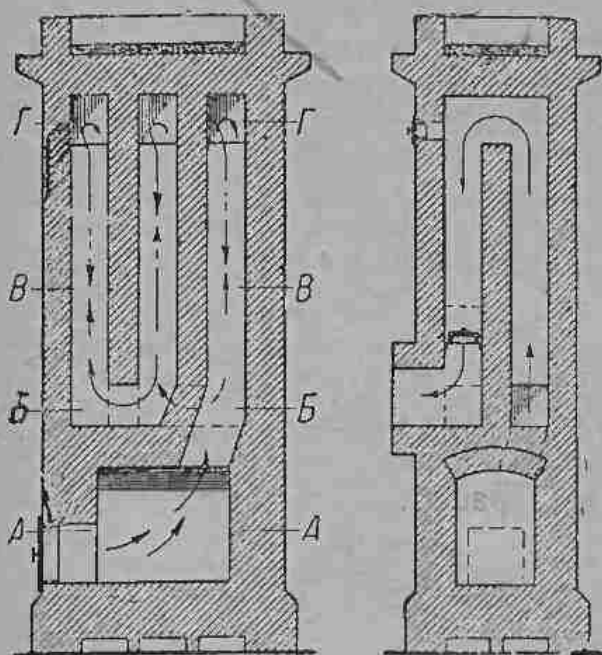
Недостатки этой печи настолько значительны и так ясны после всего изученного, что повторять их здесь не будем; достаточно сказать,

что при обычном уходе коэффициент полезного действия такой печи составляет приблизительно 40%. Положительными сторонами примитивной голландской печи являются ее простота и довольно низкое расположение наиболее горячих поверхностей, если, впрочем, стенки топливника не сделаны чрезвычайно толстыми.

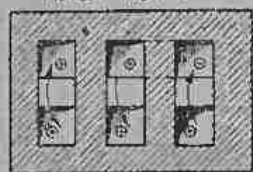
Одним из первых улучшений примитивной голландской печи является применение топливника с колосниковой решеткой, позволяющей сжигать топливо значительно рациональнее и тем поднять коэффициент полезного действия печи примерно до 60%.

Подобная печь например спроектирована Иннорс (Институтом норм и стандартов стройпромышленности) и приведена под № 51—12а в атласе рекомендуемых типов комнатных печей (фиг. 57). Топливник здесь универсального типа, т. е. пригодный для сжигания в нем дров (до 40 см длиной), торфа и каменного угля, так как имеет небольшие скаты к колосниковой решетке. Над хайлом имеется обратный сводик подобно топливнику проф. Чаплина (фиг. 15). Стенки печи как в топливнике,

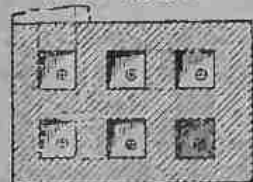
так и в дымооборотах сделаны в $\frac{1}{2}$ кирпича. Печь должна ставиться на некотором расстоянии (12—15 см) от стены здания, и отступка эта оставляется не заделанной для увеличения



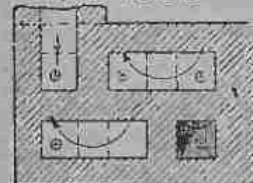
План по ГГ



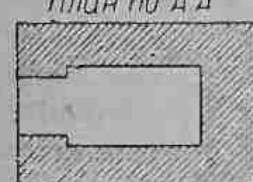
План по ВВ



План по ББ



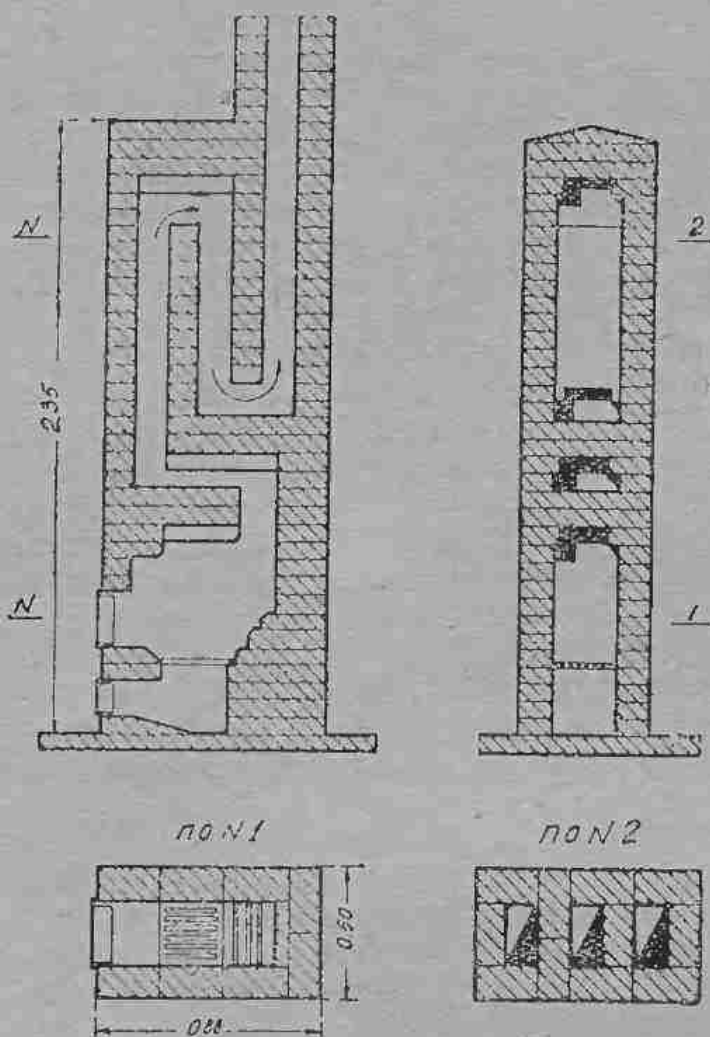
План по АА



Фиг. 56.

теплоотдачи и возможности очистки задней поверхности печи от пыли. Печь эта средней теплоемкости главным образом потому, что внутренняя тепловоспринимающая поверхность не развита настолько, чтобы воспринять от газов за одну топку все количество тепла, необходимое для тепловыделения в течение суток.

Печь очень проста, однако топливник слишком примитивен. Объем печи слишком велик по сравнению с другими элементами, что объясняется взятый как минимум толщиной стенок в дымо-



Фиг. 57.

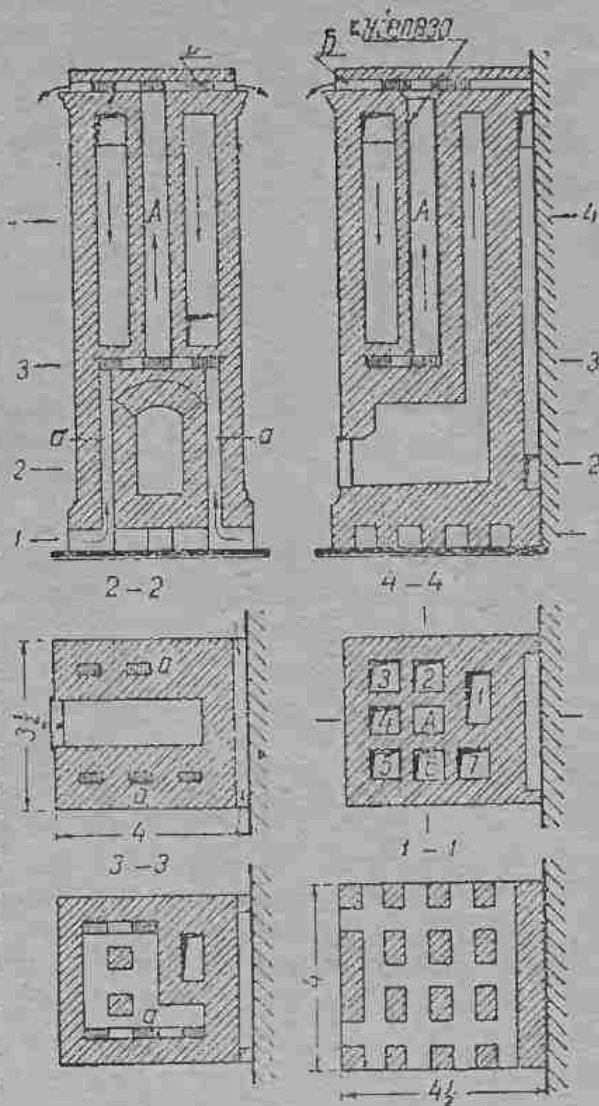
оборотах в $\frac{1}{2}$ кирпича, так как при меньшей толщине может происходить выкрашивание глиняного раствора из швов и проникание продуктов горения в помещение; при стенках в $\frac{1}{4}$ кирпича или при специальном кирпиче меньшего размера результаты были бы значительно лучше. Нужно отметить, что маленькие печи, подобные приведенной, значительно труднее спроектировать, чем большие.

Вторым улучшением примитивных голландок является развитие теплоотдающей поверхности с помощью устройства отступок и камер, хотя далеко не всегда это устройство осуществлялось рационально. Один из таких старинных вариантов приведен

на фиг. 58. Здесь печь имеет снова примитивный, но более узкий топливник и семь последовательных вертикальных дымооборотов, расположенных по периметру печи над топливником. Печь расположена с отступкой от стены здания. Для нагревания воздуха использованы также шанцы, из которых воздух, нагреваясь по пути, поднимается пятью вертикальными каналами *a* (размером $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$ кирпича, сделанными в толстых, в $\frac{1}{4}$ кирпича, стенках топливника) в горизонтальную наизкую камеру над сводом под подвертками, где он сильно нагревается. Оттуда воздух проходит через вертикальную камеру *A*, расположенную в центре печи между дымооборотами. Стенки этой камеры для лучшей теплоотдачи сделаны в $\frac{1}{4}$ кирпича; во из-

бежание же проникания дыма и угара через трещины в тонких стенках камера имеет внутри железный футляр. Нагретый на всем указанном пути воздух поднимается в самый верх печи, проходит через перекрышу и, отклоняясь второй перекрышей б, устроенной наподобие шанцев, в горизонтальном направлении выходит в комнату.

По устройству топливника и дымооборотов рассмотренная печь ничем не отличается от ранее описанной примитивной голландской, обладая всеми недостатками последней. Основное отличие заключается в развитии теплоотдающей поверхности, причем в этом отношении имеются свои как положительные, так и отрицательные стороны. Прежде всего устройство вертикальных воздушных каналов чрезмерно утолщает стенки топливника, которые не прогреваются как из-за чрезмерной толщины, так и вследствие наличия воздушных промежутков (каналов); наиболее ценное качество примитивного топливника — хороший обогрев низа печи — в рассматриваемом случае отпадает, уменьшена свободная поверхность нагрева печи. Подвод воздуха при его нагревании снизу вверх, использование теплоты большой массы свода и его забутки — правильны по идее и дают определенный эффект в смысле увеличения теплоотдачи печи. Но такое устройство нельзя рекомендовать с санитарной точки зрения. Открытые с боков шанцы могут быть не только запылены и покрыты паутиной, но и полны легко попадающим сюда сором. Они являются самым недопустимым местом для забора нагреваемого воздуха, так как вся эта грязь вздымается током воздуха и несется снова в комнату. Все поверхности каналов и камеры для нагревания воздуха совершенно недоступны для очистки и поэтому также всегда запылены. Так можно было бы устраивать камеры, лишь имея приспособления (например отверстия) для их очистки и при условии надзора и регулярного удаления из них пыли.



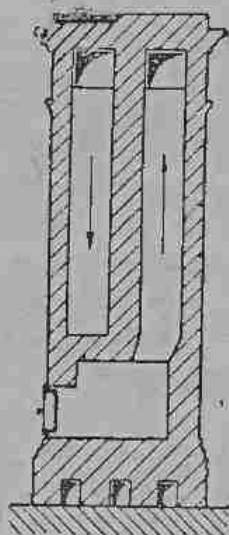
Фиг. 58.

ПЕЧЬ УТЕРМАРКА.

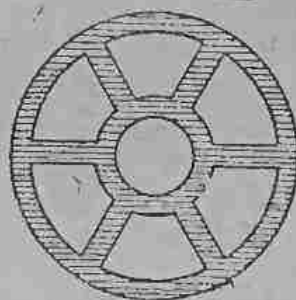
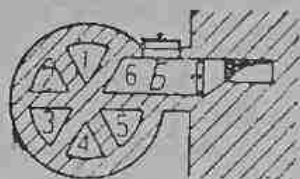
Эта печь получила свое название по имени жившего у нас в начале XIX в. иностранного мастера и представляет собой обыкновенную голландку, сложенную в круглом футляре из кровельного железа. Первоначальный тип этой печи был сходен по своей внутренней конструкции с примитивной голландской печью с глухим подом; затем стали строить эти печи с улучшенным топливником, с поддувалом и колосниковой решеткой, с воздушными камерами в центре; позже то же название (совершенно неправильно) стали давать всем круглым печам в железных футлярах независимо от их конструкции.

Одна из примитивных утермарковских печей изображена на фиг. 59. За исключением треугольной в поперечном сечении формы дымооборотов эта печь во внутреннем устройстве ничем не отличается от голландской печи кроме меньшей толщины стенок.

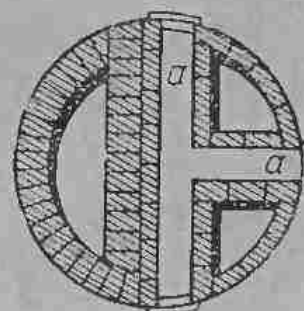
Обычно все печи в железных кожухах (футлярах) отличаются от других



Фиг. 59.



Фиг. 60.



Фиг. 61.

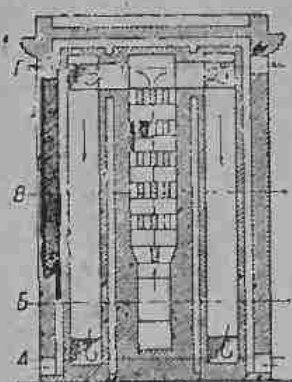
печей более тонкими — в $\frac{1}{4}$ кирпича — стенками для лучшей теплоотдачи и уменьшения теплоемкости. В этом и состоит основное назначение железной оболочки — придать большую прочность и газонепроницаемость тонким стенкам. Утермарковские и им подобные печи являются печами средней теплоемкости или приближающимися к ним.

При большом диаметре печи в ней возможно устройство камеры над топливником между дымооборотами (фиг. 60 или 61). На последней фигуре изображены дымообороты по системе Лукашевича (см. дальше).

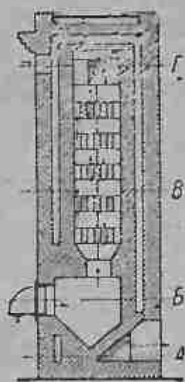
ПЕЧЬ СВЯЗЕВА.

С 1843 г. архитектор Связев после продолжительных опытов начал применять совершенно новый тип печей (фиг. 62). Новизна по сравнению с бывшими тогда в употреблении голландскими и утермарковскими печами состояла как в устройстве

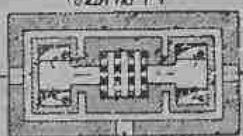
описанного выше топливника, в котором воздух притекает к топливу сверху, так и в устройстве дымооборотов и поверхности нагрева печи. Из топливника газы поступают в дымообороты через довольно большое — во всю ширину топливника — хайло, устроенное приблизительно в середине свода. Первый дымооборот квадратного сечения расположен над топливником. В нижней части этого дымооборота сделаны скаты к хайлу, чтобы зола, уносимая сюда газами, падала обратно в топливник.



План по ГГ



План по ВВ



План по ББ



План по АА



Фиг. 62.

Внутри первого дымооборота на своде топливника сложена так называемая насадка — клетка из кирпича на ребро с таким расчетом, чтобы сумма площадей всех отверстий между кирпичами была не меньше требуемого для прохода газов поперечного сечения канала. Устройство насадки дает чрезвычайно сильное увеличение внутренней аккумуляющей тепло поверхности

печи. Во избежание распора при нагревании кирпичная насадка не прикасается к стенкам канала.

Пройдя первый дымооборот с насадкой, продукты горения переваливаются по патрубкам в несколько (от 2 до 4) параллельных опускающих дымооборотов со стенками толщиной в $\frac{1}{4}$ кирпича, расположенных в зависимости от величины, формы в плане и расположения печи в здании по обе стороны (как указано на чертеже) или только по одну сторону топливника. Из опускающих дымооборотов газы попадают в нижний горизонтальный сборный канал и оттуда в трубу. Особенностью дымооборотов является еще то, что они разомкнуты, т. е. отставлены друг от друга и от стенок топливника и первого дымооборота.

Таким образом все стенки топливника и дымооборотов служат теплоотдающей поверхностью нагрева печи, которая ввиду этого хорошо развита. Все дымообороты и топливник (кроме передней его стенки) одеты в железные футляры во избежание проникновения продуктов горения через могущие быть трещины в тонких стенках. Вся эта система окружена кирпичным или изразцовым футляром (кожухом), представляющим собой таким образом камеру, где нагревается воздух. В стенках футляра сделаны внизу отверстия с решетками для впуска воздуха в камеру, вверху — отверстия для выпуска нагретого в помещение, закрываемые душниками, благодаря чему теплоотдачу печи можно регулировать. Сам же футляр нагревается очень слабо. Стенками футляра могут служить также стены здания, проем или ниша в стене. Цель, которую преследовал Свиязев при

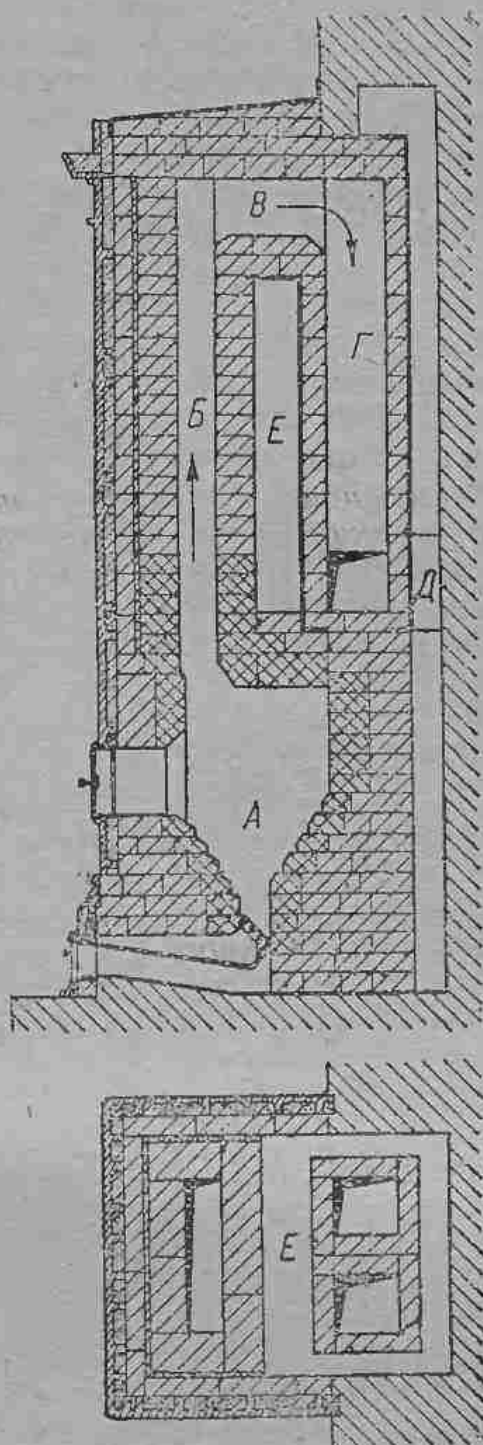
таким устройстве печи, было прежде всего увеличение теплоотдачи печи. По его наблюдениям средняя суточная температура поверхности печи в прежних голландках была не более 30°. Поэтому Свиязев решил сделать стенки печи как можно тоньше, а для прочности обделывать их железом. Против применения железа тогда существовало предубеждение, что от него портится воздух; мы же знаем (и это уже понимал Свиязев), что причина не в железе как материале, а в высокой температуре (выше 70°) поверхности нагрева, при которой начинается пригорание и разложение пыли, всегда имеющейся в воздухе. Поэтому Свиязев добивался одновременно понижения внутренней температуры в дымооборотах, отнимая тепло от газов насадкою (до Свиязева насадка применялась только в банных печах, но из неровного камня).

