

302/2318

# КЕРАМИКА И СТЕКЛО

ЖУРНАЛ

ПОСВЯЩЕННЫЙ ВОПРОСАМ  
КЕРАМИЧЕСКОЙ И СТЕКОЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ГОСУДАРСТВ. КЕРАМИЧЕСК.  
ИССЛЕДОВАТ. ИНСТИТУТА

ЯНВАРЬ  
ФЕВРАЛЬ

ЛЕНИНГРАД

1925

№ 1-2

# ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КЕРАМИЧЕСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

доводит до сведения учреждений, заводов, мастерских и частных лиц о том, что он берет на себя разрешение всех вопросов керамического и стекольного производства как научно-исследовательского, так и практического характера, а именно:

Исследования физико-химических и керамических свойств сырых материалов и установление возможности использования их в производстве.

Выработку керамических масс, глазурей и эмалей.

Физико-химические испытания готовых изделий и указания в направлении устранения их недостатков.

Консультацию по всем вопросам производства.

**В соответствии с этим Институт выполняет:**

- 1) всякого рода химические анализы (глины, каолина, полевого шпата, кварца, боксита, песка, готовых масс, глазурей, стекол, эмалей, сурика, сульфата, соды и т. д., и т. д.);
- 2) кристалло-оптические и минералогические исследования;
- 3) механические анализы;
- 4) определения огнеупорности сырых материалов, масс, огнеупорных кирпичей и припаса и т. п.;
- 5) выработку керамических масс и глазурей для производственных целей из доставляемых материалов.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОТДЕЛ ИНСТИТУТА

**изготавливает и принимает заказы на:**

Ювелирную и техническую эмаль на серебро, золото, томпак, железо и чугун.

Высокоогнеупорные тигли и другие изделия из различных огнестойких материалов.

Муфеля и печи для эмальеров.

Специальные карборундовые, наждачные и алундовые точильные изделия.

Электрические печи различных систем и отдельные высокоогнеупорные шамотные части для этих печей.

С запросом и предложениями надлежит обращаться по адресу:

**Ленинград. Просп. села Володарского, 3—2. Госуд. Керамический  
Исследовательский Институт. Тел. 217-83.**

# ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ФАРФОРОВЫЙ ЗАВОД.

Ленинград. Просп. села Володарского, 3.

## Завод изготовляет по заказам:

Всякого рода сервизную посуду как белую, так и художественную (расписанную от руки).

Вазы художественно расписанные.

Скульптурные произведения как бисквитные, так и расписанные.

Утилизационные предметы—чернильницы, лампы и т. п.

Разные хозяйственные предметы.

Фарфоровое оборудование заводов химико-фармацевтических препаратов (сальварсан, сахарин и т. п.).

Котлы для золото-сплавочных лабораторий и для заводов серной кислоты.

Технические фарфоровые приборы для кислотного растворения металлов.

Фарфоровые части машин и приспособления для текстильных, белильных и ситцепечатных фабрик, паточных заводов и т. п.

Мельницы (шаровые) для измельчения и перемешивания солей и других веществ разных размеров.

Ванны для растворения и кристаллизации солей.

Диафрагмы для электролиза из пористого фарфора.

Весь ассортимент химической посуды.

Тигли фарфоровые и шамотные крупных размеров.

Фарфоровые и шамотные трубы для печей Гереуса и других электрических печей, для пирометров Ле-Шателье, коленчатые для термопар.

Изоляторы разного рода высокого и низкого напряжения (для радиостанций, телеграфные, телефонные и мелкие монтажные).

Свечи для автомобилей и специальных двигателей внутреннего сгорания.

Муфеля и закальные печи по чертежам.

Пироскопы для температур до 1500°.

Хрустальные изделия—графины, кувшины, стаканы, вазы, рюмки, ремры, тарелочки и т. п.

Разных цветов эмаль для художественных ювелирных работ.

Эмаль для циферблатов и плакатов.

Разные краски для росписи фарфора.

## РЕДАКЦИЯ

временно помещается  
на Вас. Остр., 12 лин.,  
д. 29, кв. 17.  
Тел. 131-51.

Открыта ежедневно,  
кроме праздничных  
дней  
от 13 до 19 час.

Ответственн. редактор  
принимает  
по вторникам и  
субботам  
от 16 до 18 ч.



ПОДПИСНАЯ ПЛАТА  
на 12 мес. — 10 р.  
на 6 мес. — 6 р.

Стоимость отдельного  
номера 1 р.

Для загранич. подписчиц  
на 12 мес. — 20 р.,  
на 6 мес. — 12 р.

Присланные в редакцию  
статьи не возвращаются.

По усмотрению Редакции  
статьи могут сокращаться  
и исправляться.

Присут статьи присылать  
четко написанными  
и в форме, удобной  
для набора.

## От Редакции.

Выпуская на суд читателя первый и второй номера журнала „Керамика и Стекло“, Редакция полагает, что выполнила заветное желание огромного большинства работников стекольно-керамической промышленности и вместе с тем заполнила тот пробел, который постоянно имел место в указанной отрасли и особенно остро давал себя чувствовать с прекращением выхода Вестника Силикатной Промышленности.

Говорить о необходимости специального органа, посвященного вопросам стекольно-керамического производства, значит доказывать очевидное. Достаточно сказать, что указанная промышленность во все время своего существования была в этом отношении самой обездоленной и наиболее нуждающейся. Одна из самых древних на Руси—она еще доныне в большей своей части продолжает прозябать во тьме и невежестве, очень далеко отстав в своем развитии от заграничных сестер.

Разбросанные почти по всей территории Союзных Республик ее предприятия в массе своей расположены вдали от культурных центров, и работники их лишены какой либо возможности пополнять свои знания, быть в курсе новых достижений и улучшений в области своей деятельности не только за границей, но и на родине. Каждый из них предоставлен самому себе и подчас тратит массу труда, энергии и средств на открытие того, что уже существует и применено, но только об этом ему неизвестно. Возможность пользоваться иностранными журналами является уделом весьма немногих, подавляющее же большинство технического персонала, равно и квалифицированных рабочих, продолжает оставаться в полном неведении.

Непродолжительное существование „Стеклозаводчика“ и „Вестника Силикатной Промышленности“ сравнительно мало облегчили положение. Первый посвящал себя, и то в крайне небольшом размере, вопросам только стеклоделия, а второй, охватывая обширную область всей силикатной промышленности, мог уделять сравнительно мало места каждой из отраслей огромного целого, да к тому выходил редко и неравномерно.

Но и в такой форме эти органы в свое время все-таки приносили некоторую пользу, и с их прекращением наша обширная стекольно-керамическая область осталась совершенно без печатного слова.

Происходивший в феврале с. г. съезд по стекольно-фарфоровой промышленности ярко подчеркнул, как сильно чувствуется отсутствие печатного органа, который вносил бы свет и знание в еще темную область стеклоделия и керамики и в гущу работающих в ней лиц, который знакомил бы с успехами науки и техники на данном поприще, служил

бы местом для обмена мнений по животрепещущим и важным для производства вопросам, знакомя бы каждого с тем, что происходит и как обстоит дело у других.

Ленинградский Керамический Исследовательский Институт со дня его учреждения неоднократно делал попытки к изданию подобного журнала, в котором наряду со всем, что является необходимым для всякого работника в его повседневной жизни, последний имел бы возможность знакомиться с научно-техническими достижениями в области стекольного дела и керамики во всем мире и в частности, выходящими из недр самого Института. К сожалению, недостаток средств стоял на пути к осуществлению этого начинания. Только в последнее время, благодаря улучшению материального положения Института и помощи со стороны Продасиликата, горячо откликнувшегося в сознании важности задачи на обращение к нему, появилась возможность не только привести в исполнение это полезное дело, но и несколько обеспечить его дальнейшее существование.

Журнал будет выходить под флагом **тесного единения науки, техники и труда**, так как только в таком единении он видит залог успеха промышленности вообще и стекольно-керамической в особенности, только это, по глубокому его убеждению, поставит данную отрасль на правильный путь, подведет под нее прочный фундамент и поднимет до высоты, на которой эта промышленность находится за границей.