Таким образом по сравнению с прежними голландскими печами печь Свиязева имеет многие *преимущества*: некоторое улучшение дожигания углей, правильную систему дымооборотов с меньшим сопротивлением тяге и хорошо развитой внутренней поверхностью, увеличение теплоотдачи, развитие теплоотдающей поверхности. Но и недостатки ее весьма значительны. Получается весьма громоздкая печь, сложная в кладке. Вследствие наличия насадки, т. е. большой массы внутри, да к тому же еще совершенно не связанной со стенками, и наружного футляра передача тепла наружу весьма затруднена и теплоемкость печи чрезвычайно велика. Преимущество возможности регулировать теплоотдачу открыванием и закрыванием душников, т. е. замедлением остывания печи, *отходит на задний план* по сравнению с негигиеничностью расположения теплоотдающей поверхности внутри футляра. Хотя Свиязев и предлагал делать решетки, служащие для подвода воздуха, вынимающимися, но очистить через эти отверстия все поверхности невозможно. Насадка, увеличивая поверхность тепловосприятя 1-го дымооборота, отнимает здесь от газов слишком много тепла в ущерб остальным дымооборотам и этим ухудшает работу последних. Кроме того насадка легко засоряется золой и легко разрушается от нагревания. Не будучи связанными с остальной кладкой, кирпичи насадки передают тепло очень медленно. Если же для усиления теплопередачи перевязывать кладку насадки со стенками (чего Свиязев не делает умышленно), то, нагреваясь, насадка будет оказывать вредящий прочности распор.

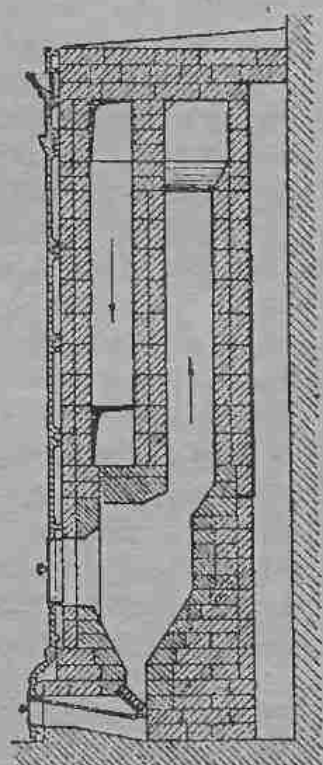
ПЕЧЬ ЛУКАШЕВИЧА

Принципы, выдвинутые Свиязевым, в дальнейшем были положены в основу конструирования печей целым рядом конструкторов. Особенно широко применяется принцип параллельных опускающих каналов, давший плодотворные результаты. Проф. Лукашевич также сконструировал дымообороты своей печи на этом принципе. На фиг. 63 изображена прямоугольная, а на фиг. 64 угловая печи его конструкции. Топливник этих печей оригинальной конструкции был рассмотрен ранее. Хайло в своде устраи-

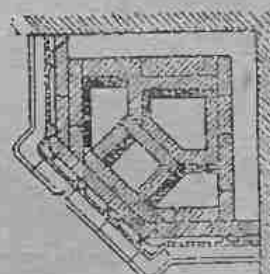
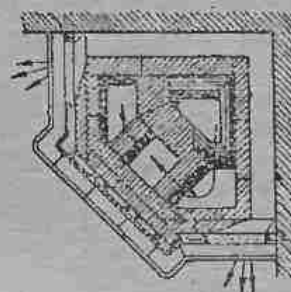
ваются либо у передней стенки топливника, либо у задней в зависимости от расположения дымооборотов, что в свою очередь зависит от расположения печи относительно дымовой трубы. На работе топливника это не отражается, так как шахточка и колосниковая решетка находятся в центре пода. Поднявшись



Фиг. 63.



Фиг. 64.



первым дымооборотом до перекрыши печи, газы переливаются в два, три или более, в зависимости от величины печи, параллельных опускных канала и внизу последним над сводом топливника отводятся патрубком в дымовую трубу. Другие принципы Свйазева, а именно разомкнутые дымообороты и расположение

их в камере, использованы только частично. В некоторых типах печей Лукашевича лишь вторые дымообороты отставлены от первых, но между собой не разомкнуты (фиг. 63), в других печах (фиг. 64) все дымообороты сомкнуты. Иногда печь частично устраивают в нише каменной стены здания, которая и образует собой камеру (футляр, оболочку) печи, иногда камерой служит отступка; в более новых конструкциях камера устраивается только между первым и вторыми дымооборотами, все же остальные стенки дымооборотов наружные. Некоторые свои печи Лукашевич устраивает подобно Свиязеву с насадкой, но здесь кирпичи насадки перевязаны со стенками канала; иногда насадка исполняется в виде арочек, которые создают распор, даже не будучи нагреты.

Главным недостатком печи Лукашевича является холодный низ ее вследствие толстых стенок и высокого расположения топливника. По той же причине (высокого расположения топливника) для дымооборотов остается мало места, и они выходят очень короткими, благодаря чему газы покидают печь при высокой температуре.

Рассмотренные системы печей являются типами устаревшими и приводятся только для ознакомления учащихся с историческим развитием техники печного искусства. Дальше мы рассмотрим типы печей более новых и современных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА.

1) Павловский Я. Отопление и вентиляция, ч. 1, стр. 169—184. 2) Борисов, Печное дело, стр. 114—124. 3) Милославский, Печное дело, стр. 34—40. 4) Киселев, Что должен знать печник, стр. 89—94. 5) Журнал „Строитель“ за 1929 г., № 23, „О печах старой и новой конструкции“.

ВОПРОСЫ.

Для чего устраиваются шанцы в основании печи?

У печи на фиг. 57 шанцы закрыты для доступа воздуха. Чем это хорошо, чем плохо?

Какие устройства бывают в печах для увеличения теплоотдающей поверхности нагрева?

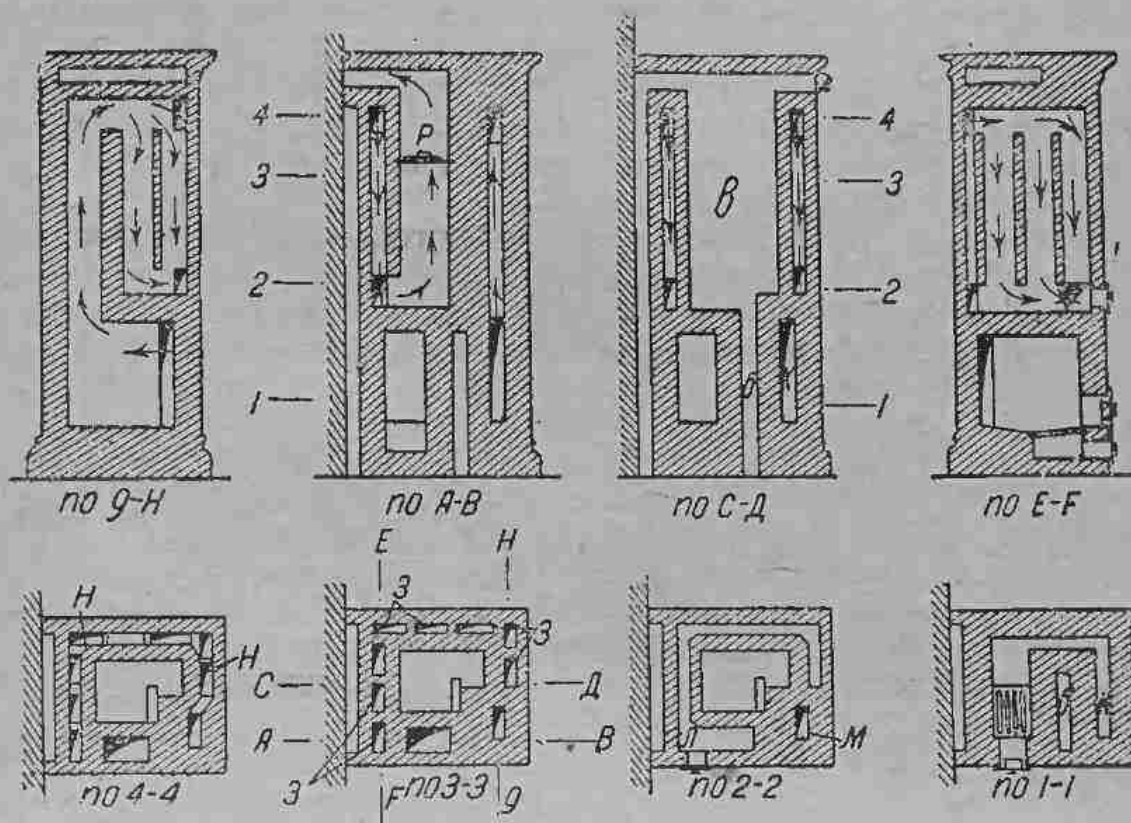
9. НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕЧЕЙ БОЛЬШОЙ И СРЕДНЕЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ.

ПЕЧЬ СТРОГОНОВА.

Печь Строгонова (фиг. 65) устроена следующим образом.

Неширокий топливник расположен сбоку. Отличительной особенностью его является расположение хайла в боковой стенке. Газы, выйдя из топливника, попадают в узкий, но высокий, во всю высоту топливника, горизонтальный канал (*к*), расположенный вдоль одной из боковых стенок топливника. Между этой стенкой и стенкой горизонтального канала помещается узкая нижняя часть воздушной камеры (*б*), соединяющаяся с более широкой верхней ее частью (*в*), расположенной между дымооборотами над сводом. Из горизонтального дымооборота (*к*) газы

поднимаются в углу печи вертикальным каналом (*м*) к перекрыше и поступают в верхний распределительный горизонтальный канал, проходящий вдоль всех стенок печи (*н — н*) и распределяющий газы по системе параллельных опускных вертикальных каналов (*з — з*). Последние размещены по всему периметру печи и имеют узкое вытянутое вдоль наружной поверхности печи сечение. Между этими каналами помещается камера (*в*) для нагревания воздуха, о которой говорилось выше. Из опускных каналов газы попадают в горизонтальный сборный канал (*л*), идущий над сводом топливника и перекрышею первого горизонтального дымооборота. Собранные этим каналом вместе газы еще раз поднимаются в печи вертикальным каналом (*ц*), который располагается между первым подъемным и опускными



Фиг. 65.

каналами в передней стенке печи. Здесь на удобной высоте ставится выюшка или задвижка (*р*).

Разбирая качества печи Строгонова, можно отметить, что она имеет правильную систему дымооборотов, требующую тяги средней величины. Каналы ее и топливник весьма удачно расположены относительно внешней поверхности нагрева, а именно: три стенки топливника и стенка первого горизонтального дымооборота, где газы наиболее горячи, составляют нижнюю часть поверхности нагрева печи и дают хороший обогрев низа помещения. Верхние каналы расположены вдоль периметра печи, причем длинные стороны каналов образуют наружную ее стенку, что весьма рационально в отношении теплопередачи. Вообще теплопередающая поверхность печи, благодаря такому размеще-

нию дымооборотов и устройству камеры внутри, весьма развита. Внутренняя теплопоглощающая поверхность также имеет достаточную величину.

Недостатки печи заключаются в сравнительно примитивном (упрощенном) устройстве топливника и недоступности камер для очистки от пыли.

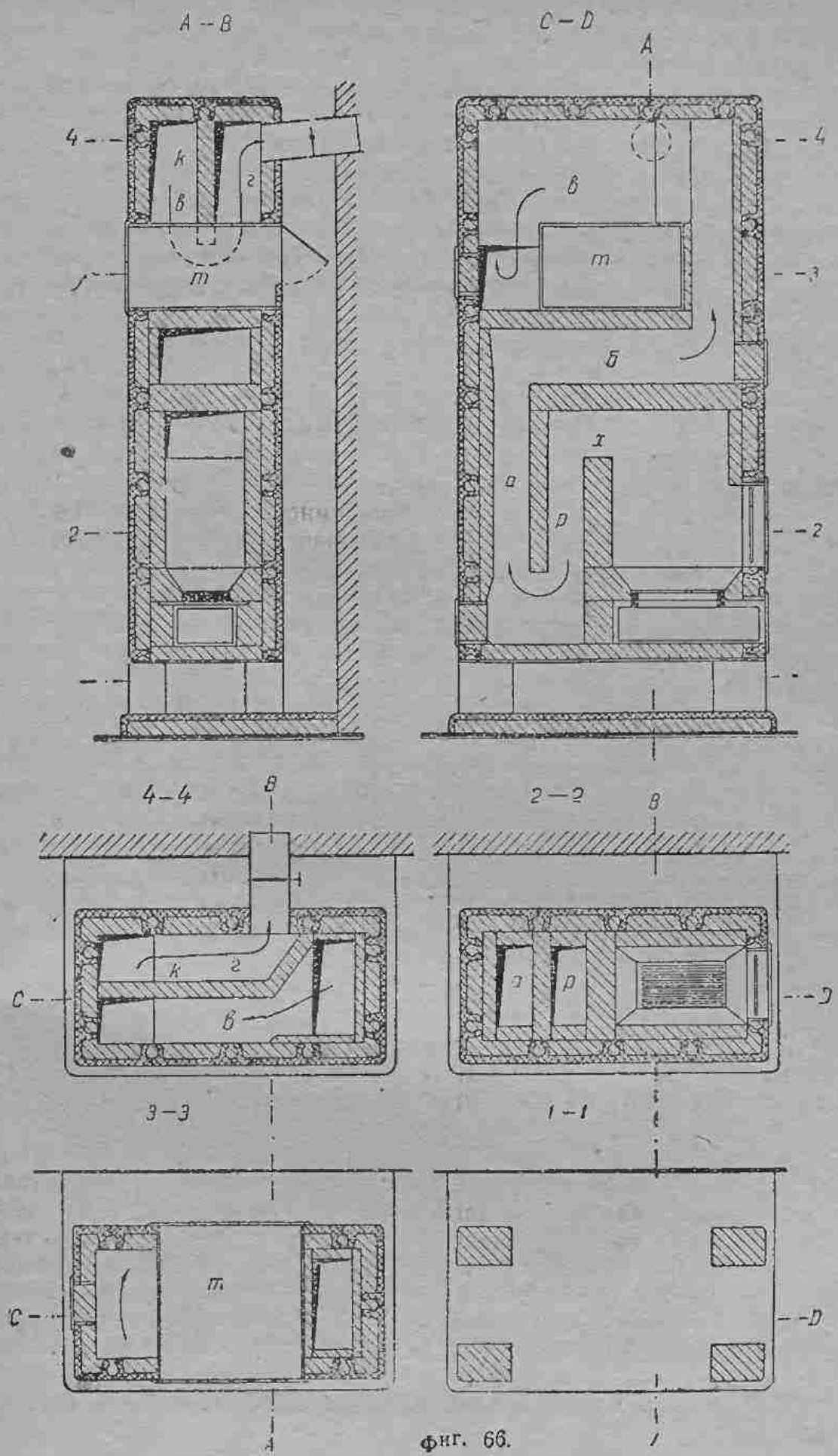
ПЕЧЬ БРАББЕ.

Всемирно известный своими работами в области отопления немецкий профессор Браббе установил на основании опытов, что чем ниже расположен нагревательный прибор, тем лучше распределение температур в помещении и тем меньше нужно затратить тепла для нагревания нижних слоев воздуха; нагревать же верхние слои воздуха (под потолком) нерационально, и даже, наоборот, понизив температуру воздуха у потолка, тем самым мы уменьшаем потерю тепла через потолок помещения. Поэтому проф. Браббе подобно Строгонову стремится подольше задерживать горячие газы внизу печи.

Печь Браббе (фиг. 66), как и большинство немецких печей, — печь средней теплоемкости и предназначена для отопления коксом, каменным углем или брикетами¹ и потому имеет небольшой и короткий топливник с колосниковой решеткой. Эта печь строится также с топливником Барлаха. Хайло (*x*) расположено в самом верху задней стенки топливника. Отсюда газы опускаются одним вертикальным каналом (*p*) до самого низа печи, поворачиваются здесь и поднимаются следующим вертикальным каналом (*a*) вверх. Оба эти канала расположены за задней стенкой топливника, удлиняя печь. Чтобы лучше использовать теплоту горячих газов внизу печи и увеличить здесь теплоотдающую поверхность, печь поставлена на ножках и имеет железное или чугунное дно, иногда выложенное, как и вся печь внутри, специальными шамотными плитками. Газы проходят затем горизонтальным дымооборотом (*b*) над сводом печи к передней стенке, омывая снизу проходящую через всю печь и открытую с боков воздушную камеру *m* („тепловую трубу“, как ее называют немцы). Далее газы поднимаются вверх, омывают камеру сверху, проходя над ней сначала по одной стороне (*v*), затем несколько опускаются, проходят под подверткой и далее над камерой по другой (*z*) ее стороне (над камерой имеется продольная перегородка (*k*) и уходят в дымовую трубу через железный патрубок с регулятором тяги (завдвижкой) в нем¹.

Таким образом у Браббе система дымооборотов довольно примитивная: последовательная комбинированная из вертикальных и горизонтальных каналов. Стенки печи тонкие, печь топят топливом, горящим медленно с подбрасыванием его довольно долго, и потому средняя суточная температура наружной поверхности, а следовательно и теплоотдача 1 м² поверхности нагрева высокая. Печь получается вследствие этого небольших размеров, компактная, дающая хороший обогрев низа.

¹ Топливо, спрессованное в куски из мелочи.



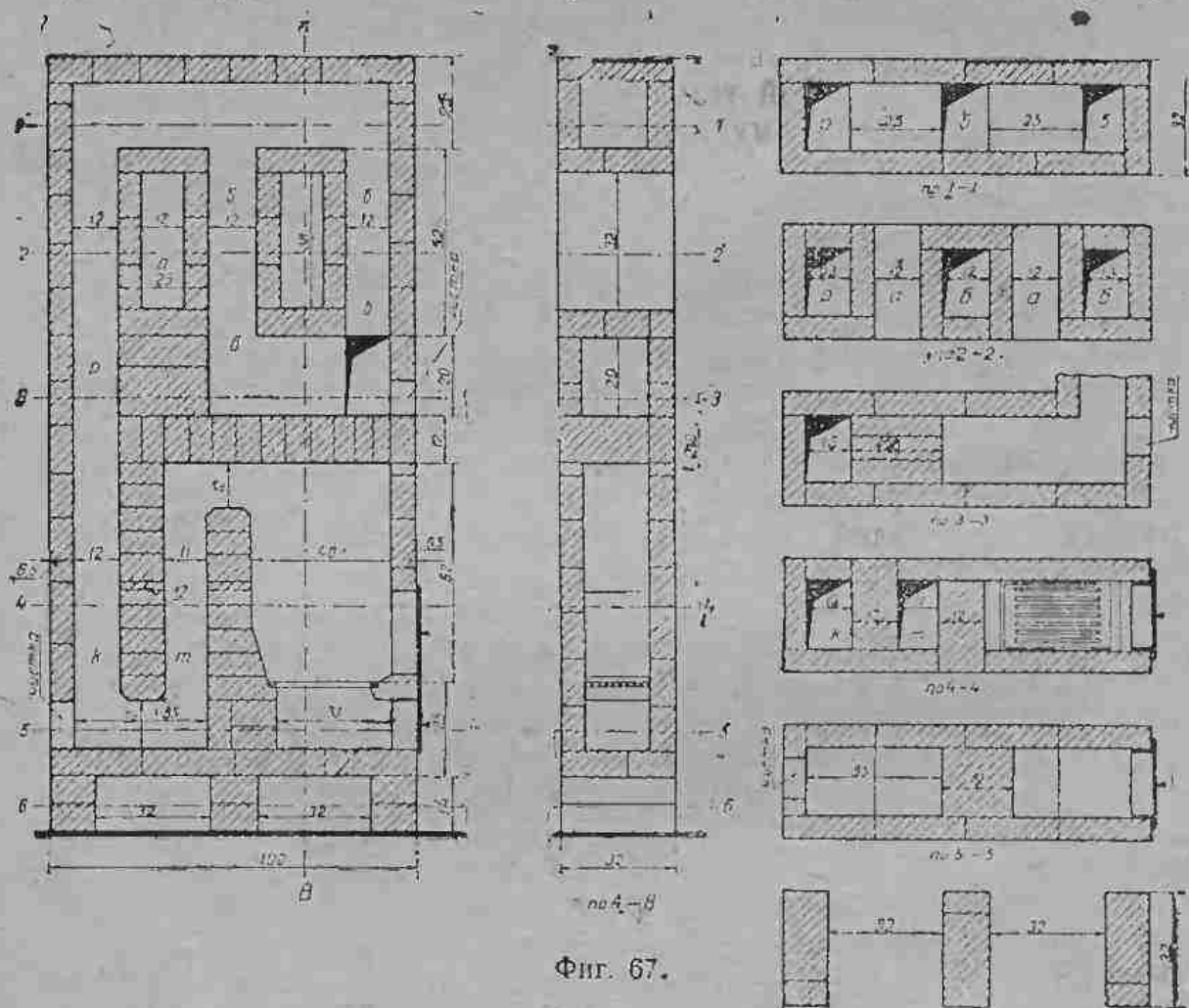
Фиг. 66.

Как печь недостаточной теплоемкости для отопления жилищ в нашем климате, печь Браббе в чистом виде у нас неприменима, но идея, положенная в ее основу: сосредоточить главный нагрев внизу, у самого пола, целиком оправдавшая себя на практике, должна быть нами широко использована.