Среди вопросов, которые поставила себе Редакция в первую очередь, одним из доминирующих явится вопрос о механизации производства, научного подхода к нему в связи с рациональным его ведением. Не меньшее место займет и борьба с патриархальностью и первобытностью методов производства, которые доныне еще так часто продолжают встречаться на большинстве российских заводов. Топливо и сырье, их выбор, испытание и рациональное использование найдут себе широкое место на страницах журнала, который будет зорко следить и широко оповещать о всех успехах, изменениях и открытиях в этой области.

По мере сил и возможности Редакция будет стараться своевременно знакомить читателей со всеми новейшими достижениями науки и техники, поскольку они будут затрагивать интересы рассматриваемой отрасли промышленности, и с другой стороны—чутко прислушиваться к нуждам и запросам последней, поставив в известность о них научно-исследовательские учреждения, занятые разработкой вопросов, тесно связанных со стекольно-керамическим производством.

Даже мало знакомый с научными основами производства читатель, будь то квалифицированный рабочий или неимеющий достаточной теоретической подготовки низший технический персонал, найдет на страницах нашего органа в общедоступной форме систематическое изложение этих основ, с освещением их отношения к стеклу и керамике, а также данные для их применения на практике. Наш журнал, надеемся, также облегчит и оживит работу Заводских Совещений, которые найдут в нем не мало полезных и насущных для своей деятельности материалов.

Его страницы широко будут открыты для обмена мнений по всем животрепещущим вопросам стекла и керамики, равно как для сведений о положении этого производства в разных местах нашего отечества и за границей. Таким образом журнал явится связью между работниками, разбросанными по всей территории наших обширных республик, а этих работников—с культурными центрами, научными и техническими установлениями.

В связи с программой в журнале пока намечены следующие отделы:

1. **Научно-технический**, где будут помещаться оригинальные и переводные статьи, знакомящие читателя с достижениями науки и техники в области стекольного дела и керамики, являющимися результатом самостоятельных работ русских и зарубежных научных и технических сил.

2. **Производственно-технический**, в котором читатель найдет своевременные сведения и обзоры о состоянии техники и производства, их успехах и достижениях в стекольно-керамической промышленности, равно и обмен мнений по этим вопросам.

3. **Физико-химический**, назначение которого освещать вопросы о методах испытания и анализа сырых материалов, фабрикатов, полуфабрикатов и т. п., разрабатывать эти методы и указывать пути их применения в заводской практике. Здесь же будет уделено внимание всему тому, что в этой области появится нового и полезного для применения в интересующих нас производствах.

4. **Отдел практических сведений**. Здесь будут помещаться сведения и наставления практического характера, необходимые и полезные в повседневной жизни для всякого занятого в стекольно-керамическом производстве работника.

5. **Отдел обзоров и рефератов**, в котором в общедоступной краткой форме будут даны извлечения из наиболее интересных статей по вопросам керамики и стекла, помещенных в научно-технической русской и иностранной литературе.

6. **Отдел местной хроники** для корреспонденции с мест и для обмена мнений по разным вопросам стекольно-керамической промышленности.

7. **Отдел вопросов и ответов**, где соответствующими квалифицированными специалистами будут даваться ответы на присланные в Редакцию читателями вопросы по тем или другим отраслям производства.

8. **Отдел библиографии**, в котором будут даны указания о существующих и вновь вышедших из печати изданиях по керамике и стеклу с кратким обзором и оценкою таковых.

Помимо указанного, в конце выпусков журнала в отдельной пагинации будут прилагаться переводы с иностранных языков наиболее известных, распространенных и преимущественно общедоступных руководств и сочинений по специальности, как равно такие же труды русских авторов.

Дальнейшее развитие этих отделов, а равно увеличение их числа зависит от тех запросов, нужд и пожеланий, которые поступят с мест, а равно от того отношения и сочувствия, которые наш орган встретит со стороны широкой массы читателей.

Недостаток материальных средств заставляет выпуск журнала ограничить одним разом в месяц, но Редакция, со своей стороны, будет прилагать все старания, чтобы сделать это издание, если не еженедельным, то, по крайней мере, двухнедельным. Осуществление этого в значительной степени зависит от того внимания, отзывчивости и помощи, которые журнал встретит со стороны читателей и заинтересованных в его успехе лиц и учреждений, сознающих всю важность и необходимость развития и процветания такого органа на благо близкой им отрасли промышленности.

Редакция предполагала первый номер выпустить в январе, но была лишена этой возможности по независящим от нее причинам. Этим объясняется единовременный выход в одной тетради двух номеров, за январь и февраль.

*Редакционная Коллегия.*

## Основные принципы рационального анализа глин и его методов.

Задачей и целью лабораторного научного исследования, к какой бы отрасли знания оно ни относилось, является:

- 1) изучение свойств того или иного тела, того или другого вещества, выяснение причинной связи между различными свойствами и явлениями;
- 2) решение вопросов, тесно и непосредственно связанных с реальной пользой, с целью дать практические указания технике и наметить новые пути для дальнейшего ее развития.

Как бы ни казались различными указанные цели, однако, в существе дела обе сливаются в одну: принести человечеству пользу. Совершенно прав великий русский химик Д. И. Менделеев, когда, высказывая свои интимные мысли, отметил: „Торжество научных предсказаний имело бы очень малое для людей значение, если бы оно не вело под конец к прямой общей пользе“. „Она (польза) проистекает из того, что научные предсказания, основываясь на изучении, дают в обладание людское такие уверенности, при помощи которых можно направлять естество вещей в желаемую сторону и достигать того, что желаемое и ожидаемое приближается к настоящему и невидимое к видимому“. Д. И. Менделеев. Основы химии. 1906.

Эта истина далеко еще не стала общим достоянием. Не только среди широкой публики, не только среди так называемых людей практики, но даже среди специалистов и ученых можно встретить лиц, с одной стороны не признающих так называемой „чистой“ науки, а с другой—совершенно не интересующихся „практикой“.

Следует указать, что под давлением жизни и действительности количество подобных лиц, можно сказать, „на глазах“ быстро уменьшается. Впереди всех народов идет Германия. Она тесно слила во единую технику и науку, отчего и достигла поражающих мир успехов. Прославленная своею практичностью Америка (С.-А. С. Ш.) становится на тот же путь—путь слияния науки с техникой, и ищет у Европы „теоретиков“, а инженеров-практиков, говорят американцы, у нас достаточно.

Разные отрасли техники так же не в одинаковой степени приобщались к той же истине: „без науки практика, как слепой без палки“. Менее всего сделано в России в указанном направлении в области керамики. В этой области для приложения научных достижений к практике открывается широкое поприще.

Первые шаги внедрения научного исследования в область керамики были сделаны почти сто лет тому назад Форхгаммером (1835 г.), стремившимся определить в фарфоровых глинах количества кварца, полевого шпата и глинистой субстанции, отождествлявшейся с водным кремнекислым глиноземом состава каолинита.

В основу определения положено было мнение, что каолинит („глинистая субстанция“) разлагается крепкой серной кислотой при нагревании; кварц же и полевой шпат остаются при этом без изменения.

В дальнейшем все позднейшие работники по глинам видоизменяли и совершенствовали указанный способ, получивший со времени Броньяра и Малагути название „рационального анализа“. Все предлагавшиеся методы исходили из той же основной мысли, что обработка глины горячей серной кислотой влечет за собою полное разложение каолинита („глинистой субстанции“) и оставляет нетронутыми кварц и полевой шпат. Однако, скоро оказалось, что подобный „рациональный“ анализ часто не дает возможности практику сделать правильные заключения о пригодности той или иной глины к тому или другому применению, или даже дает неправильные заключения о качествах материала. Эти случаи были столь не редки, что у керамистов, при том весьма авторитетных, обнаружилось совершенно отрицательное отношение к рациональному анализу.

Так Mellor, известный английский керамист, хорошо знающий химию, написавший превосходное руководство по аналитической химии<sup>1)</sup> в конце концов пришел к следующему заключению: „рациональный анализ дает результаты, несогласные с результатами валового анализа. Последний может отличаться большою точностью; поэтому рациональный анализ не может быть рекомендован в качестве общеприменимого метода для сравнения свойств различных типов глин, хотя он полезен, во-первых, для сравнения свойств высококвалифицированных глин, существенно не отличающихся по своему минеральному составу, а, во-вторых, для качественного определения минералов, присутствующих в глинах. В первом случае, впрочем, „рациональный состав“ с достаточной точностью может быть вычислен из валового анализа“.

В таком положении, по мнению весьма компетентного лица, находится вопрос о так называемом „рациональном“ анализе глин.

Действительно, многочисленные исследования, произведенные как разными исследователями за границей, так и мною лично, а также работниками Керамического Исследовательского Института, показали с несомненностью, что практикуемые общепринятые методы рационального анализа совершенно неудовлетворительны. Поэтому Керамический Институт поставил вопрос о разработке методов рационального анализа глин в числе своих очередных задач.

Необходимо указать на то обстоятельство, что по мере накопления фактического материала, по мере развития минералогических знаний, метод рационального анализа глин постепенно совершенствуется.

<sup>1)</sup> J. W. Mellor. Treatise on quantit. inorg. Analysis. 1913

отбрасываются укоренившиеся заблуждения, вводятся новые приемы и должны найти себе приложение новые идеи физико-химии. Именно на накопившемся фактическом минералогическом материале и на новых идеях физико-химии и должен строиться „рациональный“ анализ.

Содержание „рационального“ анализа. Прежде всего необходимо определить, что такое „рациональный“ анализ. До сих пор с этим термином соединяется понятие об определении в глине наличия тех или других минералов и количественного соотношения их. Из этих минералов в ответственной керамике наибольшее значение имеют: каолин, полевой шпат и кварц. Понятие каолина отождествлялось с „глинистой субстанцией“, „собственно глиной“ и т. п., пока исследования последнего времени не показали, что подобное отождествление совершенно неправильно<sup>1)</sup>. Оно в значительной мере было причиной длительного застоя в развитии знаний о связи между химическим составом глин и их керамическими свойствами, и того недоверия к рациональному анализу, которое иногда выражалось довольно определенно.

Несомненно, кроме указанных выше минеральных видов, в высоко квалифицированных глинах присутствуют и другие водные силикаты алюминия (галлуазит, аллофан и др.), также гидраты глинозема (диаспор, гидраргиллит), весьма вероятно, также сернокислые основные соли глинозема и щелочей (алунит, левигит и др.) и особенно часто слюда, настолько часто, что французские керамисты весь калий рационального анализа находят более правильным перечислять на мусковит, а не на полевой шпат.

К мусковиту присоединяются продукты частичного изменения его,—разные гидрослюды<sup>2)</sup>. Несомненно, также, при современном рациональном анализе рутил будет отнесен к кварцу, а между тем в их роли большая разница. Сказанное относится к глинам, которые в керамической технике относятся к высоко квалифицированным,—глинам фарфоровым и огнеупорным. Что касается остальных глин, то разнообразие их минералогического состава несравненно значительнее. Отсюда следует, что „рациональный“ анализ в том виде, в каком он производится в настоящее время, если может применяться, хотя и с серьезными поправками, к глинам наиболее простого минералогического состава, то в отношении всех иных глин он совершенно не дает никаких прочных оснований для суждения об их свойствах, а, следовательно, и об их технической пригодности. Отсюда происходят те сомнения, которые существуют у практиков относительно полезности „рационального“ анализа.

<sup>1)</sup> П. Земятченский. Что такое глина? К познанию русских глин. Тр. Отд. глиняных материалов Комиссии по изучению естеств. произв. сил России. 1923 г. Также Н. Ries. Clays their occurrence etc. 1914.

<sup>2)</sup> S. L. Galpin. Studies of flint clays and their associates. Amer. Ceram. Soc. Transact., vol. 14, pp. 306, 336. 1912. Также: К. Е. Sommer. Microscopic Study clays, U. S. Geol. Surv. Bull. 708, 1922.

Если понимать „рациональный“ анализ только в ограниченном смысле, именно как определение минералогических составных частей глины, то, как видно из сказанного, необходимо уметь: а) определять, из каких минеральных видов состоит исследуемая глина и б) в каких относительных количествах эти минеральные виды находятся.

Для решения указанных вопросов мы имеем несколько способов: 1) разделение минералов по уд. весу, 2) по различию химических свойств, выражающемуся по отношению к различным реактивам (полнота и скорость разложения) и 3) по оптическим свойствам (исследования микроскопические)<sup>1)</sup>.

Общепринятый метод рационального анализа, как видно из сказанного применяет метод 2-й, основываясь на различии каолинита, полевого шпата и кварца при действии горячей серной кислоты, соляной кислоты и раствора щелочей (углекислого натра, одного или с прибавкой едкого натра). Как мы видели выше, путь этот совершенно неправилен. Чтобы использовать химический путь, надо обстоятельно изучить отношение минералов, встречающихся в глинах, к различным реактивам, и тем самым найти такие реактивы определять составные минералогические части глины. В этом отношении кое что уже сделано, но гораздо больше предстоит еще сделать. Керамический Институт, как указано выше в настоящее время ведет по данному вопросу плановую работу. Однако можно наперед предвидеть, что одним только химическим путем не удастся достигнуть указанной цели. К нему на помощь должны придти другие методы и между ними прежде всего—метод микроскопический. Правда, этот метод не дает количественной характеристики минералов, входящих в состав глины, но хорошо определяет индивидуальную сторону их. Соединенные вместе оба метода могут дать гораздо больше, чем каждый из них в отдельности.

Не надо забывать, однако, что применение микроскопа и использование поляризованного света имеет свои пределы, определяемые размерами частиц. Поляризационный микроскоп дает возможность хорошо определять зерна, диаметр которых не превышает 0,01 мм. При меньших размерах определение становится затруднительным, а за пределами 0,002—0,001 мм., даже невозможным. Между тем эти тончайшие частички минералов в свойствах глин имеют самое существенное значение. Определение минералогического характера и количественное отделение их составляют основную задачу „рационального“ анализа глин.

Роль и значение размера частиц давно уже учтены агрономами, почвоведом, керамистами и вообще всеми, кто прикасался к земляным обломочным

<sup>1)</sup> Достижения последнего времени, можно сказать, настоящего момента, в области определения самых мелких кристаллических частиц при помощи рентгенографии до нас еще не дошли, да и едва ли могут быть использованы в виду бедности наших исследовательских учреждений.



породам. Однако, только за последнее время вопрос о свойствах тела, находящегося в разных степенях измельчения, получил должную экспериментальную и теоретическую разработку.

Теперь, например, можно считать доказанным (W. Ostwald, П. Павлов, W. Küster, П. Веймар и многие другие), что степень дисперсности существенным образом влияет на физические и химические свойства дисперсоида. В зависимости от того, находится ли тело в грубозернистом или тонко измельченном виде, будут различны: температура плавления, давление пара, адсорбционные свойства, скорость растворения и разложения при обработке химическими реактивами, пластичность и другие свойства, весьма важные в керамическом производстве. Существующее различие, обуславливаясь величиной поверхностной энергии которую можно считать пропорциональной удельной поверхности. Так, напр., по исследованиям Dölter'a, у некоторых силикатов в грубозернистом и тонкоизмельченном состоянии разница температуры плавления достигает  $100^{\circ}\text{C}$  и даже более. Диаграмма, данная Küster'ом, наглядно изображает указанную выше зависимость (см. рис. 1).