Итак, для развития горячих поверхностей нагрева внизу печи мы имеем два способа: а) принцип Браббе — опускать газы из топливника вертикальным каналом вниз и б) принцип Строгонова — газы из топливника проводить горизонтальным каналом вдоль боковой стенки печи. Первый способ удобнее применять при печах узких и длинных, второй — при квадратных в плане печах.

ПЕЧЬ СМУХНИНА.

Печь Смухнина, изображенная на фиг. 67, представляет собой одно из видоизменений печи Браббе. Печь имеет стенки в $\frac{1}{4}$ кир-



пича и для прочности сложена в железном футляре. Ширина печи всего 32 см — $1\frac{1}{4}$ кирпича. Чтобы не получить печь чрезмерно длинную, топливник сделан коротким, почему дрова приходится пилить соответствующей длины или класть их стоймя.

¹ В более высоких печах добавлен еще один горизонтальный дымооборот.

Ввиду малой ширины топливника последний перекрыт не сводом, а кирпичом на ребро поперек топливника. В верхней части печи система дымооборотов по сравнению с Браббе изменена: подъемный канал (p) выведен до самой перекрыши печи, а затем идут два опускающих ($b-b$) параллельных канала, и между ними сделаны две узких сквозных „тепловых трубы“ — камеры ($a-a$). В дымовую трубу газы попадают через небольшой кирпичный патрубок, перекинутый через отступку. Последняя не заделана (как и в немецких печах), и очистка задней стены печи доступна. В качестве приспособления для закрывания трубы для большей плотности Смухнин употребляет две задвижки, поставленные одна за другою.

Вследствие тонких стенок масса печи мала, поэтому эта печь средней теплоемкости. Топливник спроектирован по образцу Браббе и для дров мало подходит; колосниковая решетка для дров велика. Система дымооборотов правильна, лучше чем в печи Браббе. При переконструировании топливника соответствующим образом и увеличении толщины стенок можно получить довольно хороший тип печи.

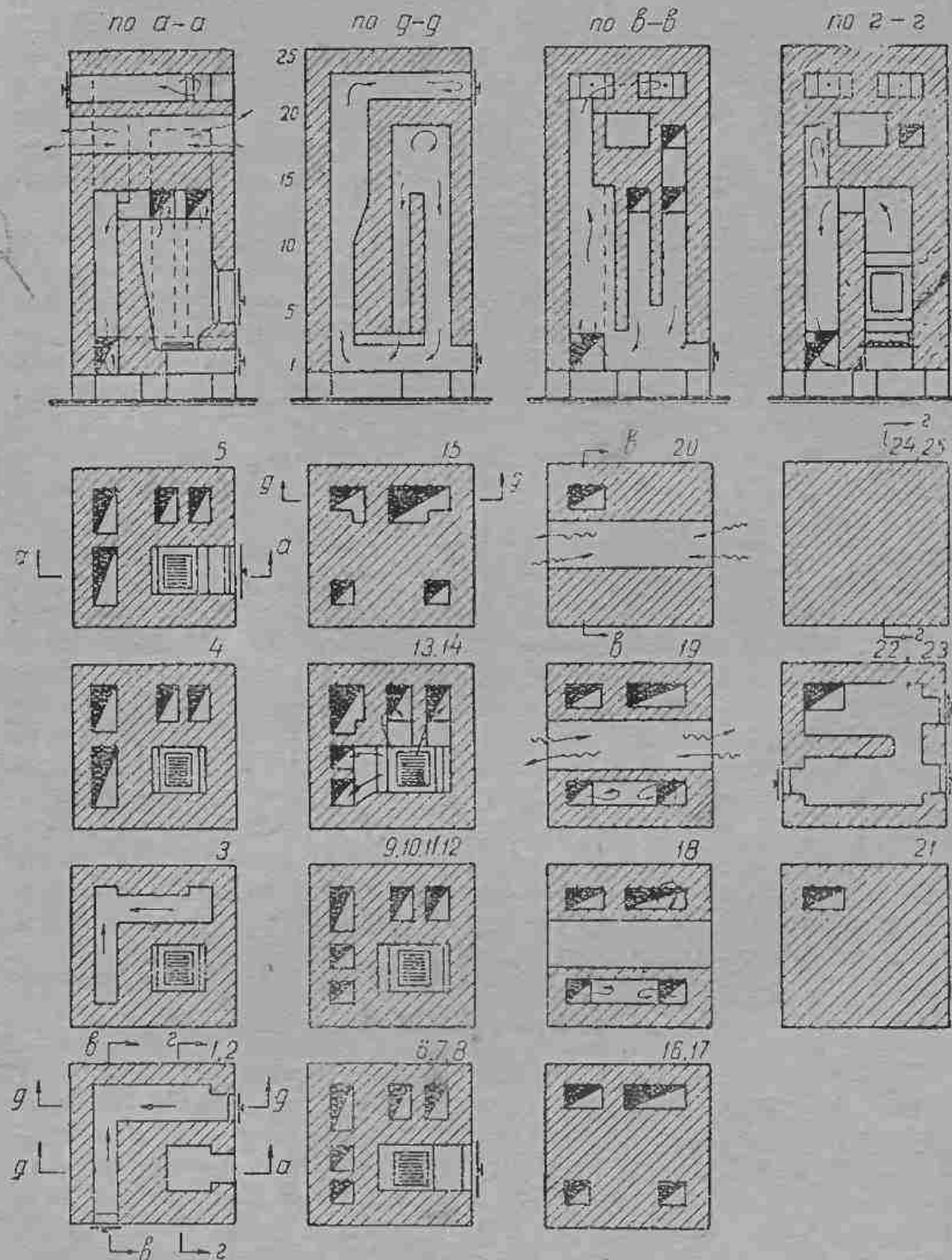
Кроме этого типа Смухниным спроектирован ряд вариантов. В некоторых из них для лучшего обогрева низа печи газы проходят по горизонтальным каналам под топливником печи. Эти печи требуют более сильной тяги, следовательно работают с меньшим коэффициентом полезного действия и иногда дымят. Одна из его печей помещена Иннорс в числе рекомендуемых типов¹. В этой печи в топливнике сделаны два хайла в обеих боковых стенках, и газы опускаются в самый низ печи по бокам топливника по двум вертикальным каналам. Под поддувалом газы собираются вместе, поднимаются по каналу около задней стенки печи к перекрыше и отсюда опускаются системой параллельных каналов до свода печи, на уровне которого отводятся в трубу. Этот вариант также дает хороший обогрев низа, но стенки топливника здесь скрыты за дымооборотами, и наружные стенки печи обогреваются газами с меньшей температурой. Теплоотдача 1 м^2 от этого уменьшается, теплоемкость несколько увеличивается.

ПЕЧЬ КАШКАРОВА.

Печь Кашкарова (фиг. 68) также спроектирована по принципу Браббе, но имеет несколько (3—4) хайла и газы опускаются из топливника несколькими параллельными каналами, расположенными с задней и боковой сторон печи. Отсюда двумя горизонтальными сборными каналами газы подводятся к углу печи и поднимаются по имеющемуся здесь вертикальному каналу и далее направляются по горизонтальному П-образному каналу под перекрышей печи, откуда и уходят в трубу. Между сводом топливника и верхним горизонтальным дымооборотом имеется „тепловая труба“. Чтобы по бокам этой тепловой трубы не

¹ См. Иннорс, Комнатные печи, атлас, сер. 51—08.

оставалось непрогретой массы, некоторые из первых опускающих дымооборотов продолжены вверх выше хайл и образуют мешки горячих газов („опрокинутые призматические стаканы“, по выражению проф. Кашкарова). Толщина всех стенок печи делается



Фиг. 68.

в $\frac{1}{2}$ кирпича. Конструктор считал свою печь печью большой теплоемкости, но при испытании в опытном строительстве в поселке „Сокол“ выяснилось, что ее следует отнести скорее к пе-

чам средней теплоемкости. Топливник типа Браббе для дров короток и более пригоден для сжигания антрацита или кокса; для этого необходимо было бы лишь произвести небольшое изменение в топливнике и заменить плоский под небольшой шахточкой. К. п. д. печей при обычном обслуживании их источником в произведенных лабораторией опытах оказался равным примерно 0,70, тогда как при более внимательном и умелом обслуживании он был доведен до 0,77. Конструкция несколько сложна, или, вернее, не продумана, так как равномерного прогрева всей печи можно достигнуть и без тупиков (мешков) в каналах. По признанию самого проф. Кашкарова печь имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что при затопке не сразу образуется тяга и дым иногда стремится в топочную дверцу. Чтобы избежать дымления во время затопки, можно при наличии уверенности в правильном пользовании сделать соединение между одним из тупиков и верхним горизонтальным каналом и поставить тут задвижку, которую и открывать при растопке и закрывать, как только дрова разгорятся.

ПЕЧЬ ПРОТОПОПОВА.

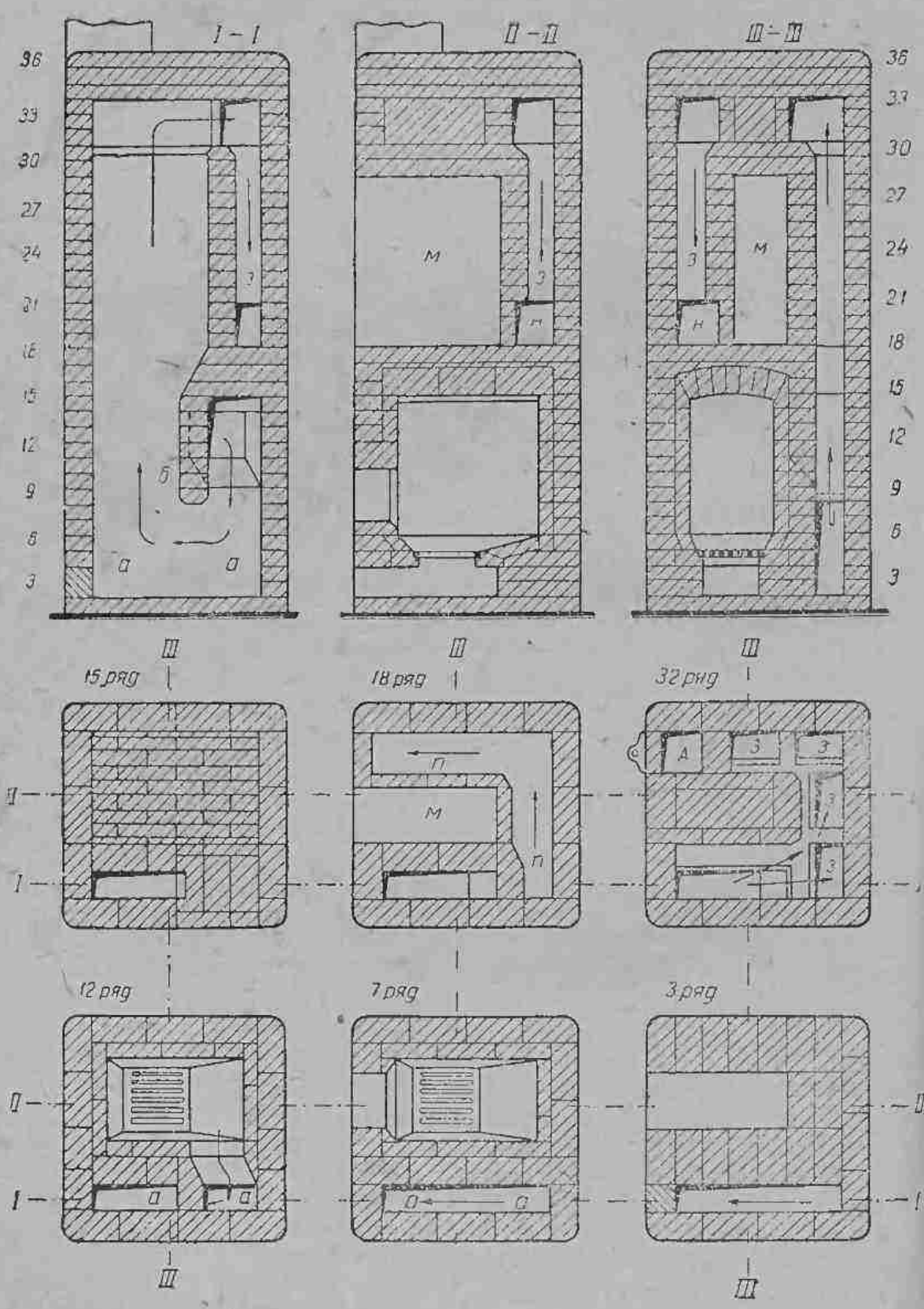
В зависимости от формы печи в плане — вытянутого прямоугольника или приближающегося к квадрату, эта печь имеет дымообороты в нижней части либо по типу Браббе, либо по типу Строгонова. На фиг. 69 изображена печь второго типа. Чтобы заставить газы опуститься как можно ниже, в горизонтальном канале (а) устроен верхний порог (б). Далее газы через верхний распределительный канал проходят в четыре (з) вертикальных канала до средней части печи, откуда по сборнику (п) проходят в подъемный канал (А). Основные недостатки печи Строгонова уничтожены устройством более рационального топливника и открытой с одной стороны камеры (М). В печах большего размера камера может быть устроена по аналогии со Строгоновым и в нижней части рядом с топливником, но тоже открытой.

Печь Протопопова с каналами в нижней части (по Браббе) описана в журнале „Строитель“ № 3 за 1930 г.

ПЕЧЬ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА.

Печь Теплотехнического института (фиг. 70) имеет очень простую конструкцию. Между дымооборотами в центре печи расположен топливник шахтного типа, предназначенный для толки антрацитом. Топливник не имеет свода, и первый дымооборот является непосредственным его продолжением. Расположение дымооборотов напоминает систему Свизева: двумя опускными каналами по бокам печи газы идут до самого низа и поднимаются еще раз по каналу сзади топливника и уходят в трубу.

Печь привлекает своей простотой. К. п. д. по опытам в лаборатории Теплотехнического института 70—80%. Однако топ-



Фиг. 69.

патрубок к дымовой трубе на уровне пола. Печи эти большой теплоемкости и весьма распространены в казармах и военных учреждениях, где они строятся чаще всего круглыми в железных футлярах.

Система дымооборотов в отношении уменьшения сопротивлений движению газов (уменьшение длины пути и числа поворотов) и развития внутренней поверхности сконструирована правильно. В этом отношении центральное расположение первого дымооборота дает очень хорошее решение. Но с другой стороны оно так же, как и расположение топливника между дымооборотами, уменьшает теплоотдачу печи, так как стенки, омываемые изнутри наиболее горячими газами, не являются теплоотдающими, а спрятаны в массе печи.

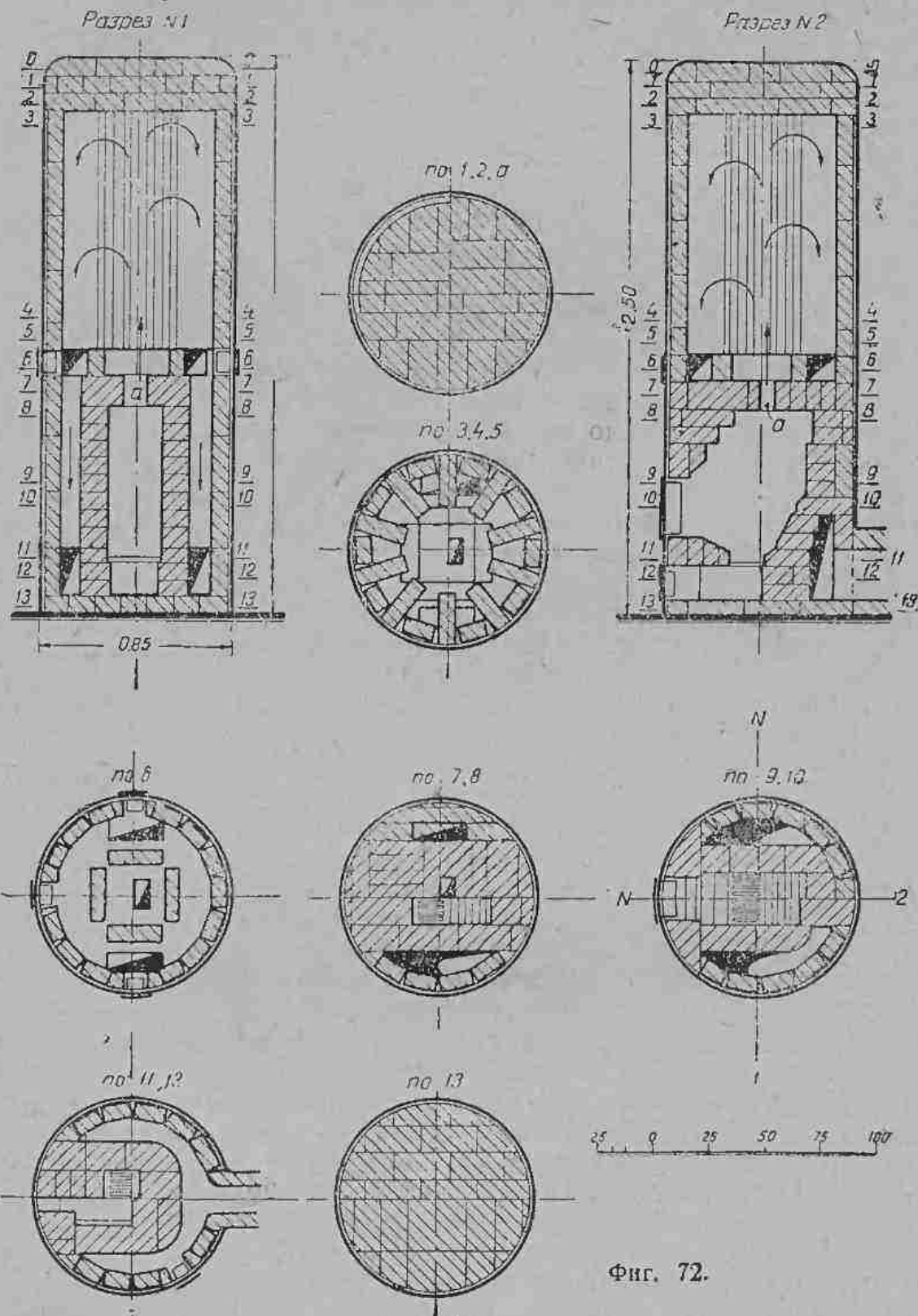
ПЕЧЬ проф. ГРУМ-ГРЖИМАЙЛО.

Печь проф. Грум-Гржимайло по своей конструкции и принципам, на которых она основана, совершенно отличается от других известных печей. Во всех рассмотренных нами до сих пор печах газы движутся в оборотах печи принудительно, под влиянием тяги дымовой трубы. В печи Грум-Гржимайло им как бы предоставляется свободный выбор пути, так как этот путь определяется не столько конструкцией, сколько температурой газов.

Печь (фиг. 72) обыкновенно складывается в круглом железном футляре, но строятся этого типа печи и квадратной формы в плане и без футляров. Топливник занимает среднюю часть печи, и его размеры невелики. Задняя его стенка имеет крутой скат к колосниковой решетке, помещенной в центре топливника. Дрова располагаются стоймя к задней стенке. Небольшое хайло расположено прямо над колосниковой решеткой и приходится точно в центре печи. Таким образом топливник по своей конструкции ничего интересного и нового не представляет. Над топливником вместо обычных каналов имеется занимающая всю верхнюю часть печи камера. Выйдя из топливника через небольшое хайло с большой скоростью, газы благодаря своей легкости поднимаются прямо вверх и движутся в этой камере наподобие струи фонтана: дойдя до перекрыши печи, они расходятся во все стороны, и, охлаждаясь у наружных стен печи, медленно опускаются вниз. Камера имеет стенки толщиной в $\frac{1}{4}$ кирпича с выступающими внутрь ребрами — „контрфорсами“ из кирпича на ребро. Таким образом камера имеет весьма сильно развитую внутреннюю поверхность нагрева. Контрфорсы внизу не доходят до свода топливника на 12 см, где они опираются на несколько поставленных на ребро кирпичей для сообщения отдельных полостей между контрфорсами между собой; здесь получается нечто вроде кольцевого горизонтального канала. Опустившись до свода, газы уходят в подковообразный канал между наружными стенками печи и стенками топливника, если этот последний короток (при большом диаметре печи) и не доходит до задней стенки печи, или, как изображено на фигуре, в два

канала по бокам топливника, и опускаются до самого низа печи, где и выходят через патрубок у пола в дымовую трубу.

Направиться из хайла *a* непосредственно в дымовую трубу газы не могут, так как камера заполнена газами различной тем-

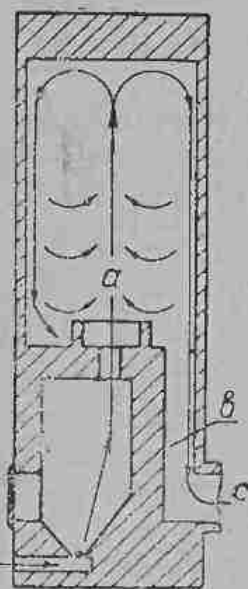


Фиг. 72.