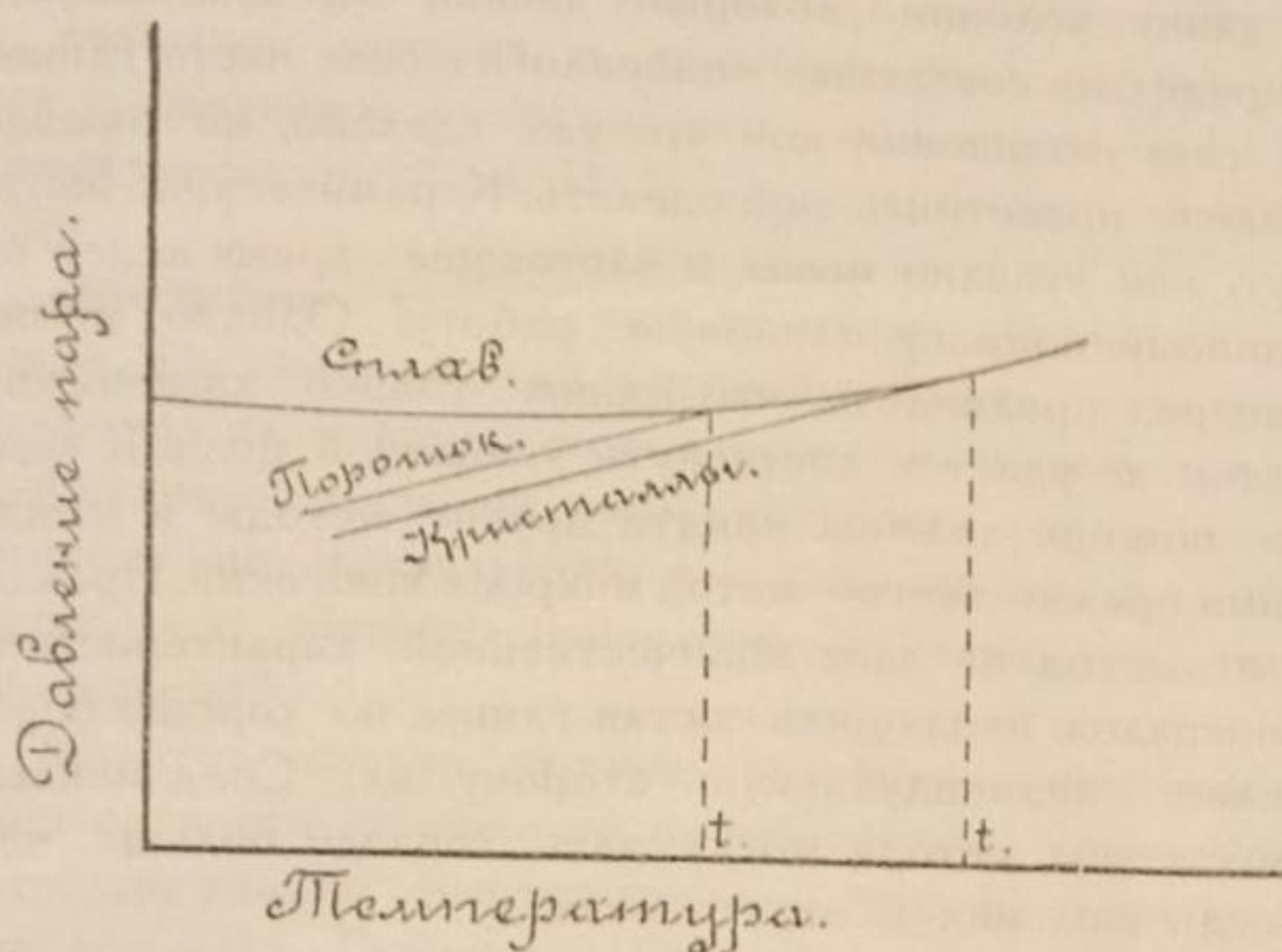


Рис. 1.

Опыты, произведенные в Керамическом Институте мною и другими работниками над действием кислот и щелочей на каолинит, слюду, полевой шпат и друг., показывают, что, как скорость, так и полнота разложения тесно связаны с тонкостью измельчения. Керамисты уже давно оценили значение степени измельчения сырых материалов для техники.

Несомненно также, что „пластичность“ глины своей причиной имеет взаимоотношение между дисперсной фазой твердого тела (или жидкого) и дисперсионной средой. Отсюда ясно, что величина поверхности должна играть здесь существенную роль. Для одного и того же вещества при одной и той же дисперсионной среде величина поверхности является единственной величиной, от которой будет зависеть и ею определяться степень пластичности. Само собою разумеется, что различные комбинации различных веществ как дисперсной фазы, так и дис-

персионной среды, будет сопровождаться изменениями пластичности, обуславливающими индивидуальный характер той или иной глины. Надо думать, что при одной и той же дисперсионной среде в зависимости от минералогического характера тончайших частиц будет выявляться различие в степени и характере пластичности. Однако вопрос этот совершенно не разработан и, можно сказать, даже не затронут, хотя и представляет значительный интерес.

Таким образом на первый план выдвигается определение состава глин по степени и разнообразию величины минеральных частичек, из которых складывается глина. Для этой цели служит так называемый „механический“ анализ.

Методы механического анализа глин в настоящее время достаточно хорошо разработаны. Универсальным, дающим возможность делить частички глинистой породы на сколько угодно фракций, надо считать метод спокойного падения частиц, находящихся во взвешенном состоянии в воде (Шл'зинг, Осборн, Гильгард, Вильямс-Фадеев, Сабанин и друг.). Здесь следует неукоснительно иметь в виду, что при помощи механического анализа нельзя определить минералогический состав глин, а только группы частичек, размеры которых колеблются в известных пределах. В одной и той же фракции могут оказаться, и действительно оказываются, с одной стороны, частицы меньшего удельного веса, но большего абсолютного веса (объема), с другой—частицы большего удельного веса, но меньшего объема. Так как скорость свободного падения частиц твердого тела в жидкости зависит не только от силы тяжести, но и от величины внутреннего трения данной жидкости, ее вязкости, то и происходит, что тонкие частицы значительного удельного веса висят еще в жидкости, более крупные же, хотя имеют меньший удельный вес, однако, оседают. Тончайшие частицы самых различных удельных весов не разделяются, месяцами оставаясь вместе во взвешенном состоянии.

Из всего сказанного видно, что в проявлении свойств глин, свойств как физико-механических, как то: пластичности, способности формоваться, водопроницаемости, связанности и т. д., так и свойств химико-минералогических, как то: разлагаемости различными реактивами, способности выдерживать тот или другой обжиг, и давать тот или другой „череп“ исключительную роль играют два фактора, действующие одновременно, исключая случаев, когда глина является моно-минеральной; в последнем случае роль будет принадлежать только степени измельчения количественному соотношению различных механических фракций. Однако такие глины весьма редки. Если это так, если указанные факторы накладываются один на другой, то делается ясным: чтобы составить себе полное и точное представление о глине, как о природном теле, представление о ее многообразных свойствах, надо знать, как сочетаются оба фактора, и какими свойствами обладают определенные их сочетания.

Думается, задачей научного анализа, в частном случае глин, должно служить получение таких числовых выражений, на основании которых можно было бы *узнать* не только минералогический состав глин, но и все ее свойства, а, следовательно, определить ее пригодность для тех или иных целей, а также находить указания на то, какие добавки и в каком количестве нужно дать глине, чтобы она приобрела желаемые свойства.

Исходя из приведенных соображений, рациональный анализ глин рисуется в следующем виде:

1. Прежде всего определение наличия солей, растворимых в воде.

2. Разделение на фракции по величине зерна. Количество фракций может быть различно, однако, необходимо принять главнейшие и обратить внимание на тончайшие частицы.

3. Определение химического и минералогического (в каких фракциях это доступно) состава каждой фракции.

4. Определение коллоидных частиц (лучше сказать—частиц, близких к коллоидным) методом абсорбции красящих веществ.

До настоящего времени все указанные методы разрабатывались и применялись отдельно и нередко становились друг с другом в полное противоречие. Кажется, В. Zschokke <sup>1)</sup> первый намечал правильный путь, предложив для рационального анализа кирпичных глин комбинирование химического и механического анализа. В. Zschokke, судя по предложенным операциям (пропускание через сито 8570 петель на кв. дюйм и обработка слабой соляной кислотой), имел в виду определение кварца, полевого шпата, углекислого кальция и магния, гипса, пирита и других в более грубых фракциях; „глина“ же определялась по разности. Кварц и полевой шпат вычислялись вместе без разделения, так же как углекислый кальций и углекислый магний.

Как видно из сказанного, метод В. Zschokke представляет собою только зародыш настоящего рационального анализа. Совершенно очевидно, что рациональный анализ такой, который давал бы возможность усмотреть главнейшие свойства глин и предвидеть поведение глин в работе, является более сложным и потребует больше времени, но с одной стороны и теперь механический анализ во многих случаях в керамике находят нужным производить, а с другой,—затрата времени и стоимость сторицей окупятся получаемыми результатами; при *таком действительно и единственно рациональном анализе* отпадают: а) пирометрические испытания (например, интервал между спекаемостью и плавкостью, установка многих пироскопов при определении огнеупорности), б) точное определение усадки, в) составление множества проб для того, чтобы подойти к составу, отвечающему намеченным требованиям.

<sup>1)</sup> В. Zschokke. Baumaterialienkunde. 7, 165, 1902; также Mitt. Eidg. Materialprüf. Anstalt. Zürich. 11, 22, 1907.

По поводу последнего обстоятельства следует указать, что керамика до настоящего времени при составлении потребной массы идет ощупью; пробуют ту или другую смесь различных материалов, берут их в ряде пропорций и испытывают на усадку, пластичность, деформацию, спекаемость, сопротивление на разрыв и проч. и проч., не имея в своих руках никаких опорных пунктов. Если удастся получить хорошую смесь из той и другой глин, то все керамисты стремятся получить для своих работ именно эти глин. Таким образом устанавливается, так сказать, монополия данных глин.

Всем известна прославленная кассельская глина и английская china clay, развозимая по всему свету. Это, конечно, совершенно не означает, что эти глин единственные в мире. Напротив, имеется много глин превосходного качества, но нет умения их использовать, нет знания, чем характеризуются эти глин, и что надо сделать, чтобы приспособить их к требованиям производства. Перспектива же делать многочисленные пробы наугад едва ли покажется производственному заманчивою, особенно при отсутствии уверенности, что эксперименты дадут положительные результаты. На все вопросы рациональный анализ в том виде в каком он указан выше, должен и может ответить.

Нет надобности производить рациональный анализ глин для всякого случая, возникающего на практике. Он может видоизменяться и сокращаться, смотря по запросу, предъявляемому глин. Однако, в основу всегда должно быть положено: а) размеры зерен и б) минералогический, а, следовательно, и химический состав разных фракций глин.

*Заключение.* Резюмируя все вышеизложенное, можно установить следующие положения:

1. Рациональный анализ должен быть таким, чтобы на его основании можно было бы составить полное и ясное представление о всех свойствах глин и тем самым получить определенные указания относительно ее пригодности для той или иной цели.

2. Для достижения указанной цели рациональный анализ должен принять во внимание два главнейших фактора, управляющие всеми свойствами глинистых пород: а) минералогический (resp. химический) состав и б) степень дисперсности частиц, составляющих глинистую породу.

Первое обуславливает, главным образом, основное отношение глин к физико-химическим воздействиям; от второго же зависят физические и механические свойства. Однако, состояние измельчения, т. е. степень дисперсности, резко отражается и на химических процессах, и учесть влияние химизма можно, только учитывая дисперсность.

3. Работы по выработке методов рационального анализа прежде всего должны быть направлены к выяснению отношения различных минеральных видов, являющихся главными составными частями глин, к различным реактивам в состоянии различной дисперсности.

Проф. П. Земятченский.

## Химия и стеклоделие <sup>1)</sup>.

Великий русский ученый, незабвенный учитель многих поколений русских химиков и натуралистов, проф. С.-Петербургского Университета Д. И. Менделеев излагал курс общей химии совершенно особым образом. Рядом со строго-научным изложением основ химии он постоянно делал отступления в область других наук: механики, физики, астрофизики, геологии, физиологии, агрономии и особенно различных отраслей техники. Желая приготовить из своих слушателей будущих деятелей на поприще промышленности, он любил говорить о роли „фонаря науки“, „света знания“, который они должны внести в свою будущую деятельность.

Разъясняя свою мысль, он говорил, что человек, идущий в темноте без фонаря, может быть, случайно набредет на что-нибудь полезное, а может быть и просто лоб разобьет, а с фонарем в руке, он светит себе на пути и уверенно идет к намеченной цели. Так в обыденной жизни, так и в промышленности. Свет знания, свет научных исследований должен освещать темные, непонятные процессы производства. При помощи этих исследований медленно, но верно, достигаются успехи: непонятное разъясняется, сложное упрощается, случайные удачи и неудачи сменяются ровным, уверенным ходом дела; а вместе с этим достигается лучшее использование материалов, удешевление производства, усиление потребления, возможность лучшей оплаты заводского персонала, общее здоровое, уверенное развитие всего дела.

Сказанное можно отнести ко всякому производству и в настоящей беседе мы имеем в виду показать, как сближение науки, в данном случае химии и физики, с практикой промышленности отразилось на развитии стеклоделия.

Хотя стеклоделие началось тогда, когда химии, как мы ее понимаем, еще не существовало, но всякому ясно, что стеклоделие есть настоящее химическое производство, основанное на ряде чисто химических и физических процессов.

Чтобы получить стекло, надо взять в определенных пропорциях вещества кислотного характера, как песок, борная кислота, и сплавить их с веществами основного характера, каковы: сода, поташ, известь, сурик и др. Полученный сплав солей надо соответственным образом проварить, до известной степени остудить, чтобы стекло приобрело вязкость, требуемую для выработки изделий, а эти изделия осторожно отжечь и медленно охладить, чтобы они приобрели возможную прочность и устойчивость. Во всем этом много неясного, непонятного. Почему надо брать составные части в тех или иных опре-

деленных отношениях, почему надо варить, студить, отжигать так, а не иначе, как найти наилучшие условия для всех этих процессов?

Мастера старого времени добивались успеха в своем деле ощупью, бессистемно, долгими, кропотливыми пробами на разные лады и манеры, переживая много неудач, и часто только благодаря счастливому случаю достигали успеха.

Дело двигалось медленно, всякий ревниво оберегал те способы и приемы работы, на которые ему посчастливилось напасть. Так создавались „секреты производства“, которые часто были непонятны для самих обладателей.

Но вот пришло новое время, конец прошлого XIX столетия. Рядом с быстрым развитием опытных наук замечается быстрое развитие во всех отраслях промышленности. Дошла очередь и до стеклоделия.

Под влиянием требований жизни, с одной стороны, и требований науки, с другой, началось изучение свойств стекла в зависимости от его состава.

Чтобы было понятнее, в чем тут дело, приведу несколько примеров.

Давно известно, что стекло материал не вечный: оно бьется, ломается, а если уцелеет, то со временем теряет свой блеск, тускнеет, иногда приобретает радужную поверхность и даже начинает лупиться тонкими слоями. В зависимости от сорта и качеств стекла и условий его службы такое изменение наступает более или менее быстро; наприм., дешевое оконное стекло сравнительно легко подвергается таким изменениям, особенно с наружной стороны, где на него сильно действует дождь, снег, ветер, мороз и т. д.

С таким же изменением стекла столкнулась наука. Химики, занимающиеся точными химическими анализами, заметили, что качество химической стеклянной посуды отражается на точности анализов. Плохое стекло разъедается химическими реагентами, часть его переходит в раствор, а эта прибавка составных частей стекла к раствору вещества, взятого для анализа, конечно, искажает действительную картину: анализ получается неверный. Плохие сорта стекла заметно растворяются даже в одной воде. Разъедающее действие воды особенно быстро проявляется на водомерных трубках паровых котлов, подвергающихся действию воды и пара при высокой температуре.

Когда начались исследования по определению атомных весов элементов, требовавшие особенной точности, на вопрос о качестве химической стеклянной посуды пришлось обратить особое внимание. Известный своими точнейшими работами над определением атомных весов бельгийский химик проф. Ж. С. Стас прежде, чем приступить к этому делу,

<sup>1)</sup> Доклад, читанный автором на Всесоюзном Съезде по фарфоров. и стекл. промышл. 6-го февраля с. г.