пературы, следовательно и различного удельного веса: в центре — горячими легкими газами, стремящимися всплыть вверх (как керосин всплывает в воде), у наружных стенок — остывшими,

более тяжелыми газами, падающими вниз. Хотя через отверстие *c* (фиг. 73) и канал *b* дымовая труба и отсасывает газы, но она удаляет те газы, которые находятся непосредственно у отверстия *c*. Находятся же у этого отверстия газы наиболее остывшие, тяжелые. По мере удаления их в трубу к отверстию *c* притекают сверху все новые и новые количества остывших и ставших более тяжелыми газов, вытесняемых из-под перекрыши печи газами горячими, поднимающимися из хайла.

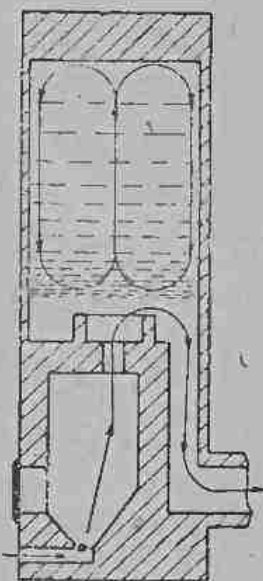
После того как горение в топливнике закончено, направление движения газов меняется. Камера печи уже прогрета и заполнена горячими газами (воздухом — фиг. 74). Если бы по окончании топки дверцы топливника и дымовая труба оставались не закрытыми, то холодный воздух, пройдя топливник и хайло, сейчас же переливался бы вниз, а не охлаждал верхнюю часть печи, так как по сравнению с горячими газами, наполняющими



Фиг. 73.

камеру, удельный вес этого воздуха был бы больше. Таким образом получается, что печь автоматически сохраняет тепло в верхней камере. Это явление названо современным конструктором этих печей инж. Подгородником „автоматической газовой вьюшкой“.

Кроме автоматической газовой вьюшки печь Грум-Гржимайло имеет еще одно прекрасное качество. Стенки ее имеют одновременно различную толщину в $\frac{1}{4}$ кирпича и в 1 кирпич (контрфорсы). Вследствие этого стенки печи прогреваются очень бы-



Фиг. 74.

стро и вместе с тем, имея большую массу контрфорсов, долго сохраняют тепло. Печь Грум-Гржимайло очень удобна в таких помещениях, как мастерские, где быстро (например утром к моменту начала работ) надо дать тепло после растопки и в то же время иметь печь большой теплоемкости.

Вследствие сильно развитой внутренней поверхности газы уходят с сравнительно низкой температурой. Поэтому с целью подогрева отходящих газов и усиления тяги в начале топки, а также и для циркуляции воздуха в печи во время процесса теплопередачи после натопки, в последних конструкциях этих печей устраивают небольшое отверстие в боковой стенке топливника, которым таким образом топочное пространство соединяется непосредственно с боковым каналом.

Кoeffициент полезного действия печи Грум-Гржимайло высок — достигает 75 — 80%.

Это объясняется сильным развитием внутренней поверхности печи при одновременном небольшом сопротивлении в дымообо-

ротах и автоматическим сохранением тепла после натопки. Однако печь имеет крупный недостаток, заключающийся в том, что верх у нее наиболее сильно нагрет, низ же значительно холоднее. Чтобы уменьшить этот недостаток, футеровку печи вверху делают толще — в $\frac{1}{2}$ кирпича, оставляя низ в $\frac{1}{4}$ кирпича, и устраиваемую иногда вместо контрфорсов насадку (см. ниже, рис. 83 — сборная печь „Газовая вьюшка“) не доводят до верха и снабжают внутренней перекрышей, воспринимающей удар наиболее горячих газов. Все это лишь уменьшает перегрев верха, но не устраняет основного дефекта — слабого нагрева низа. Поэтому, несмотря на свой высокий к. п. д., печь Грум-Гржимайло, нагревая преимущественно верхнюю зону помещения, не дает того же эффекта (полезного результата), который производят печи хотя бы и с меньшим к. п. д., но с более сильным обогревом нижней части.

Кроме того система контрфорсов затрудняет надлежащую перевязку швов кладки, что отзывается на прочности стенок печи.

Но указанные достоинства печи настолько значительны, особенно по сравнению с обыкновенными голландскими и утермарковскими печами, что печь Грум-Гржимайло быстро входит в практику нашего строительства ¹.

ПЕЧЬ БЫЛЬЧИНСКОГО.

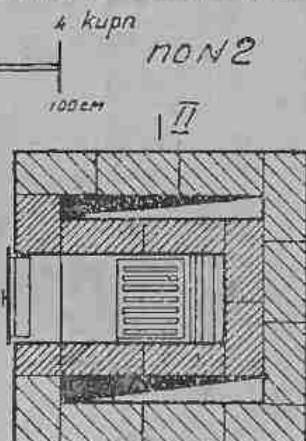
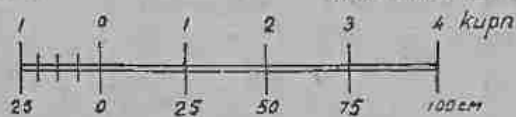
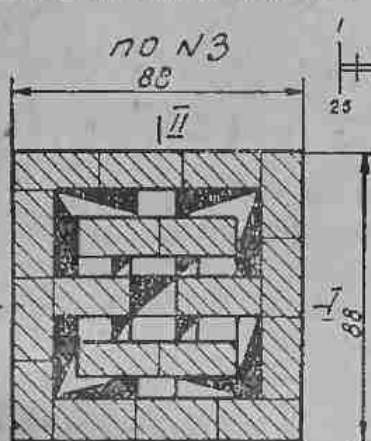
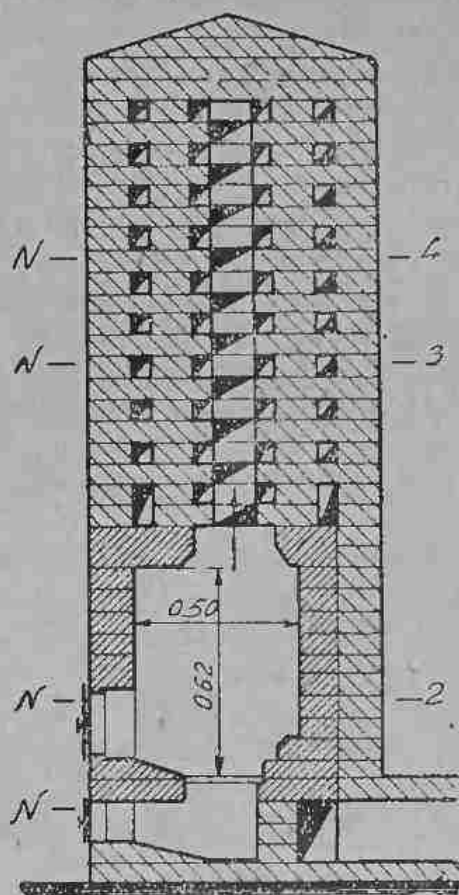
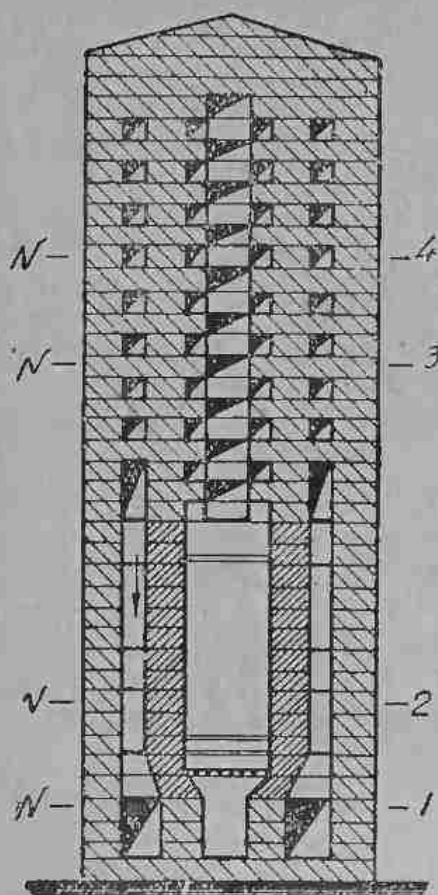
Печь Быльчинского — фиг. 75 — основана на той же идее „свободного течения газов“, как и печь Грум-Гржимайло, и по своей конструкции несколько напоминает последнюю. Главное отличие ее в том, что верхняя камера вместо контрфорсов имеет насадку. Между кирпичами насадки получают один центральный канал и несколько каналов у наружных стен печи. Центральный канал сообщается с остальными целым рядом отверстий в каждом ряду насадки. Насадка сложена до самой перекрыши, и обычные перевалы отсутствуют. Газы, поднимаясь по центральному каналу, могут поступать в соседние каналы через любые отверстия в насадке в зависимости от их температуры, т. е. плотности газов. Поэтому горячие газы (как и в печи Грум-Гржимайло) из топливника поднимаются до самого верха печи и уже здесь переходят в каналы, расположенные вокруг центрального канала. Охлажденные насадкой и наружными стенками печи газы опускаются в два канала с боков топливника и оттуда уходят в трубу на уровне поддувала.


Внутренняя тепловоспринимающая поверхность печи Быльчинского развита чрезвычайно сильно: она раза в два больше внешней теплоотдающей поверхности. Поэтому газы охлаждаются очень сильно, и в насадке может осаждаться сажа. Вообще насадки легко засоряются как золой, так и сажой и нередко служат причиной угара от горения в них сажи. Насадка у Быль-


¹ См. в журн. „Строитель“ № 4 за 1931 г. статью инж. А. Трухачева „Типы новых конструкций комнатных печей“.

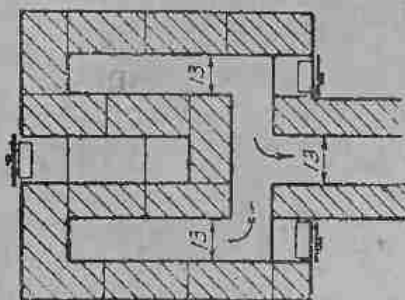
Разрез I-I

Разрез I-I



 красній кирпич

 огнеупор кирпич



Фиг. 75.

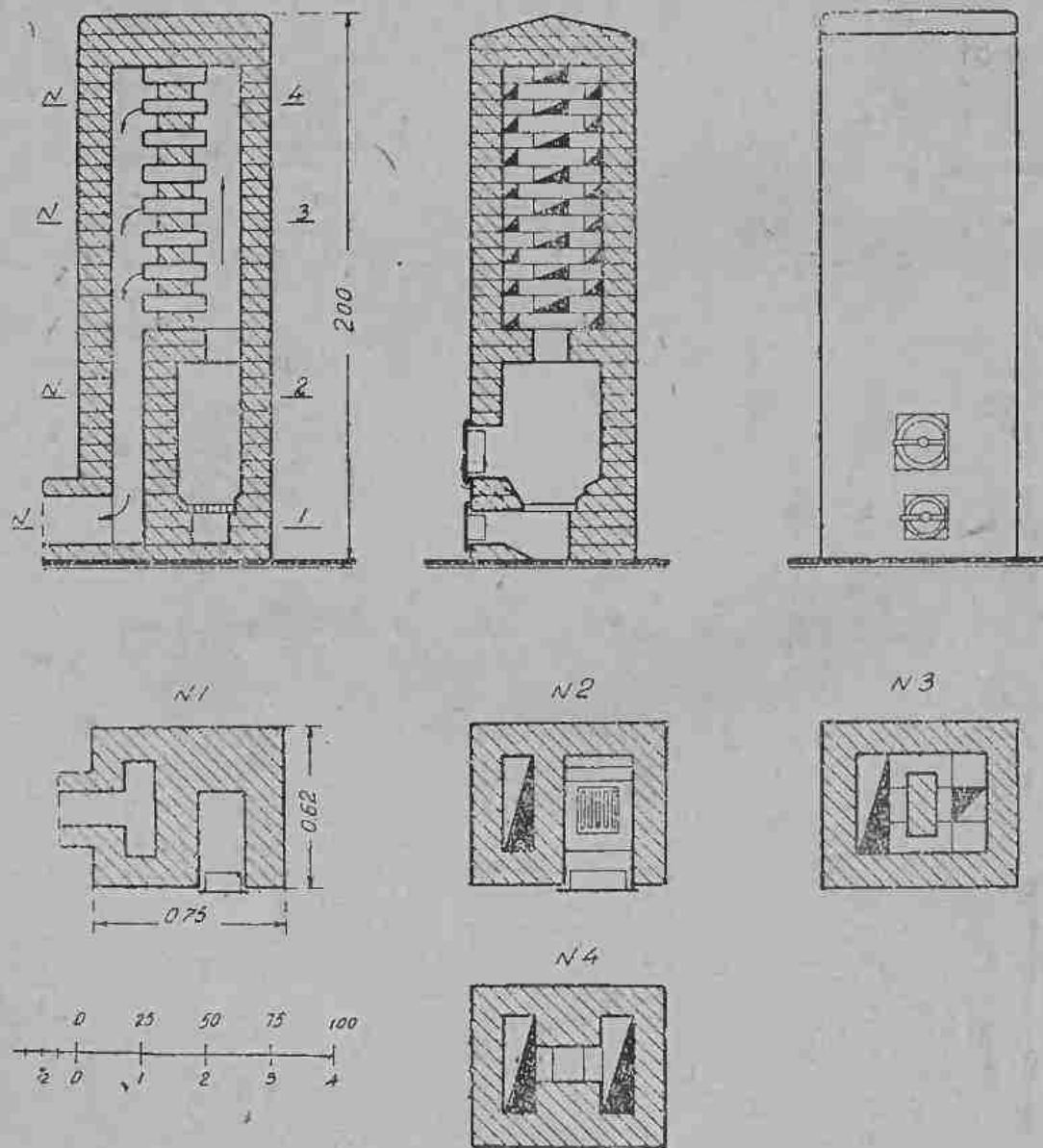
чинского совершенно не связана со стенками, и теплоотдача наружу, которая слаба и в новой печи, в дальнейшем еще более ухудшается при засорении промежутков золой и сажей — дурными проводниками тепла. Часадка — конструкция не особенно прочная. Основывать перекрышу печи на насадке, как это делает Быльчинский, не следует, ибо насадка при нагревании увеличивается в высоту более стен печи. Лучше насадку немного не доводить до перекрыши, а печь перекрывать или сводом или постепенным напуском кирпичей.

В противовес указанным недостаткам печь Быльчинского чрезвычайно проста по кладке, и за исключением 2—3 рядов в ней совершенно отсутствуют теска и даже колка кирпича.

Печь отличается большой теплоемкостью.

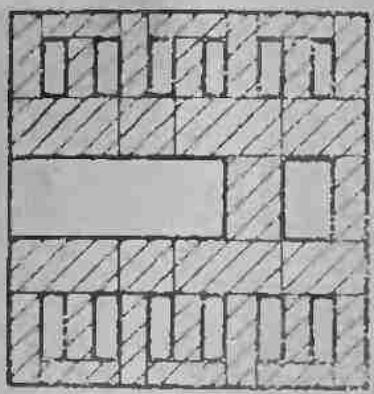
ПЕЧЬ ИННОРС СЕР. 51 — 13.

Печь Иннорс сер. 51 — 13 (фиг. 76) относится также к типу бесканальных насадочных печей. Этот тип удобен для неболь-

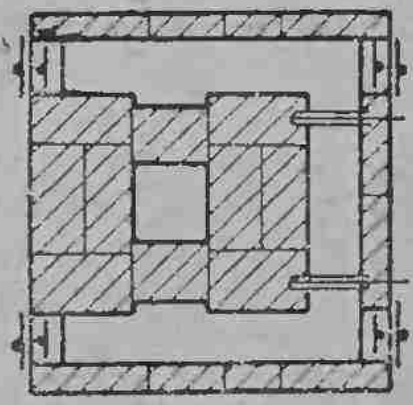


Фиг. 76.

N II

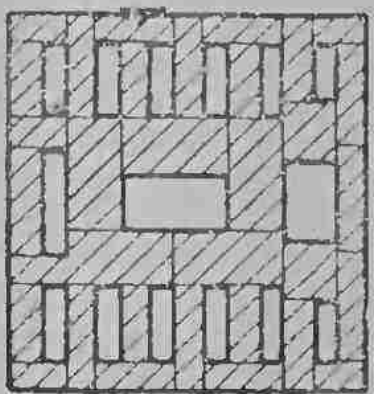


N I

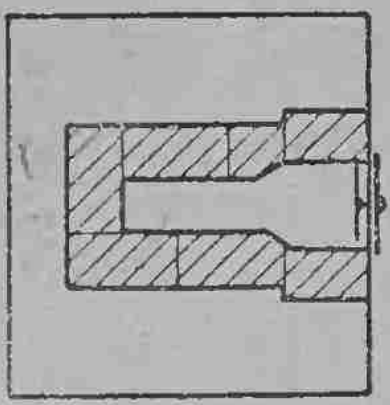


N O

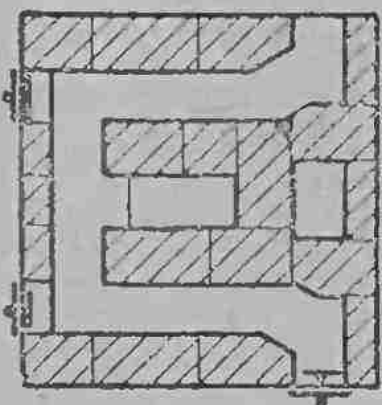
N III



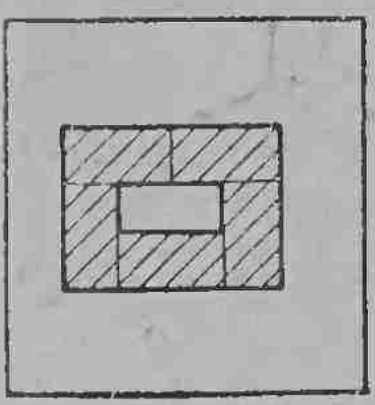
N V



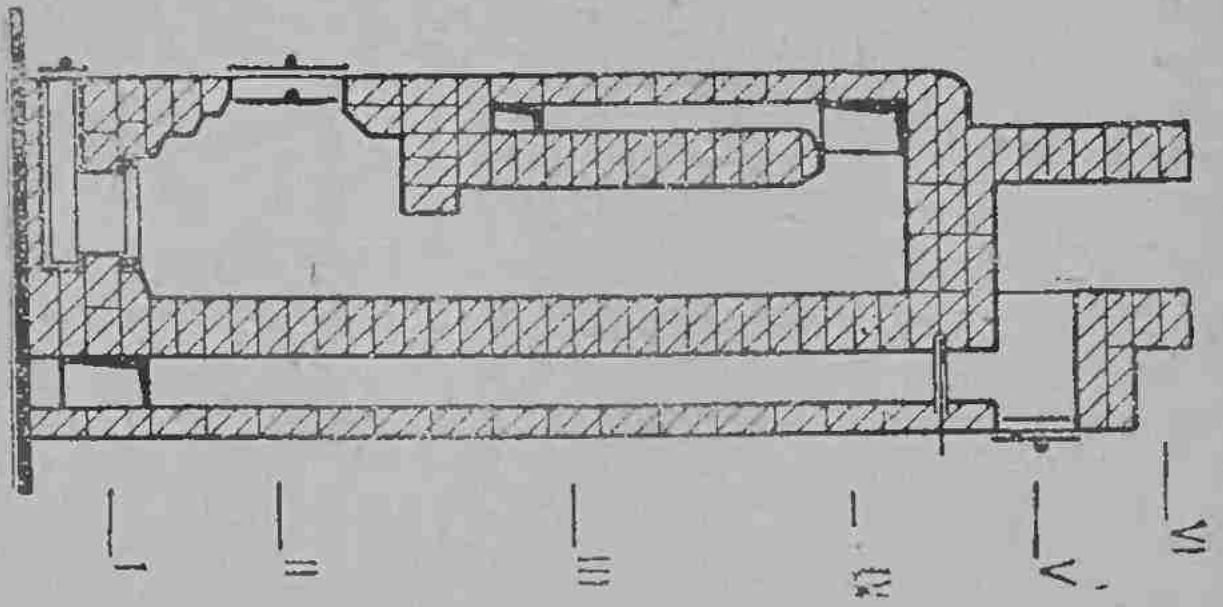
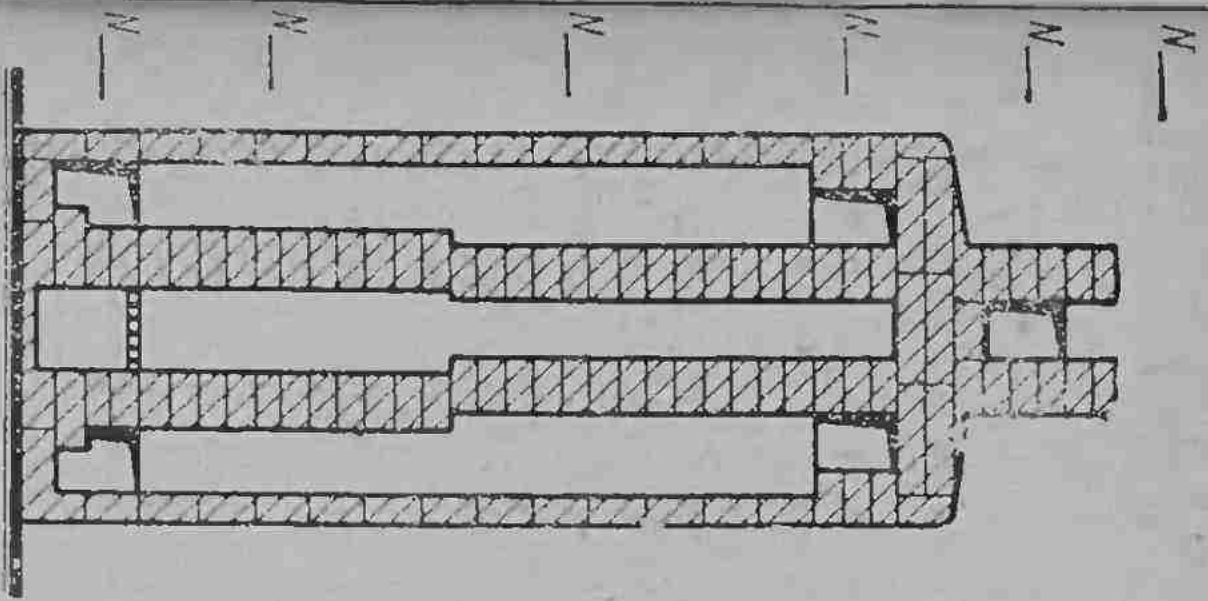
N IV



N VI



Pl. 77.