выработал рецепт прочного, очень мало растворимого стекла, из которого и делалась посуда для его работы. Позднее этим вопросом занимался Р. Вебер, предложивший свой состав, а Чейшнер предложил общую формулу для вычисления состава хороших стекол вообще: оконного, зеркального и посудного.

Стекла Стаса и Вебера долго считались лучшими, но требования химиков становились все строже по мере того, как вырабатывались более точные методы определения химической стойкости стекла.

Другое обстоятельство, заставившее обратить внимание на связь между химическим составом и свойствами стекла — это изменение нулевой точки термометров: постепенное поднятие этой точки при продолжительном хранении термометра при обыкновенной температуре, временное понижение ее (депрессия) после нагревания термометра до  $100^{\circ}$  и выше. Ошибка, получающаяся благодаря такому перемещению нулевой точки, бывает настолько велика, что ею нельзя пренебрегать. Надо было разобраться в этом явлении. И тот же Р. Вебер, исследуя термометры, сделанные из стекол различного состава, доискался причины. Он нашел, что этим недостатком обладают стекла, содержащие в составе и калий, и натрий, но в очень слабой степени содержащие один из этих окислов.

Пока это были отдельные, разрозненные, не систематические исследования. Дело изучения стекла быстро двинулось вперед с начала восьмидесятых годов, когда за общую работу взялись — известный физик Аббе и химик, специалист по стеклу, Шотт, которому это дело было близко по старинным семейным традициям. Вместе с д-рами Карлом и Руд. Цейссами, заинтересовавшимися этой работой, они устроили в Иене (в Германии) специальную лабораторию и образцовый стекольный завод, пущенный в ход в 1884 г.

Своей задачей они поставили прежде всего выработку оптического стекла, которое в Германии не производилось; а между тем, благодаря развитию астрономии, физики, химии, других естеств. наук, военного и морского дела потребовалось много точных оптических приборов, каковы: телескопы, спектроскопы, подзорные трубы, усовершенствованные бинокли, оптические прицелы и т. п. Для их осуществления требовались разнообразные типы оптического стекла. На эту область прежде всего обратили внимание Аббе и Шотт и повели свою работу строго систематически. Кроме шести обычных элементов, входящих в состав стекла: К, Na, Ca, Pb, Si, O, они последовательно вводили в состав своих новых стекол еще 28 других элементов: В, F, P, Mg, Sr, Ba, Zn, Cd, Al, Fe, Mn, Ce, Di, Er, Ag, Hg, Tl, Bi, Sb, As, Mo, Nb, W, Sn, Ti, Ur. Получив целый длинный ряд новых стекол, они изучили влияние отдельных элементов на показатель преломления, дисперсию (светорассеяние) и другие свойства стекла, выбрали лучшие стекла и в 1886 г. выпустили первый ката-

лог оптических стекол, обнимавший 44 сорта, из коих 19 — оригинального, нового состава.

Имея в своем распоряжении образцы стекол самого разнообразного состава, они могли поставить себе более широкую задачу: изучить влияние составных частей на разнообразные свойства стекла. К участию в этой работе были привлечены еще несколько выдающихся физиков и химиков. Выработаны были точные методы исследования и с помощью их систематически изучены на целом ряде стекол: удельный вес, коэффициенты расширения при изменении температуры, теплоемкость, теплопроводность, упругость, твердость, депрессия нулевой точки термометров, химическая стойкость, термическая стойкость (способность выдерживать резкие перемены температуры), оптические свойства, как показатель преломления, дисперсия, способность пропускать различные лучи спектра, электрические, магнитные свойства стекла.

Задача эта, конечно, слишком обширна, чтобы считать ее окончательно разрешенной, намечены лишь главные пункты, и будущим исследователям осталось еще очень много работы. Но и на основании сделанного они в такой степени овладели предметом, что во многих случаях могли выразить связь между составом и свойствами стекла простыми алгебраическими уравнениями, на основании которых можно по известному составу рассчитать с достаточной точностью некоторые свойства стекла, напр., удельный вес, коэффициент расширения; или по заданному свойству подогнать состав.

Практический результат этих научных исследований был огромный.

Завод Шотта в Иене выпустил в продажу целый сортимент новых стекол, специально приспособленных для различных надобностей науки, техники и обыденной жизни, а именно:

нормальное стекло для термометров, которое вот уже скоро 40 лет как считается лучшим, потому что практически лишено депрессии, т. е. дает вполне верные термометры;

лучшее по своей стойкости химическое стекло, нашедшее себе применение во всех химических лабораториях, как научных, так и технических;

стекло для водомерных трубок паровых котлов, не разъедаемое водой, не мутнеющее внутри, не трескающееся так легко, как прежнее;

тугоплавкое стекло для целей химического анализа; легкоплавкое для изготовления аппаратов на лампе;

стекла для газо-и спиртокалильного освещения; стекла для рудничных ламп, выдерживающие резкие перемены температуры;

стекло, пропускающее ультрафиолетовые, лучи (увиолевое) для медицинских целей;

стекло, задерживающее лучи спектра, вредные для глаз (Euphosglas) и т. д.

Благодаря трудам Иенской лаборатории и заводу Шотта, Германия уже с 1886 г. не нуждается в

иностранным оптическим стекле и занимает первое место по изготовлению разнообразных стекол специального назначения.

Примеру Германии последовали другие государства, у Иенского завода появились конкуренты и одним из первых—русский завод И. Ритинг и К°, ныне Госуд. завод „Дружная Горка“. На Парижской выставке 1900 года он выставил стекло, изготовленное по моим указаниям под №№ 23, 24 и 13. Эти сорта химического стекла, особенно № 24, по своим качествам не уступали тогдашнему Иенскому, почему были удостоены золотой медали и возбудили большую тревогу у эксперта от Германии проф. О. Витта, увидевшего в лице завода И. Ритинг опасного конкурента немецким фирмам. Стекла эти и до сих пор можно считать одними из лучших химических стекол.

Война и прекращение германского вывоза вызвали в Англии, Франции, России, Соед. Штатах, Японии энергичные усилия к созданию собственного производства оптического, химического и других сортов специального стекла. Во всех странах появилось свое химическое стекло под разнообразными марками. В Англии и Франции значительно расширилось производство оптического стекла; оно создано и широко развилось в Соед. Штатах. В России также было начато производство оптического при нынешнем Госуд. Фарфоровом заводе; оно прекратилось во время революции, но теперь опять возродилось на Госуд. заводах оптического стекла в Ленинграде и Изюме, состоящих в тесной связи с таким высококомпетентным учреждением, как Госуд. Оптический Институт.

Из тех же кабинетно-лабораторных работ в начале этого столетия выросло новое большое дело: производство стеклянных изделий из сплавленного кварца. Возможность плавить кварц, готовить из него тонкие нити была известна еще с 1839 г., но практического применения сплавленный кварц не получал в силу его высокой температуры плавления и крайней трудности обработки.

В 1901 г. английский химик Шенстон, сплавляя в пламени гремучего газа отдельные зернышки горного хрусталя, приготовил первую маленькую кварцевую трубочку. Но эта трубочка имела очень большое значение. Она убедила в том, что из простого кварца, широко распространенного в природе и потому дешевого, с помощью одного плавления, без всяких добавочных материалов, можно делать стеклянные предметы. На это дело обратил внимание завод Гереус в Ханау, в Германии, и стал готовить из прозрачного, сплавленного гремучим газом, кварца мелкие предметы лабораторного обихода: трубки, пробирки, колбочки, тигли и т. д. Свойства этого кварцевого стекла оказались удивительными. С химической стороны оно крайне стойко по отношению к воде и самым сильным кислотам (кроме плавиковой и фосфорной) даже при высоких температурах; с физической—оно отличается 1) очень высокой темпе-

ратурой плавления, близкой к температуре плавления платины, 2) крайне малым коэффициентом расширения, почему выдерживает очень резкие перемены температуры: раскаленный кварцевый тигель можно бросить в ледяную воду и он не трескается— и 3) сплав. кварц пропускает ультрафиолетовые лучи с очень короткой длиной волны, которые не проходят даже через специальное увиолевое стекло и губительно действуют на микроорганизмы. Благодаря этим свойствам, прозрачное кварцевое стекло нашло себе важные применения в химии, медицине, гигиене (очистка воды с помощью света ртутных кварцевых ламп).