ших печей. Топливник в ней помещен сбоку. Насадка опирается на внутреннюю стенку топливника и занимает середину камеры, образуя как бы два канала: один подъемный, другой опускной, соединенные вместо перевалов рядом отверстий в насадке. Опускной канал продолжается сбоку топливника и отводит отработанные газы вниз в трубу.

Качества этой печи приблизительно те же, что и Быльчинского, но внутренняя поверхность развита значительно слабее, поэтому температура отходящих газов в ней высока. Теплоемкость печи меньше и приближается к средней теплоемкости.

Рассмотренными типами далеко не исчерпывается все разнообразие существующих конструкций, но основные принципы конструирования печей на взятых примерах вполне выяснены. Вам остается усвоить именно эти принципы (идеи), а не запомнить самые конструкции. В своей практике вы встретите может быть еще несколько десятков других различных конструкций, и вы должны теперь же научиться разбираться в качествах любой печи.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.

Какие недостатки имеет печь Строгонова и что нужно сделать, чтобы ее улучшить?

Где делается подвод воздуха в камеру в печи Строгонова и выпуск его оттуда?

Как можно камеру печи Строгонова сделать доступной для очистки?

Сравните систему дымооборотов у Баббе и у Смухнина.

Одинаков ли путь газов по различным опускающим каналам в печи Кашкарова?

Кашкаров спроектировал свою печь по принципу Баббе. В чем сходство и различие этих печей?

Чем объясняется различие пути газов в печи Грум-Гржимайло во время топки и по окончании ее?

Какое сходство и в чем заключается различие печей Быльчинского и Грум-Гржимайло?

В чем сходство и различие между печами Быльчинского и Военно-строительного управления?

В какой из рассмотренных печей более всего развита внутренняя теплопринимающая поверхность?

Задание. Подсчитайте внутреннюю теплопринимающую поверхность боковых стенок камеры с контрфорсами высотой 1 м печи Грум-Гржимайло изображенного на фиг. 72 размера. Размер кирпича считайте $25 \times 12 \times 6,5$ см, швов во внимание не принимайте.

Задание. Подсчитайте по фигуре 75 (или сложив из кирпича насухо и обмерив в натуре) теплопринимающую поверхность двух рядов насадки печи Быльчинского.

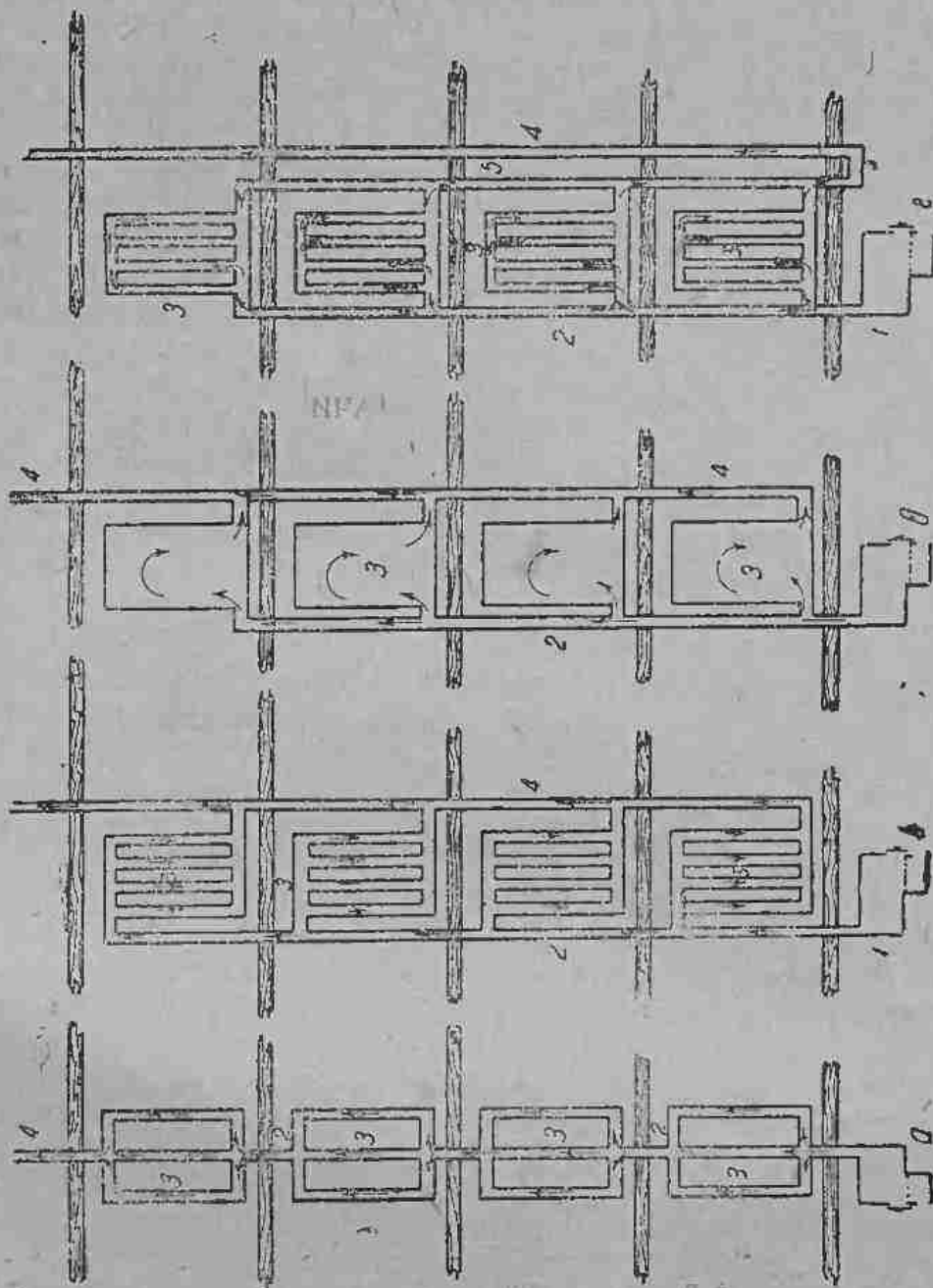
Задание. На фиг. 77 изображена печь системы Медынского. Составьте описание ее конструкции (конструкция топливника, система дымооборотов, путь газов и пр.) и сделайте ее характеристику (перечислите преимущества и недостатки).

Задание. Сделайте подробное описание конструкции и укажите достоинства и недостатки печи Ерченко, изображенной на фиг. 78.

10. МНОГОЭТАЖНЫЕ И СБОРНЫЕ ПЕЧИ.

За последние годы появилось огромное число новых конструкций отопительных печей. Особого внимания заслуживают многоэтажные и сборные печи.

Многоэтажной печью называется печь, устраиваемая для одновременного отопления помещений, расположенных в различных этажах здания непосредственно одно над другим в виде одного цельного массива, прорезывающего таким образом все междуэтажные перекрытия, с одним топливником в первом этаже или подвале. Такая печь несколько приближает печное отопление к центральному и имеет поэтому то основное преимущество



Фиг. 78.

перед одноэтажными печами, что устраняет необходимость транспортировать топливо во все этажи и уменьшает количество топок и дымоходов в здании. Многоэтажные печи сильно упрощают также установку печей в верхних этажах в зданиях облегченного типа. При расположении топливников всех печей большого здания в подвале обслуживание их весьма облегчается и может быть поручено специальному истопнику, вследствие

чего должны повыситься к. п. д. всей системы отопления. По сравнению с системами центрального отопления многоэтажные печи во многом им уступают, но зато не требуют для своего устройства металла, дефицитного для настоящего времени.

Главные части многоэтажной печи — топливник, помещающийся внизу печи, жаровой канал, которым газы распределяются по дымооборотам различных этажей, дымообороты на каждом этаже, являющиеся основной частью отопительного прибора третьего этажа, дымовая труба, собирающая отработанные газы из дымооборотов и отводящая их в атмосферу и регулировочные приспособления, обеспечивающие равномерный нагрев различных дымооборотов и вообще правильную работу печи.

Основных систем многоэтажных печей следует различать 3 — однотрубную, двухтрубную и трехтрубную. В однотрубной системе (фиг. 78) жаровой распределительный канал 2 и дымовая труба объединены в один канал, и газы, обогрели дымообороты 3, вливаются снова в тот же канал. В простейшем случае печь этой системы представляет собой трубу с постепенно в направлении снизу в верх утоньшающимися стенками (конструкция инж. Лаппа-Старженецкого). Схема двухтрубной системы представлена на фиг. 78б, в, причем на фиг. б изображена канальная, а на фиг. в — бесканальная система дымооборотов. Трехтрубная система многоэтажного стенового отопления, предложенная инж. А. С. Борзенко (фиг. 78г), отличается от двухтрубной тем, что по выходе из дымооборотов газы сначала опускаются вниз каналом 5 до уровня топливника; этим по мнению автора конструкции обеспечивается более равномерная работа дымооборотов разных этажей.

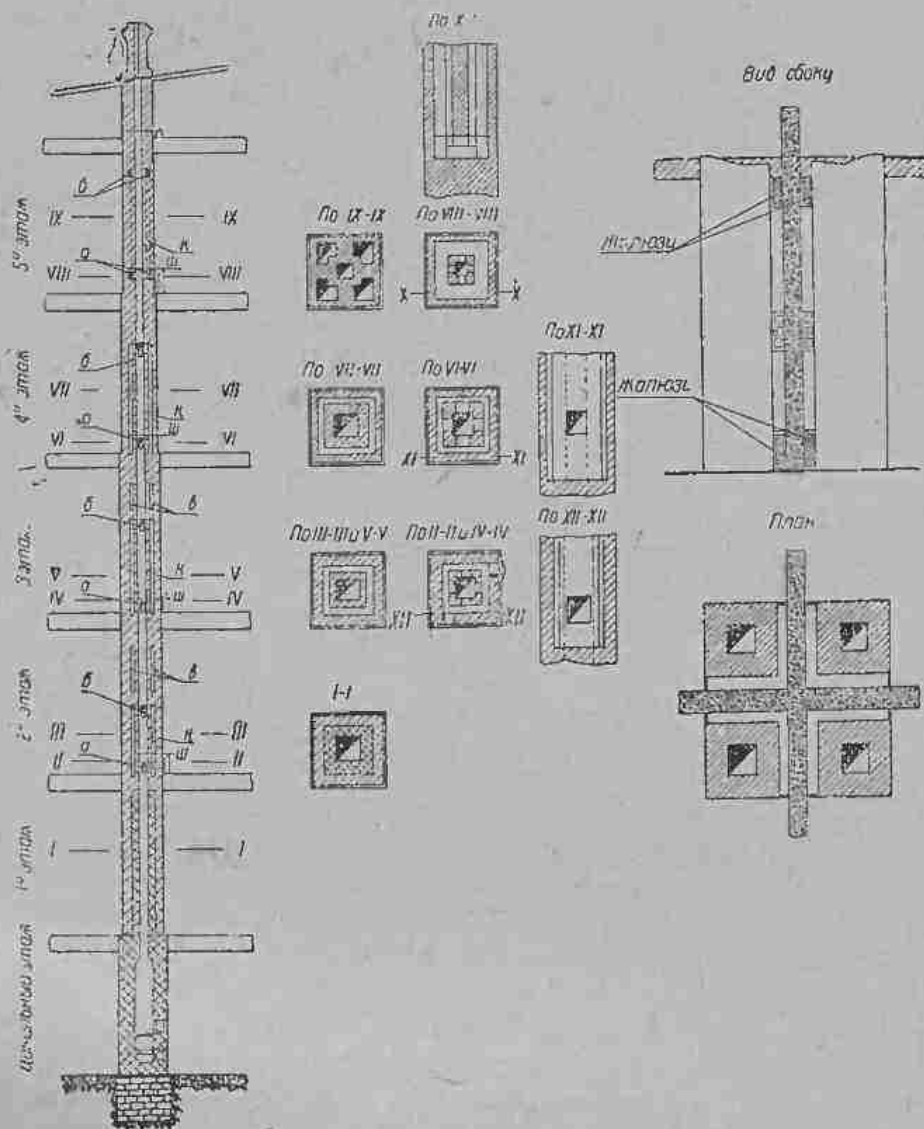
Из всех имеющихся конструкций многоэтажных печей рассмотрим наиболее типичные.

ШЕСТИЭТАЖНАЯ ПЕЧЬ инж. И. И. КОВАЛЕВСКОГО.

Печь инж. Ковалевского, изображенная на фиг. 79, спроектирована по принципу однотрубной системы. Топливник расположен в нижнем этаже, дымооборотов здесь не имеется и помещения этого этажа обогреваются стенками самого топливника. На следующих этажах имеются „калориферы“ — дымообороты — К, представляющие собою кирпичные кожухи (оболочки) различного в каждом этаже сечения со стенками различной толщины, внутри которых (т. е. калориферов) заключается центральный жаровой канал. Соответственно с падением температуры по мере удаления от топливника внутренняя тепловоспринимающая поверхность дымооборотов увеличивается, а толщина их стенок уменьшается. Дымообороты каждого этажа соединяются с жаровым каналом внизу окнами а для впуска газов в калорифер, вверху — окнами б для выхода газов из калорифера обратно в жаровой канал. В последнем, несколько выше окна а, помещены вращающиеся на горизонтальных осях шибера Ш. Продукты горения, подымающиеся из топливника по жаровому каналу, встречают сопротивление в неполовностью открытом шибере, и часть их вследствие этого постукает в дымообороты. Управле-

ние шиберами производится истопником при помощи пары тяг, идущих от каждого шибера в нижний этаж. Изменяя величину открытия шибера, можно регулировать нагрев калориферов различных этажей или даже выключить их совершенно (открывая шибера полностью).

Печь располагается в углу помещения (см. фиг. справа — вид сбоку и план четырех печей, расположенных у перекрестка стен)



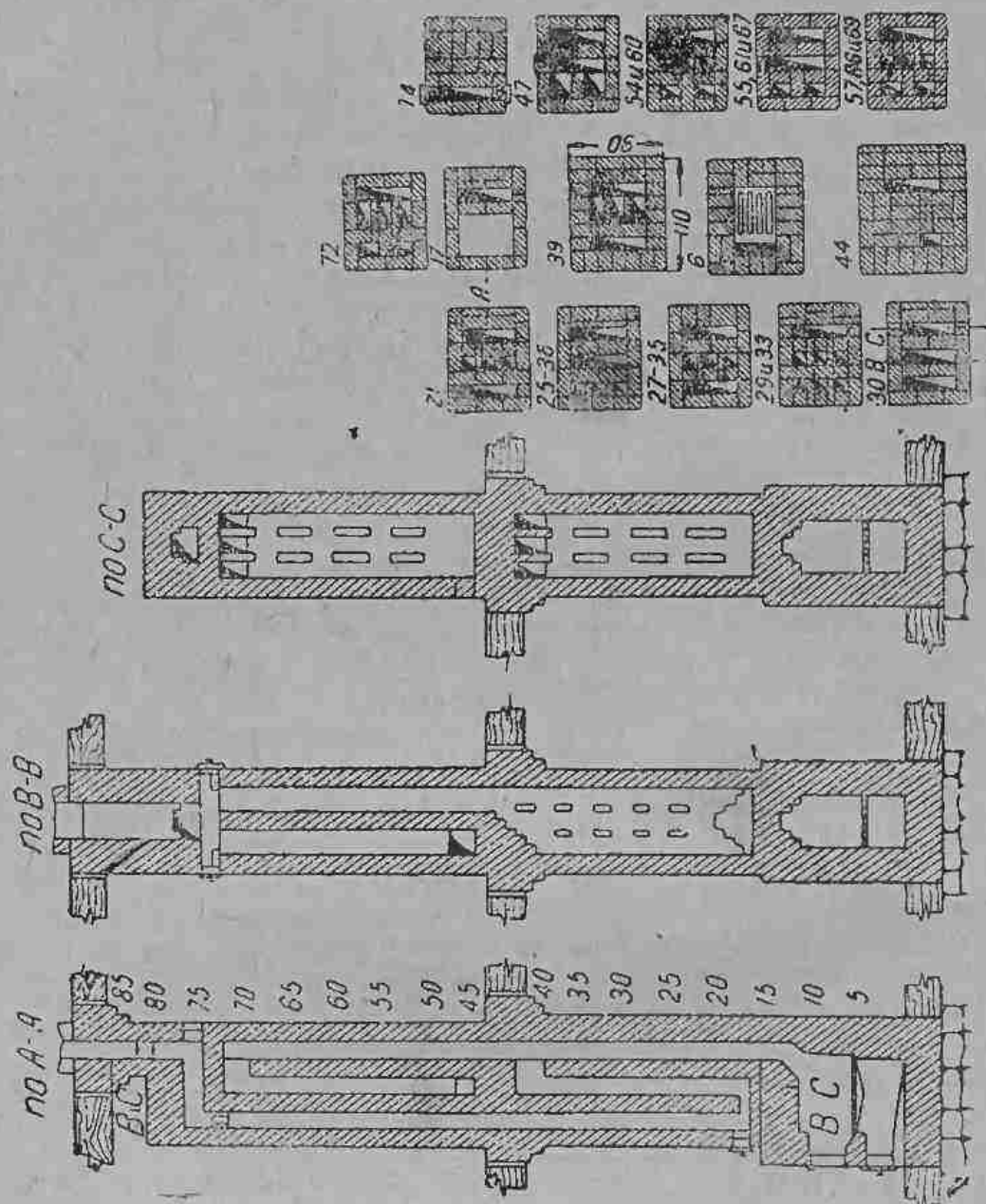
Фиг. 79.

с отступкою от стены шириною 20 см, с жалюзийными решетками вверху и внизу и дверцами для очистки отступки от пыли. Таким образом кроме центрального способа регулировки, производимого истопником, каждый жилец имеет возможность менять до некоторой степени теплоотдачу печи в свою комнату путем открывания и закрывания жалюзийных решеток.

ДВУХЭТАЖНАЯ ПЕЧЬ инж. Л. Л. ТРИЧЛЕР.

Печь инж. Тричлер (фиг. 80) двухтрубной канальной системы. Топливник находится в первом этаже. Горячие газы поднимаются

по жаровому распределительному каналу, расположенному вдоль задней стенки печи. Часть их поступает в дымообороты первого этажа, другая часть направляется во второй этаж. В опускных каналах обоих этажей и в последнем подъемном канале первого этажа устроена насадка из кирпичей, поставленных на ребро. Последние подъемные каналы дымооборотов обоих этажей соединяются в верхней части печи в общую насадную трубу. В этом



Фиг. 80.

месте устанавливаются кирпичные шиберы для регулирования количества газов, поступающих в дымообороты различных этажей, при помощи изменения силы тяги в этих дымооборотах.

Регулировочные кирпичи лежат на небольших выступах стенок каналов и могут быть передвигаемы от руки через специальные отверстия в стенках печи, которые плотно замазываются после окончательной отрегулировки печи при пробных топках. Для регулирования тяги дымовой трубы и закрывания последней

после натопки в ней установлены две задвижки непосредственно одна над другой.

Недостатком печи является неравномерный нагрев различных ее стенок, вследствие чего печь дает трещины.

ТРЕХЭТАЖНАЯ ПЕЧЬ проф. ГРУМ-ГРЖИМАЙЛО И инж. ПОДГОРОДНИКА.

В основу конструирования этой печи (фиг. 81) положен принцип свободного движения газов.

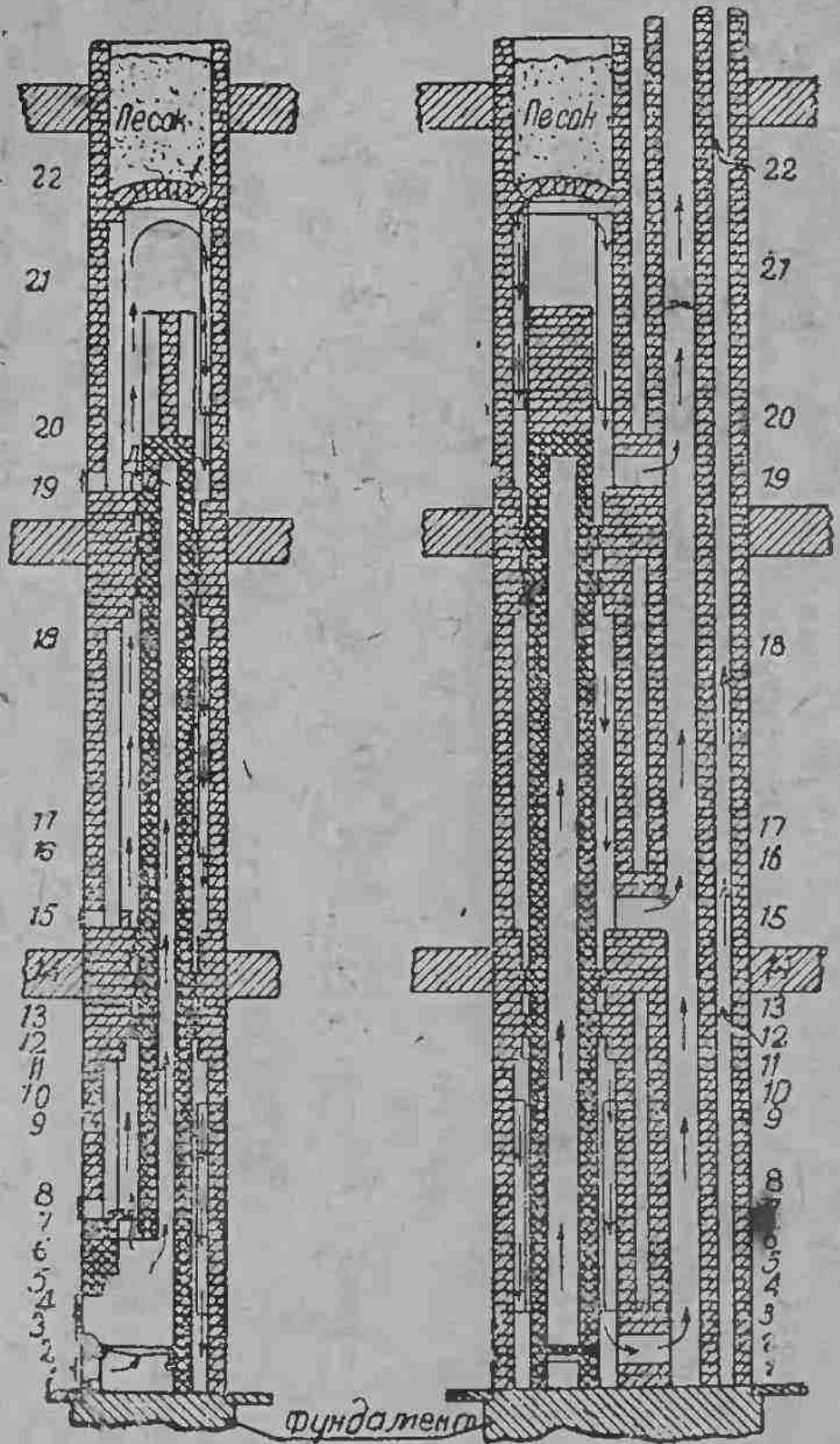
Топливник расположен в первом этаже. В своде его имеется 2 хайла: одно, ведущее в дымообороты первого этажа, второе — в жаровой канал, которым газы направляются в дымообороты верхних этажей. Дымообороты, представляющие сплошную камеру с внутренними выступами — контрфорсами, окружают жаровой канал со всех сторон. Горячие газы из этого канала входят в них через отверстия внизу, поднимаются в середине камеры и, отдавая тепло наружным стенкам и контрфорсам, опускаются снова до низа дымооборотов каждого этажа и уходят здесь в общую дымовую трубу (коренную, расположенную рядом с печью, как в данной конструкции, или же внутри печи в ее углу, как это имеет место в двухэтажной конструкции того же автора). Количество газов, поступающих в дымообороты каждого этажа, регулируется кирпичными шиберами, устанавливаемыми против отверстий в стенках жарового канала, а для нижнего этажа укладываемых над отверстием в своде топливника. Для закрывания дымовой трубы после натопки в ней на уровне верхнего этажа установлена вьюшка.

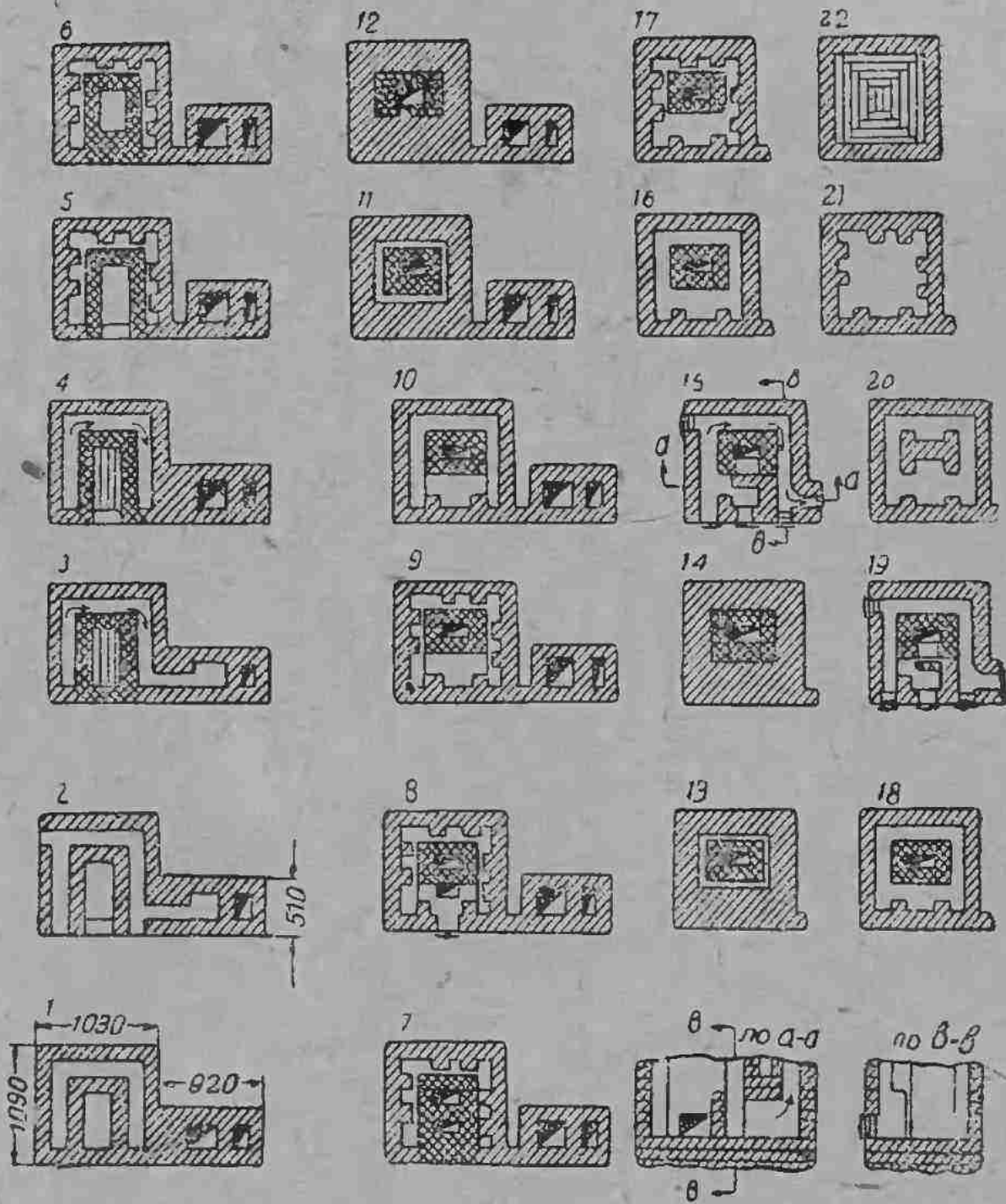
Стенки топливника и жаровой канал сложены из огнеупорного кирпича. Для свободного удлинения жарового канала при нагревании, что очень важно принимая во внимание его значительную длину, кладка стенок канала не связана с остальной кладкой печи. Во избежание проникновения газов из дымооборотов одного этажа в дымообороты вышележащего, стенки жарового канала и окружающая его кладка имеют выступы, приходящиеся друг против друга и соприкасающиеся между собою.

Основной и весьма существенный недостаток этой печи — перегрев верха и значительно более холодный низ дымооборотов на каждом этаже.

ЧЕТЫРЕХЭТАЖНАЯ ПЕЧЬ инж. В. П. ПРОТОПОПОВА.

Подобно предыдущей эта печь (фиг. 82) является печью двухтрубной системы, бесканальной, но имеет то основное отличие, что кроме принципа свободного движения газов в ней применен также принцип нижнего обогрева. Топливник расположен в подвале здания и сделан выносным (выдвинут из под печи), что позволяет расположить его любым образом и представляет большое удобство на случай его ремонта. Для уменьшения потери тепла стенки и свод топливника сделаны двойными, вследствие чего внутренняя футеровка может свободно расширяться.





Фиг. 81.

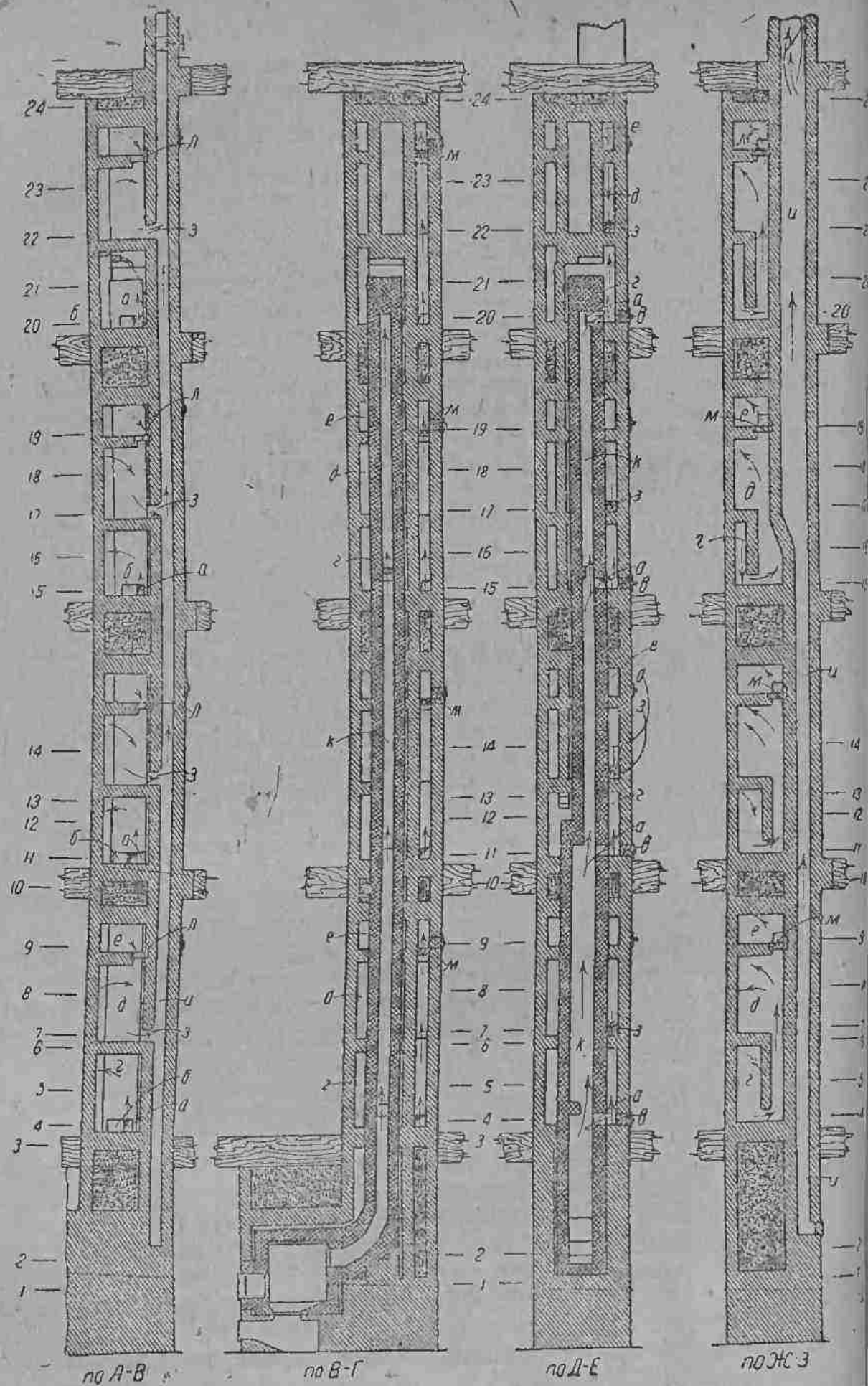
Во избежание перегрева пола первого этажа над сводом сделана засыпка из малотеплопроводных материалов (зола, шлак и т. п.). Жаровой канал K из огнеупорного кирпича расположен почти в центре печи. В нижней части он имеет сечение $1 \times \frac{1}{2}$ кирпича, в верхней, где количество газов меньше, — вдвое меньшее сечение. Газы из жарового канала поступают в дымообороты каждого этажа через отверстия a (см. разрезы по 4—4, 11—11, 15—15 и 20—20), величина открытия которых регулируется при пробных топках шиберами b из огнеупорного кирпича, передвигаемыми через имеющиеся здесь в стенках печи специальные отверстия (чистки) c . Стенки жарового канала снаружи совершенно гладки, и он имеет возможность удлиняться вверх при нагревании. Дымовая труба u , расположенная в углу печи, в противоположность жаровому каналу уширяется кверху, начиная с третьего этажа; она продолжается также вниз в подвал для удобства ее очистки и подогрева в случае надобности перед растопкой печи. Для регулирования тяги и закрывания дымовой трубы вверху последней установлен поворотный шибер, тяги от которого идут в подвал (на чертеже не указано).

Дымообороты представляют собой камеру, окружающую жаровой канал и разделенную в каждом этаже по высоте на 3 части: z , d , e . Газы поступают сначала в нижнюю полость z , омывают все 4 стенки печи, опускаются книзу и по каналу $ж$ поднимаются во вторую часть d дымооборотов, где текут в обратном направлении и выходят через отверстие z в дымовую трубу u . Самая верхняя полость e служит запасной, добавлением к средней части d и отделена от последней двумя отверстиями $л$, $м$, плотно закрываемыми кирпичами через специальные отверстия в стенках печи. В случае необходимости увеличить размеры как теплоотдающей, так и тепловоспринимающей поверхности печи, например в период больших морозов, эти кирпичи вынимаются из своих гнезд, и тогда горячие газы одновременно с полостью d омывают и полость e . Вместо кирпичей в отверстия $л$ и $м$, а также и против отверстий a в добавление к имеющимся там раз навсегда установленным и примазанным глиною кирпичным шиберам могут быть установлены плотные задвижки, и тогда регулировку нагрева и суточной теплоотдачи печи смогут производить сами жильцы.

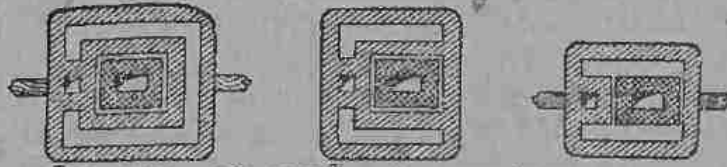
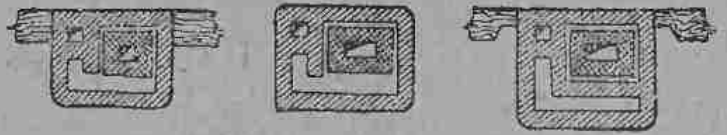
СБОРНЫЕ ПЕЧИ И ДЫМОХОДЫ.

Сборными называются конструкции, отдельные элементы (части) которых изготавливаются заранее и в стороне от места их окончательного устройства, доставляются на это последнее в законченном виде и требуют здесь не обработки, а лишь монтажа (соединения между собою). Такой метод возведения сооружений дает возможность перейти на индустриализацию строительства и воспользоваться всеми преимуществами последней.

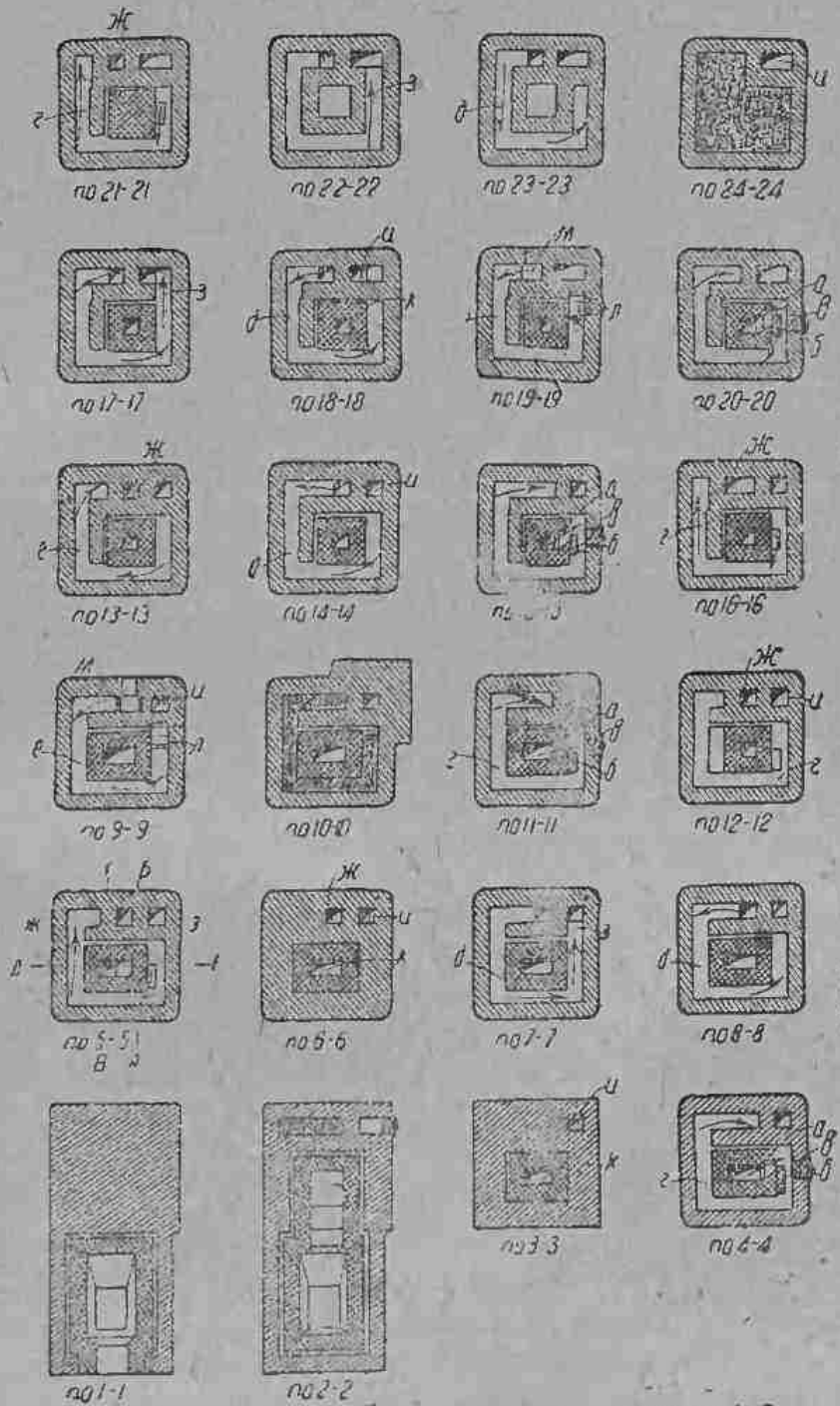
Перед обычными кирпичными печами сборные печи имеют следующие преимущества:



Фиг. 2. Четырехэтажная печь двухтрубной бесканальной системы



Варианты размеров и конструкции печи



Конструкция инж. В. П. Протопопова серии К-3.