Однако, широкому применению его в технике мешала дороговизна.

Применение кварцевого песка вместо горного хрусталя, электрических печей вместо пламени гремучего газа и особых, очень простых методов работы (зав. Боттомлей в Англии), дало возможность изготовлять из сплавленного, хотя и непрозрачного, кварца „Витреозила“ разнообразные предметы любого размера для применения в различных химических производствах, главным образом серной, азотной, соляной кислот, для изготовления пирометров, для выделки различных предметов домашнего обихода, замечательных по своему красивому, серебристому блеску.

Практика однако показала, что при своих ценных качествах сплавленный кварц имеет и серьезные недостатки: он очень хрупок, легко бьется, почему крупные кварцевые вещи нужно одевать металлической оболочкой, а это их сильно удорожает.

При высоких температурах аморфный, стеклообразный кварц постепенно превращается в кристаллический (тридимит, кристобаллит); при этом резко меняется удельный вес, и связность частиц так ослабевает, что предмет рассыпается.

Чтобы избавиться от этих недостатков, стали искать таких примесей, которые, не изменяя существенно образом ценных свойств кварца, повысили бы его механическую прочность, задержав склонность к кристаллизации. Пригодным для этой цели оказался борный ангидрид. Он тоже сплавляется в прозрачное стекло, но не превращается в кристаллические видоизменения, обладает низким коэффициентом расширения и в то же время очень высокой механической прочностью. Кому приходилось толочь сплавленный борный ангидрид, тот знает, как это трудно, и как страдают от него ступки даже из самой твердой стали или агатовые.

Комбинируя кремнезем с борным ангидридом и небольшим количеством основных окислов, Шотт еще задолго до войны выпустил в продажу несколько образцов очень хорошего боросиликатного стекла, напр., термометрическое 59", Durax и др.

Замечательных результатов в этом отношении достигли Сюлливан и Тэйлор в Соед. Штатах.

В 1915 г. они описали и выпустили в продажу новое стекло „Pyrex“. Оно совершенно прозрачно,

плавится легче кварца, при продолжительном нагревании не расстекловывается, не зарухает; сравнительно легко подвергается обработке на лампе; весьма устойчиво к воде, кислотам, достаточно устойчиво к щелочам, которых не выдерживает кварцевое; пропускает ультрафиолетовые лучи лучше увиолевого (но хуже кварца); обладает низким коэффициентом расширения, почему выдерживает очень резкие перемены температуры и, что особенно выгодно отличает его от кварца и всяких других стекол, оно обладает высокой механической прочностью.

Благодаря этим качествам стекло „Pyrex“ нашло себе применение для разнообразных целей: для химической посуды (лучше Иенского), для изготовления самых сложных химических и физических приборов, рентгеновских и т. п. трубок, для тонкой аптечной и, что особенно замечательно, для кухонной посуды, заменяющей металлическую: кастрюли, сковороды и проч. Эта посуда так прочна, что не бьется при падении со стола на каменный пол; к тому же она очень прозрачна для тепловых лучей, почему в ней все печется и варится скорее, чем в металлической.

Стекло „Pyrex“ стало быстро распространяться. Для удовлетворения спроса на него открыты отделения завода во Франции и Англии. Конечно, появились подражания, как *Resista*, *Silex*, *Vulcanit*, более или менее близкие к стеклу „Pyrex“ по составу.

За недостатком времени должен ограничиться вышеописанными „кислыми“ стеклами, настоящими стеклами, к которым мы привыкли. Я принужден оставить в стороне стекла „основные“, легко кристаллизующиеся, зарухающие, которые в последнее время также находят себе применения.

Стекло „Pyrex“ явилось, так сказать, венцом работ по исследованию стекла за последние 40 лет.

Так „свет знания“, „фонарь науки“ осветил эту обширную область химической промышленности. Конечно, успехи в области этих специальных стекол должны были отразиться и на производстве более простых сортов стекла; а если принять во внимание, что эмали и глазури керамических изделий те же стекла, то не трудно понять, что эти успехи стеклоделия отразились и на керамике.

Много уже сделано, но бесконечно больше остается впереди. Дело так успешно начатое в Германии продолжается и в ней, и в других государствах, особенно в Англии и Соед. Штатах. В нем принимают участие как правительственные учреждения, напр. Bureau of Standards в Соед. Шт., Шеффилдский университет, открывший у себя особый факультет по технологии стекла, так и ученые общества. Заинтересованные в этих производствах ученые и промышленники объединились для общего дела: одни вносят свои научные знания и свой труд, другие—свой практический опыт и средства на исследования. Работа идет дружно, производительно; журналы этими

обществами издаваемые, содержат много интересного теоретически и близкого к практике материала.

Теперь, когда наша Союзная Республика строит свою промышленность, мы в области стеклоделия и керамики должны следовать испытанным примерам. Мы также должны сочетать практику с наукой и притом тремя путями.

1. Установить на заводах постоянный химический контроль производства. А для этого устроить при заводах хотя небольшие лаборатории, но обеспеченные всеми необходимыми для работы средствами, руководимые химиками с хорошей научной подготовкой. Здесь должны производиться текущие анализы и испытания материалов и готовых изделий, а также разрешаться мелкие вопросы, возникающие в ежедневной заводской практике.

2. Этим лабораториям не под силу вопросы более общего характера, касающиеся данных производств в государственном масштабе, как исследование естественных богатств, выработка типов тех или других материалов, изучение процессов производства и т. д. Это уже дело научных исследовательских институтов, которые должны работать в контакте с заводами, проверять на заводах результаты своих лабораторных исследований. Во главе институтов должны стоять опытные ученые специалисты и у них должен быть достаточный кадр хорошо подготовленных, материально обеспеченных сотрудников. Таковые институты мы уже имеем: Гос. Керамический в Ленинграде, Инст. Селикатов в Москве, Керам. Испытат. станция в Томске; но они еще недостаточно обеспечены материально, не достаточно известны заводам.

Третье, очень важное условие успеха в этой общей работе—это необходимость общения между деятелями одной специальности. Надо, чтобы химик на далеком провинциальном заводе не чувствовал себя одиноким, был связан со своими товарищами по специальности. Для этого есть испытанный путь, на который нам пора стать: учредить русское (или союзное) научно-техническое общество стекольной и керамической технологии, однако, с неперменным условием, чтобы это общество имело регулярные собрания и издавало свой журнал, хотя бы по 4 книжки в год, как это делают англичане<sup>1)</sup>.

Так как посещать обычные заседания общества для работников, живущих вдали от центров, затруднительно, то должны устраиваться периодические съезды членов о—ва. Цель их—знакомство друг с другом, живой обмен мнениями и т. д.<sup>2)</sup>

1) В этом отношении уже сделаны соответственные шаги Гос. Керамич. Инст. Ученый совет Инст. постановил учредить такое общество и начал предварительные хлопоты об осуществлении этого дела.

Авт.

2) На состоявшемся в Москве съезде по стекольно-фарфоровому вопросу об учреждении общества встретил общее сочувствие и было постановлено оказать Керам. Инст. всяческое содействие в его начинании.

Авт.

Через журнал, путем обмена изданиями, Общество может завязать сношения с подобными же обществами и учреждениями за границей, чтобы знать об успехах стекольного и керамического производства за пределами нашей республики.

Это общество объединит у нас работников по стеклу и керамике, поднимет их энергию, интерес к делу и, благодаря этому будет иметь благотворное влияние на все производство.

Главное условие успеха—дружно работать, а для этого—терпимо относиться к чужому мнению.

„Умейте всегда перенестись на точку зрения противоположного мнения—это и есть истинная мудрость“.