1. Рациональная конструкция с высоким к. п. д. как результат научных исследований и тщательной конструкторской проработки. Кроме того конструкция сборных печей из специально подобранного материала может быть лучше кирпичных уже в силу того, что не стеснена размерами кирпича (например более постепенное изменение толщины стенок).

2. Независимость конструкции печи от знаний, умений и опытности печника, так как он ее не создает, как это обычно бывает в других системах печей, а получает готовую; в силу того же печник не может ее изменить по своему желанию или непониманию, что случается при кладке кирпичных печей по чертежу.

3. Более легкая типизация и стандартизация.

4. Возможность массового заводского, а следовательно и более дешевого изготовления.

5. Возможность изготовления печей круглый год независимо от сезона.

6. Возможность обойтись печниками более низкой квалификации (печник-сборщик, кладчик, а не печник-конструктор, универсал).

7. Меньшая потребность в технадзоре (см. ниже „Сдача-приемка печных работ“, п. 1).

8. Ускорение и удешевление кладки (сборки) печей на стройке.

9. Меньший вес — как результат более рациональной конструкции и применения новых, более легких материалов, а вследствие этого возможность устройства менее солидного основания, а иногда и допустимость установки печи непосредственно на половых балках.

10. Снижение стоимости строительства — как результат вышеперечисленного.

Сборные дымоходы по сравнению с кирпичными каналами в стенах здания и коренными трубами имеют еще то преимущество, что им легко может быть придана более соответствующая форма поперечного сечения, т. е. круглая или квадратная с закругленными углами, стенки при соответствующем материале могут быть сделаны более тонкими и вместе с тем менее теплопроводными, а внутренняя поверхность их более гладкой. В результате сборные дымовые и вентиляционные каналы занимают значительно меньшее место, чем кирпичные, и их размещение в здании не встречает таких затруднений, как это бывает при кирпичных каналах, в особенности в многоэтажных зданиях.

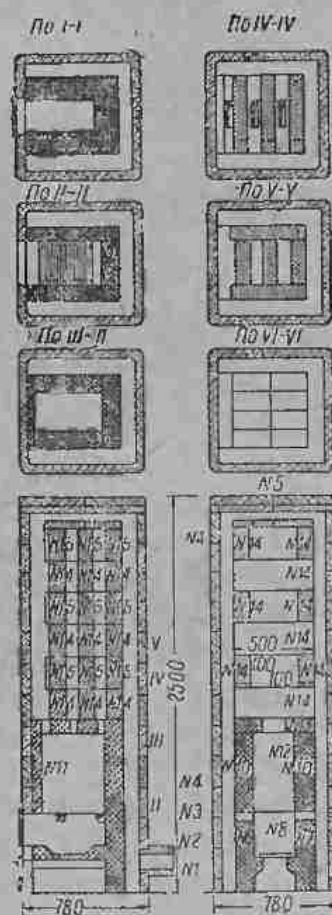
Сборные печи и дымоходы производят таким образом коренную рационализацию печного дела, и им бесспорно принадлежит будущее

К отдельным элементам сборных печей и дымоходов предъявляются требования прочности, транспортабельности (прочности и удобства при перевозке), возможной простоты и дешевизны изготовления из недефицитных, всюду распространенных (местных) материалов, простоты и удобства сборки, в частности же-

лательно, чтобы вес их был не более 50 кг, и пр. В отношении конструкции (элементировки) печи желательно иметь возможно меньшее как общее число элементов в печи, так и число отдельных разновидностей, а также возможность составлять из одних и тех же элементов печи различной величины. Однако в этом требовании не нужно заходить слишком далеко и стремиться получить малое число разновидностей элементов за счет упрощения конструкции печи и в ущерб ее теплотехническим и прочим качествам, как это имеется в большинстве предложенных до настоящего времени типов.

Наилучшим материалом для изготовления элементов сборных печей нужно признать керамику (обожженная глина) как вполне удовлетворяющую требованиям прочности, огнестойкости и транспортабельности. Однако ввиду ее дороговизны стремятся изготавливать элементы безобжиговым способом из шлакобетона, глинотрепельных бетонов, обыкновенной глины, отощенной песком или кирпичным порошком, и т. п. Но вполне удовлетворительной дешевой безобжиговой рецептуры для элементов, подверженных действию высокой температуры, до настоящего времени не найдено.

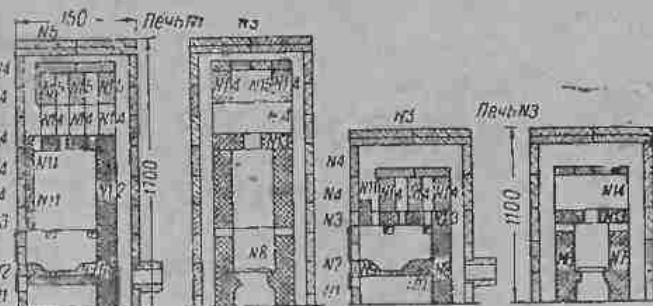
Начало развития сборных печей было положено Иннорсом, который в 1930 г. объявил конкурс проектов на эти печи. Конкурс собрал богатый материал — было представлено 53 проекта; 6 из них было премировано и 6 приобретено. Эти отобранные проекты затем прорабатывались в печной лаборатории б. Гипросельхоза и результаты опубликованы в книге: Иннорс, Комнатные печи сборных конструкций большой и средней теплоемкости.



курс собрал богатый материал — было представлено 53 проекта; 6 из них было премировано и 6 приобретено. Эти отобранные проекты затем прорабатывались в печной лаборатории б. Гипросельхоза и результаты опубликованы в книге: Иннорс, Комнатные печи сборных конструкций большой и средней теплоемкости.

СБОРНАЯ ПЕЧЬ „ГАЗОВАЯ ВЬЮШКА“ инж. Н. С. ПОДГОРОДНИКА.

Печь, представленная на конкурс Иннорса под девизом „Газовая вьюшка“ (фиг. 83), относится к системе бесканальных печей и отличается от выше-



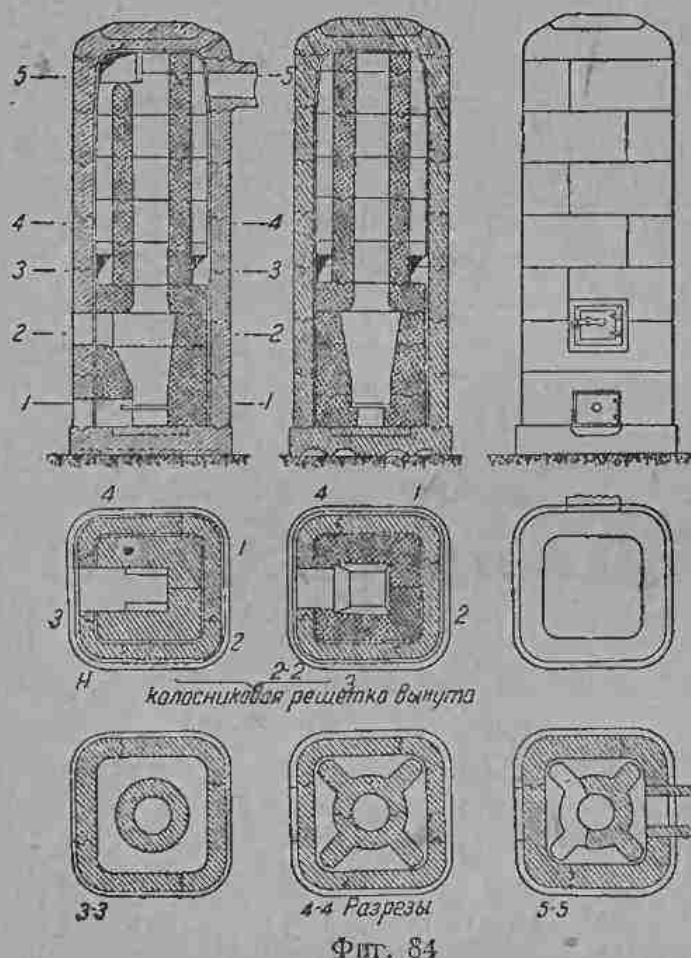
Фиг. 83.

описанной печи Грум-Гржимайло (фиг. 72) лишь тем, что для увеличения внутренней тепловоспринимающей поверхности и

массы она вместо ребер („контрфорсов“) имеет насадку, не достигающую до верха печи с внутренней своей перекрышей. Элементировка печи довольно простая. Наружные элементы имеют вид квадратных колец сплошных и с вырезами для дверей и пр., внутренние — вид плит с выступами и вырезами и больших кирпичей. Изготовление таких элементов набивкою в деревянных разборных формах несложно. Однако произведенные в лаборатории б. Гипросельхоза опыты показали, что элементы в виде цельных колец дают вертикальные трещины, почему их лучше делать из четырех Г-образных частей, чтобы иметь температурные швы. Число разновидностей элементов 15 — невелико, причем из одних и тех же разновидностей возможно собирать печи различных размеров. На чертежах представлены печи трех размеров с теплоотдачею 2000, 1500 и 1000 кал/час.

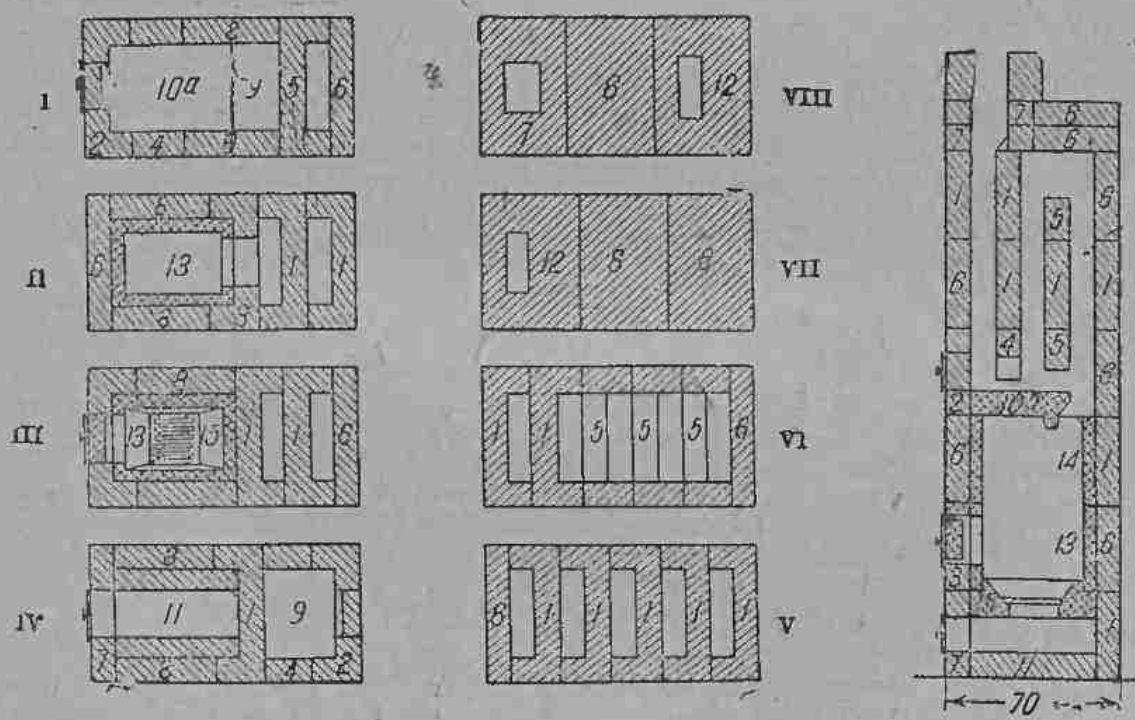
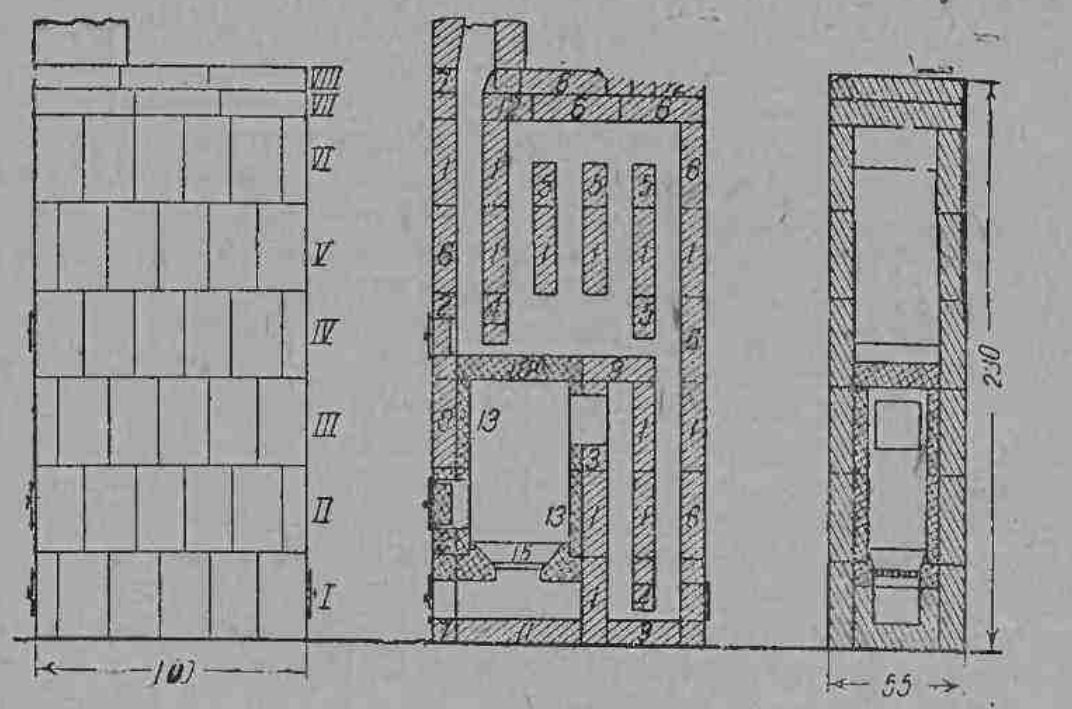
СБОРНАЯ ПЕЧЬ „ЛЯКМЕ“ КОНСТРУКЦИИ Ю. Н. ОВСЯННИКОВА.

Печь квадратная в плане с закругленными углами (фиг. 84). Топливник по своей конструкции напоминает топливник Тепло-



технического института. Из топливника газы поднимаются центральным каналом круглого сечения прямо вверх до перекрыши, опускаются по трем параллельным каналам до свода и еще раз одним каналом поднимаются вверх, где и уходят через патрубок в дымовую трубу. Чтобы уменьшить перегрев верхней части печи, стенки ее в этом месте утолщены. Элементировка проста и оригинальна. Наружные элементы Г-образной формы. Внутренние элементы, образующие разгородки между дымооборотами, крестообразной формы с цилиндрическим каналом в середине, составлены из двух половин. Общее число элементов в печи 52 шт. при 15 разновид-

ностях. Получение из тех же разновидностей элементов печей других размеров возможно в очень ограниченных пределах путем лишь уменьшения высоты печи.



Фиг. 85. Сборная одноэтажная печь иж. В. П. Протопопова серии Б-16.

СБОРНАЯ ПЕЧЬ КОНСТРУКЦИИ инж. В. П. ПРОТОПОПОВА.

Цель автора при разработке этой печи (фиг. 85) заключалась на основе соединения принципа Грум-Гржимайло свободного течения газов с принципом Браббе нижнего обогрева создать конструкцию с высоким к. п. д. и хорошим тепловым профилем. Поэтому первые дымообороты (в основном типе), расположенные сзади топливника, опускаются до самого основания печи, верхняя же часть дымооборотов представляет общую камеру (колпак) с насадкою в виде параллельных каналов, так как из подъемного канала на уровне свода топливника имеется непосредственное сообщение в эту камеру („автоматическая газовая вьюшка“). Топливник имеет внутреннюю футеровку из огнеупорных элементов. Элементы печи очень просты в своих очертаниях. Число разновидностей их равно 15. Для основного типа всего требуется 49 элементов. При замене двух верхних футеровочных элементов топливника другими разновидностями хайло можно устроить в своде и получить печь укороченного типа (фигура в нижнем правом углу), наоборот, делая вместо одного один за другим два нижних параллельных опускных канала, можно получить печь еще большего размера в плане. Кроме того можно изменять высоту печи уменьшением и увеличением числа рядов элементов верхней части.

Из рассмотрения приведенных конструкций видно, что рациональной, отвечающей всем требованиям конструкции сборной печи еще не имеется и вопрос требует серьезной проработки, в особенности в части подбора соответствующей рецептуры для изготовления элементов.

ЛИТЕРАТУРА.

- 1) Инж. А. П. Трухачев, Новейшие типы местных печей отопления.
- 2) Иннорс, Комнатные печи сборных конструкций большой и средней теплоотдачи, изд. II, 1933.
- 3) Журнал „Строитель“ за 1932 г. № 6 и 14; за 1933 г. № 3 и 19.

ВОПРОСЫ.

Какие преимущества дают многоэтажные печи по сравнению с одноэтажными?

Каких систем бывают многоэтажные печи?

Как производится регулировка нагрева дымооборотов различных этажей в печи инж. Ковалевского?

Какое сходство и различие в устройстве дымооборотов многоэтажных печей инж. Подгородника и инж. Протопопова?

Каким требованиям должны удовлетворять элементы сборных печей?

Какие преимущества дают сборные дымоходы?

11. ПЕЧИ ВРЕМЕННОГО ХАРАКТЕРА И МАЛОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ.

Печи, не накапливающие во время топки большого запаса тепла и потому быстро остывающие после окончания топки, называются печами *малой теплоемкости*. Эти печи не могут аккумулировать достаточное количество тепла вследствие своей малой массы или малотеплоемкого материала. Эти печи либо металлические (чугунные, железные), либо изразцовые или кирпичные, но с очень тонкими стенками. Вследствие большой теплопроводности стенок, наружная теплоотдающая поверхность их нагревается во время топки очень сильно, и печи эти отличаются высокой теплоотдачей. В то время как теплоотдача печей большой теплоемкости равна приблизительно 300 кал/час с 1 м^2 , теплоотдача металлических печей при продолжительной топке достигает $2000\text{—}2500 \text{ кал/час}$, т. е. в $7\text{—}8$ раз больше, чем у печей большой теплоемкости. Вот почему печи малой теплоемкости по своим размерам гораздо меньше печей большой теплоемкости. В этом заключается их основное преимущество.

Печи малой теплоемкости, развивая быстро большое количество тепла и так же быстро остывая по окончании топки, не могут создать равномерную температуру в отапливаемом помещении. Поэтому они непригодны для отопления жилищ в нашем климате. Они применяются для отопления помещений, предназначенных для временного пребывания, как например магазинов, складов; они очень удобны для установки их в вестибюлях (прихожих), где врывающийся через входные двери воздух быстро нагревается такими печами. Иногда печи малой теплоемкости ставят в конторах и даже жилых помещениях как печи временного характера. Отсюда и название таких печей — «временки». Печи временного характера применяются еще на стройках для просушки вновь выстроенных или отремонтированных зданий и в тепляках при зимних работах.

Преимущества печей малой теплоемкости заключаются в следующем:

а) они значительно меньше по своим размерам печей большой и средней теплоемкости;

б) металлические печи вследствие их незначительного веса и обычной простоты устройства очень дешевы;

в) по той же причине установка печей не требует специального основания (за исключением мер пожарной безопасности), они могут быть установлены прямо на чистом полу;

г) установка проста и требует незначительного времени;

д) печи быстро развивают тепло и также быстро перестают его выделять по окончании топки, следовательно весьма удобны в помещениях, требующих временного (непродолжительного) отопления.

К недостаткам печей относятся:

а) слишком высокая температура наружной поверхности печи: вследствие тонких и малотеплоемких стенок они сильно нагреваются, у чугунных и железных печей иногда даже нака-

ливаются докрасна; хотя от этого и увеличивается теплоотдача печи (преимущество), но вместе с тем при температуре выше 70—75° начинается пригорание пыли, которая всегда имеется в воздухе, и получают порча воздуха и неприятный запах;

б) вследствие той же причины (высокой температуры стенок) слишком сильное выделение лучистой теплоты, неприятно действующей на самочувствие; чтобы уменьшить это явление, печи защищают кожухами (см. дальше фиг. 89);

в) неравномерность температуры в различных частях помещения;

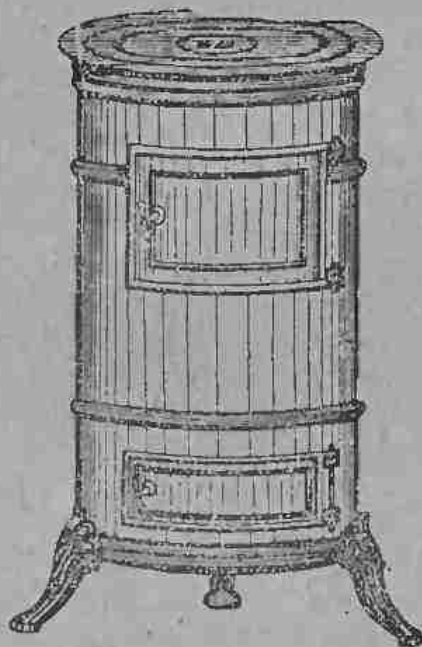
г) быстрое нагревание и охлаждение печи, вследствие чего температура в помещении очень резко колеблется; таким образом отопление печами малой теплоемкости негигиенично, почему эти печи и не рекомендуются ставить в жилых помещениях;

д) малый коэффициент полезного действия печи: стенки топливника слишком быстро проводят теплоту наружу и этим охлаждают топливник; пламя соприкасается со стенками, имеющими температуру ниже той, которая нужна для полного горения; дымообороты по большей части развиты недостаточно, и газы уносят в трубу большое количество тепла;

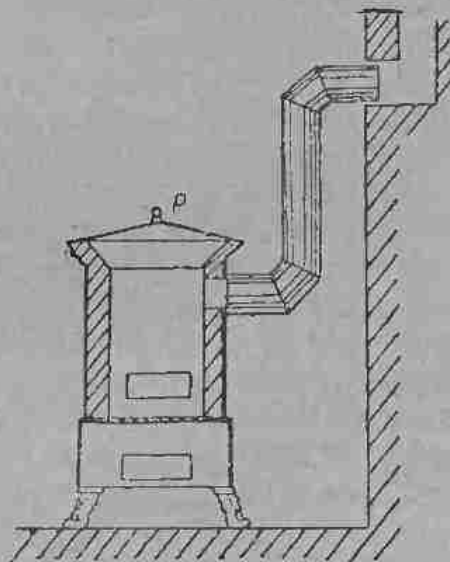
е) большая опасность в пожарном отношении, так как газы уходят в дымоход с очень высокой температурой.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПЕЧИ МАЛОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ.

Наиболее простой печью этого типа является прямоугольная печь-ящик из листового, часто кровельного железа на железных



Фиг. 86.

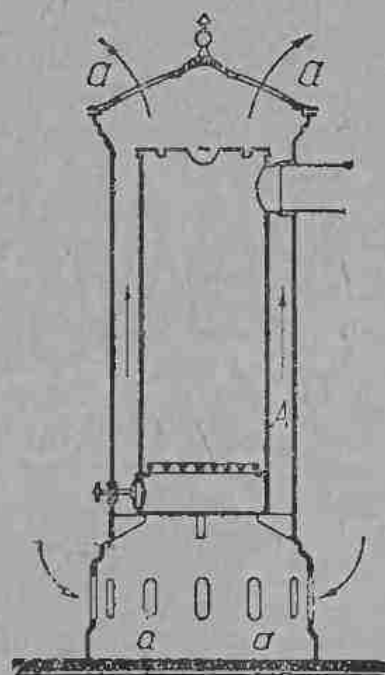


Фиг. 87.

ножках; иногда она снабжается колосниковой решеткой и поддувалом. Иногда этим печам придают цилиндрическую форму. На фиг. 86 изображена подобного же рода примитивная печь но заводского изготовления, отлитая из чугуна. Она состоит из

цилиндра с двумя дверцами — верхней топочной и нижней поддувальной; внутри, несколько выше поддувальной дверцы, имеется горизонтальная круглая во всю величину печи колосниковая решетка; сверху топливник закрыт чугуной крышкой с конфорками, позволяющими удобно использовать эту печь для приготовления горячей воды и пищи, а иногда еще и второй крышкой в виде колпака. В верхней части цилиндрической стенки, противоположной дверцам, имеется отлитый за одно целое с печью патрубок для присоединения печи к дымоходу с помощью круглых железных труб; внизу печь снабжена тремя ножками.

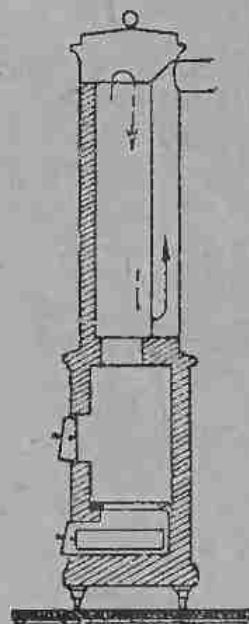
Таким образом эта печь дымооборотов совершенно не имеет, и газы уходят в трубу с очень высокой температурой, — настолько высокой, что железные трубы часто накаляются докрасна. Такая печь обладает всеми вышеперечисленными недостатками. Чтобы увеличить поверхность нагрева и лучше использовать теплоту газов, печь иногда отставляют от дымохода в стене здания и присоединяют к нему печь железной трубой большой длины. Газы охлаждаются этим довольно сильно, и при железных трубах слишком большой длины тяга ослабевает, и температура понижается настолько, что внутри труб осаждаются и вытекают через щели жидкая смолистая сажа — результат неполного горения в топливнике с теплопроводными тонкими стенками. Для уменьшения этой теплопроводности металлические печи выкладывают внутри (футеруют) кирпичом, например как это показано на фиг. 87. Этим достигается увеличение теплоемкости и уменьшение температуры наружной поверхности стенок и кроме того стенки печи предохраняются от быстрого прогорания.



Фиг. 88.

Для уменьшения неприятного и вредного для здоровья выделения тепловых лучей сильно нагретыми стенками металлических печей последние устраиваются с двойными стенками (с кожухом). Между внутренними (основными) стенками печи и кожухом образуется воздушная прослойка А — фиг. 88 со-общающаяся с комнатным воздухом с помощью отверстий внизу и вверху; в нижние отверстия воздух входит внутрь кожуха, нагревается возле стенок печи и через верхние отверстия поступает в комнату; направление движения воздуха указано на фигуре стрелками. Однако устройство кожуха не устраняет пригорания пыли и порчи воздуха, даже происходит обратное: внутри кожуха накапливается пыли больше, чем на открытой поверхности печи; для удаления оттуда пыли в стенках кожуха нужно устраивать дверцы; хотя нужно отметить, что это не достигает цели, так как те поверхности, которые не видны (не бросаются нам в глаза), обычно не очищаются.

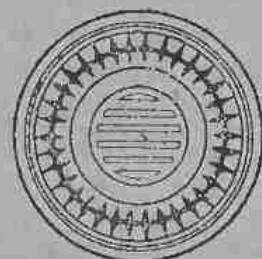
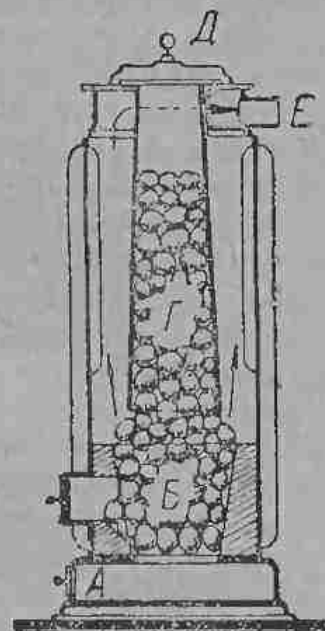
Некоторым усовершенствованием металлических печей является устройство ребристой поверхности. От этого сильно увеличивается теплоотдающая поверхность печи и понижается температура этой поверхности (главным образом температура ребер; температура же поверхности между ребрами понижается мало). Но вместе с тем ребра затрудняют очистку поверхности от пыли. Ребра могут быть отлиты как на наружной теплоотдающей, так и на внутренней теплопоглощающей поверхностях печи, что дает возможность значительно увеличить аккумуляцию теплоты газов последней поверхностью. Подобная печь изображена на фиг. 89а.



Фиг. 89.

Иногда железные печи устраивают и с дымооборотами; выкладывают топливник и первый дымооборот кирпичом; такие печи (фиг. 89а) напоминают по устройству утермарковские, но отличаются от них значительно меньшей теплоемкостью.

Для улучшения процесса горения, постепенности сгорания топлива (сжигая его слоем постоянной толщины) и упрощения ухода за печью многие конструкции улучшенных металлических печей имеют приспособление, носящее название *наполнительного конуса*. Такой наполнительный конус имеет печь, изображенная на фиг. 89в. Он служит для помещения в печь сразу большого количества топлива; в нем топливо не горит. Горение происходит внизу, и по мере сгорания нижнего слоя запас топлива из конуса опускается вниз в топливник. Применение наполнительного конуса особенно удобно при антраците и коксе. Эти сорта топлива вообще сгорают медленно, при наполнительном же конусе горение еще более замедляется, так как горит не все топливо сразу, а только часть его. Горение в печи продолжается очень долго, не требуя ухода, и в помещении устанавливается довольно ровная температура.

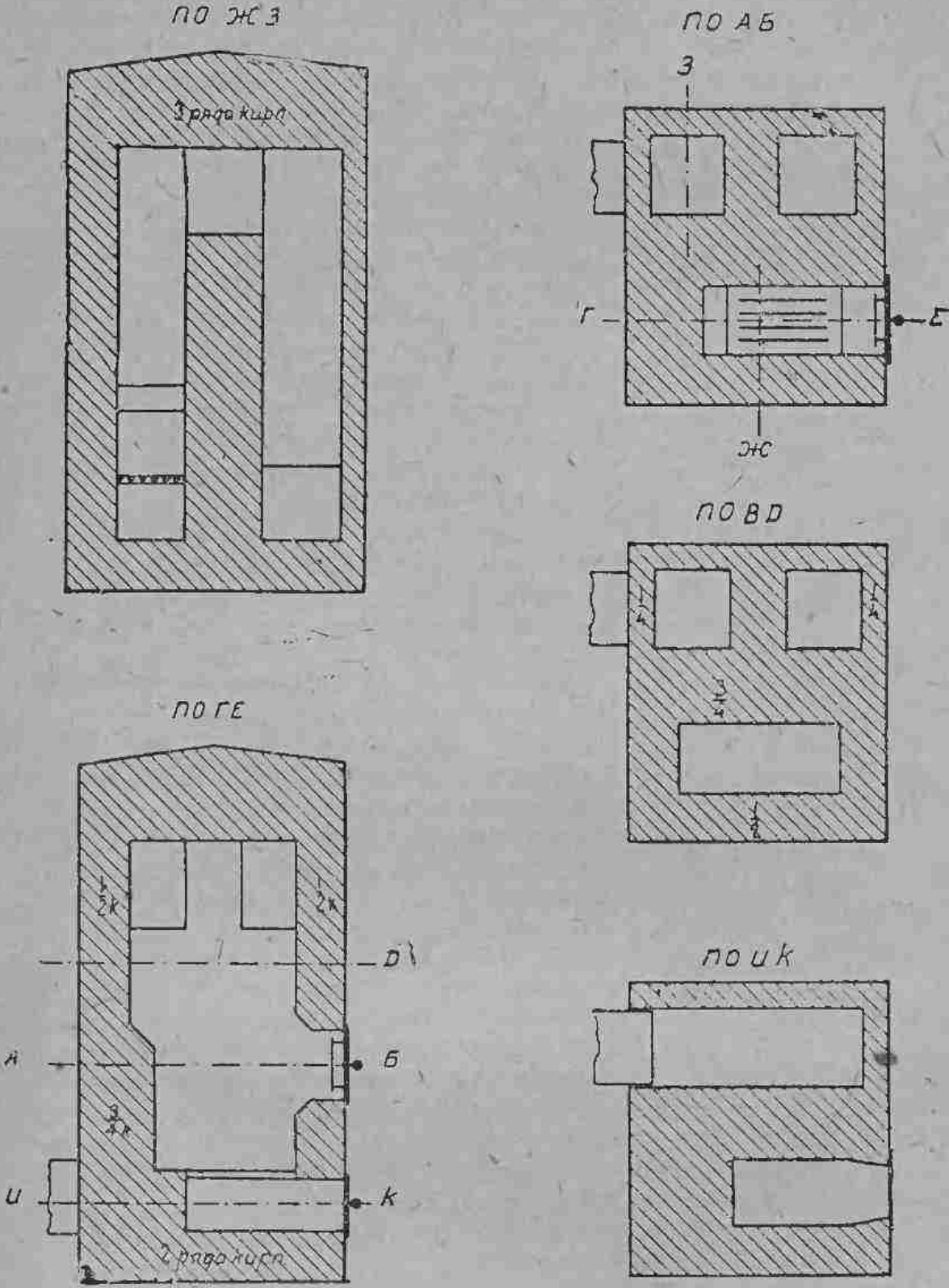


Фиг. 89а.

ПЕЧИ ВРЕМЕННОГО ХАРАКТЕРА.

В качестве временнок применяются вышеупомянутые железные и чугунные печи, иногда же их (временки) складывают и из кирпича, но делают небольших размеров с тонкими, в $\frac{1}{4}$ кирпича, стенками. В качестве такой печи может быть рекомендо-

вана печь Мосстроа (Фиг. 90) очень простой конструкции: из топливника газы опускаются двумя параллельными каналами и внизу поступают в железный патрубок. Возможен и иной ва-

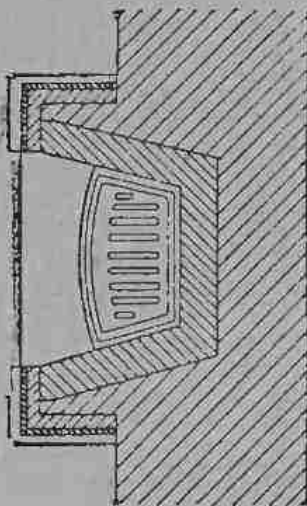
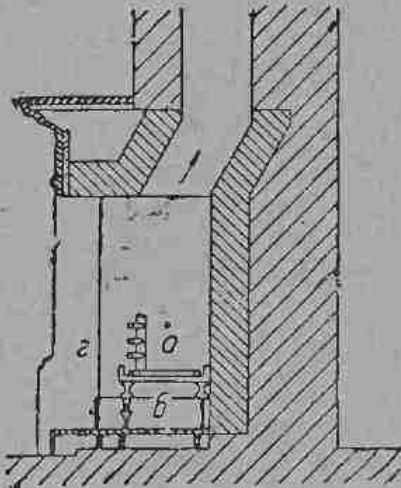


Фиг. 90.

риант — с тремя каналами, из которых два опускающих, а третий подъемный; тогда патрубок и задвижка будут находиться вверху печи.

КАМИНЫ.

Камин представляет собой очаг (топливник), огражденный стенками только с боков и сзади, спереди же совершенно открытый. Это очень старинный и примитивный нагревательный прибор. Горение происходит при огромном избытке воздуха, и коэффициент полезного действия каминов обычно составляет всего 10—15%. Нагревание помещения происходит главным образом



Фиг. 91.

лучистой теплотой горящего топлива. Внутренняя тепловоспринимающая поверхность мала, стенки аккумулируют очень мало теплоты, и после окончания топки теплоотдача продолжается недолго — камин быстро остывает. Поэтому камин причисляют к приборам малой теплоемкости. Теплоотдающей поверхностью служат те же внутренние стенки камина, и для увеличения теплоотдачи их располагают под тупым углом друг к другу (фиг. 91 — план).

Вследствие свойства теплопроводности воздух почти не нагревается от лучистой теплоты, выделяемой камином; эта теплота нагревает предметы, расположенные против камина, и притом только с одной стороны, обращенной к камину. Погреться против топящегося камина приятно, но вредно именно благодаря одностороннему нагреванию нашего тела. Равномерную температуру в помещении камины, как и все приборы малой теплоемкости, дать не могут. Словом камины в гигиеническом отношении неудовлетворительны. Топка камина, как уже говорилось выше, происходит с большим избытком воздуха, поэтому из помещения извлекается большое количество воздуха, и камин может быть с успехом применен

в качестве вентиляционного прибора, особенно в таких местах, как например общественные уборные.

Для уменьшения потери тепла в трубу камины иногда снабжают такими же дымооборотами, как в обыкновенных печах, и получают так называемые *камино-печи*, являющиеся уже приборами большой теплоемкости.

ВОПРОСЫ

- Почему металлические печи являются печами малой теплоемкости?
- Какие главные недостатки печей малой теплоемкости?
- Где можно применять печи малой теплоемкости?
- Какую пользу дает дополнительный конус?

ГЛАВА IV.

Печь для правильной работы и для удобства обслуживания должна быть снабжена дверцами, колосниковой решеткой и прочими металлическими деталями, которые известны под общим названием *печных приборов*, или *гарнитуры печей*. В главе IV мы ознакомимся с различными типами печных приборов и их преимуществами и недостатками, чтобы уметь выбирать и ставить лишь наиболее отвечающие своему назначению, а затем перейдем к определению размеров или, как говорят, расчету печей. До сих пор мы изучали лишь конструкции печей, не останавливаясь на вопросах длины, ширины и высоты печей, наилучших размеров для топливника, определения размеров устройства дымооборотов и т. д. Основная цель настоящей главы заключается в том, чтобы выяснить, от чего зависят те или иные размеры печи и ее отдельных частей и как их определить.

При правильной постановке дела не только печник-бригадир, но и прораб не должен заниматься какими-либо расчетами печей. Им должны быть даны готовые проекты всей системы отопления и рабочие чертежи всех печей. Но поскольку этого у нас на строительстве еще не имеется и поскольку все дело поручается печникам, весьма полезно уметь произвести расчет основных частей печи.

ПЕЧНЫЕ ПРИБОРЫ.

ЗНАЧЕНИЕ ГАРНИТУРЫ.

Правильно подобранные и вполне отвечающие своему назначению печные приборы способствуют увеличению коэффициента полезного действия всей печи. Так например, если задвижка или вьюшка в трубе, а также дверцы топливника плотно не закрываются, то через печь проходит ток воздуха после натопки, и она теряет бесполезно в трубу большое количество тепла. Если печь не имеет приспособлений для регулирования количества поступающего в топливник воздуха, то обычно воздух притекает с большим избытком, что влияет отрицательно на процесс горения и т. д.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕЧНЫХ ПРИБОРОВ.

Гарнитуру отопительных печей можно разделить по ее назначению на такие группы: приборы, *обслуживающие топлив-*

ник, приборы для отделения печи от дымохода после натопки (для закрывания трубы) и для регулирования силы тяги, дверцы для очистки дымооборотов и дымоходов и наконец приборы для увеличения теплоотдачи (или теплоотдающей поверхности).

ГАРНИТУРА ТОПЛИВНИКА.

Гарнитуру топливника составляют топочные и поддувальные дверцы, колосниковая решетка и зольниковый ящик.

Топочные дверцы служат для загрузки через них топлива, разжигания его, наблюдения за горением, перемешивания топлива и очистки колосниковой решетки.

Нами уже было отмечено раньше, что воздух к топливу подводится через поддувало-решетку для лучшего перемешивания с горючим, поэтому дверцы должны плотно закрываться, чтобы воздух через них не проникал в топку. Чтобы не впускать много лишнего воздуха, перемешивание топлива и тому подобные операции нужно производить как можно быстрее. Чем больше дверцы, тем больше входит через них воздух, следовательно размеры топочных дверей по возможности должны быть невелики.

Чаще всего топочные дверцы изготавливаются размерами (отверстие рамки) 27×27 см, 27×22 см и 22×22 см, а иногда и еще большими — до 35×30 см, что объясняется удобством закладывания дров в непомерно большие (во всю печь в плане) топливники прежних примитивных голландок; реже встречаются размеры 22×18 и 18×18 см, более соответствующие современным конструкциям печей.

Во избежание пропуска воздуха в печь соединение дверей с кладкою должно быть *плотное и вместе с тем должно обеспечивать возможность расширения дверей при нагревании.*

Поддувальные дверцы служат для подвода воздуха к топливу, для регулирования количества этого воздуха во время топки и полного прекращения притока его после натопки, для удаления золы из поддувала, а также для очистки колосниковой решетки снизу во время горения, что часто бывает необходимо при каменном угле и торфе. Отсюда следует, что поддувальные дверцы могут быть сделаны размером значительно меньшим, чем топочные.

Обычно они изготавливаются той же ширины, что и топочные дверцы, с которыми идут в пару, а высотой 13 см, следовательно бывают размеров: 27×13 , 22×13 и 18×13 см; встречаются и другие размеры.

Чтобы поддувальными дверцами можно было регулировать приток воздуха в поддувало, они должны иметь возможность открываться на любую величину и держаться в любом положении. Для полного прекращения тока воздуха через печь поддувальные дверцы должны закрываться так же плотно, как и топочные.

По своей конструкции топочные и поддувальные дверцы обычно одинаковы. Изготавливаются они из железа или чу-