Так учил нас Д. И. Менделеев.

Проф. В. Е. Тищенко.

## Обжиг фарфора<sup>1)</sup>.

1.

Операция обжига фарфора—самая важная и трудная часть фарфорового производства.

О важности ее можно судить по тому, что из массы одного и того же химического состава может получиться фарфор различных качеств, в зависимости от температуры обжига. Так, например, технический директор Севрского завода, G. Vogt, в своем сообщении „Sur l'influence de la temperature de cuisson sur les qualités<sup>2)</sup> de la porcelaine obtenue“ приводит следующий опыт, произведенный им: часть изделий из мягкого фарфора, обжигавшаяся при 1300° температуре, обладала всеми качествами такового; другая же часть изделий, приготовленных из той же массы, но обожженная при 1400°, получилась со свойствами твердого фарфора. Он ставит это в связь с изменением коэффициента расширения массы, который с увеличением температуры уменьшается (для огнеупорных масс, наоборот, увеличивается).

О том, что обжиг представляет самый дорогой процесс производства, можно судить по тому, что стоимость топлива в довоенное время составляла 18% себестоимости обожженного фарфора.

В чем заключается трудность ведения обжига, я укажу после.

На большинстве фарфоровых заводов, как иностранных, так и русских для обжига фарфора служат горны периодического действия, страдающие многими недостатками. Прежде всего, конечно, надо указать на поразительно малый коэффициент полезного действия топлива. По исследованиям Блейнингера<sup>3)</sup>, относящимся к кирпичеобжигательным печам периодического действия, теплота при обжиге распределяется так:

теплота в отходящих газах . . . . .	27,3%
„ для нагревания самой печи	
и потеря через лучеиспускание . . . . .	49,6%

<sup>1)</sup> Эта статья была написана покойным С. М. Корниловым еще в 1920 году и предназначалась для Известий Гос. Керамического Исслед. Института. Ред.

<sup>2)</sup> Internationaler Kongress für angewandte Chemie in Berlin, 1903, Berichte, I Band, стр. 735.

<sup>3)</sup> Clay Worker, 1908, 278; Tonindustrie-Zeit., 1908, 32.

потеря в золе . . . . .	3,5%
теплота, потребная теоретически для обжига изделий . . . . .	19,6%
	100,0

Таким образом, коэффициент полезного действия топлива не достигает в этом случае и 20%. По отношению же к фарфорообжигательному горну эта цифра должна понизиться вследствие расхода теплоты на накачивание капселей. По произведенным на Корниловском заводе<sup>1)</sup> подсчетам, коэффициент полезного действия топлива, при обжиге горна в 51,5 куб. метр. емкости 1-го этажа, оказался всего в 5%.

Из этого можно видеть, как необходимо перейти от печей периодического к печам непрерывного действия, у которых указанные потери теплоты уменьшаются. Если присоединить к экономическим соображениям санитарно-гигиенические требования незагрязнения воздуха прилегающей к заводу местности выделяющимся из печей дымом, то необходимость газовых печей станет в недалеком будущем неотложною, и потому следует теперь же подготовиться к решению вопроса о возможности их введения в практику фарфоро-фаянсового производства. В программу работ Керамического Исследовательского Института он должен быть поставлен в первую очередь.

За границею справиться с этою задачею до сих пор не удалось. В 1905 г. начали строить печи непрерывного действия системы Е. Фожерона с обыкновенными топками (негазо-генераторными), сначала для фаянса, а затем, с некоторыми изменениями в конструкции, произведенными Г. Файстом, директором фарфорового завода Тильш и К<sup>о</sup> в Альтвассере (Силезия), для обжига фарфора. Общество, взявшее привилегию на эту печь, „Keramische Tunnelofen-Baugesellschaft in Saaren“, построило в России 2 таких печи: одну на фарфоро-фаянсовом заводе кн. Друцкого-Любецкого в Цмелеве, Радомской губ., для фарфора, а другую на Тверской фабрике Т-ва М. С. Кузнецова—для фаянса. Принцип, положенный

<sup>1)</sup> Теперь гос. завод „Пролетарий“.

в основу этой печи, ранее Фожерона примененный в муфельных тянущих печах (Zugmuffel), давно уже с успехом работающих, превосходит, и его, несомненно, ожидает блестящее развитие в будущем. В противоположность Гофманнской печи, где обжигаемые изделия неподвижны, а меняется камера обжига, в туннельной печи Фожерона обжигательная камера все время одна и та же, меняют же место, продвигаясь к этой камере в вагонах, обжигаемые изделия. Преимущество в этом случае заключается в устранении потери той части теплоты, которая в Гофманнской печи расходуется на нагревание стен новой камеры при переводе в нее места окончательного обжига.

Всеобщая Компания Электричества в Берлине, покупавшая для своих установок в громадном количестве электротехнический фарфор, решила в 1910 г. построить свой фарфоровый завод в Геннигсдорфе, близ Берлина. Завод был оборудован по последнему слову техники. Три туннельных печи получили здесь дальнейшее усовершенствование, состоявшее в замене обыкновенных топок газовыми генераторами.

Обжиг в этих печах нельзя, однако, признать удачным. Мне пришлось осмотреть завод в Геннигсдорфе в октябре 1913 г. Вышедший при мне из печи фарфор был очень плох: крпченный и с трещинами. По отзыву директора Цмелевского завода, туннельная печь этого завода не оправдала ожиданий. Повидимому, эта печь применена пока с успехом только на фаянсовых заводах, хотя по свидетельству Кеппелера туннельная печь на фарфоровом заводе Тильш и К<sup>0</sup> работает хорошо<sup>1)</sup>. Надо, однако, иметь в виду, что этот завод вырабатывает низшие сорта фарфора. Кроме того, как мы увидим далее, к литературным указаниям надо относиться с крайней осторожностью.

Незадолго до войны в Германии были сделаны в большом масштабе попытки применения газовых генераторов к обыкновенным периодическим печам, при чем сам генератор, находящийся в связи с несколькими горнами, может действовать непрерывно. Возможность обжигания газом, сулящая столько преимуществ во всех отношениях, побудила завод братьев Баушер, в Вейдене (Бавария), применить генератор Черни к одному из своих горнов в 52 куб. метра емкости 1-го этажа. Подробности об опытах обжигания в нем фарфора, произведенных инженером Штампе, можно прочесть в „Sprechsaal“ и „Keramische Rundschau“<sup>2)</sup>. По словам Штампе, выход фарфора был хорош и экономия топлива получилась, при периодическом действии генератора, в 20<sup>0/0</sup>; при непрерывном она была бы, конечно, больше. Подобные же генераторы были поставлены к горнам пе-

риодического действия на фарфоровых заводах Унион, Квист и Ковальский в Клейдембахе и на заводе в Кала в Тюрингии. Сами генераторы получили, затем, дальнейшее развитие: предложены были генераторы (Druckgas Generatoren), в которых зависимость от естественной тяги исключена. Воздух, как для генератора, так и для горения газа в печи, нагнетается эксгаустором (генераторы Мангера, Цана и др.; генератор Цана был установлен на бывшем химическом заводе бр. Бреме в Петрограде на Охте). Этим предоставлена возможность управлять горением по произволу, замедляя или ускоряя нарастание температуры и сообщая пламени любой степени окислительный или восстановительный характер, что так важно, именно, при обжиге фарфора.

Под влиянием таких успехов техники, завод Т-ва бр. Корниловых решил в 1913 г. поставить один газогенератор для 5 из своих горнов. Проект и смета были выполнены Обществом „Gasgenerator und Braunkohlenverwertung G. m. b. H. in Leipzig“, но проект этот остался неосуществленным, так как собранные сведения о ходе газогенераторных обжигов на заводе бр. Баушер говорили не в их пользу. Инженер Штампе, к которому я ездил по этому делу в Лейпциг, показал мне фарфор, обожженный указанным способом, который он, к величайшему моему удивлению, находил превосходным, но который в действительности был очень плох: рябой, матовый и пузырчатый. Литературные указания об успешности этих обжигов, поэтому, следует считать не соответствующими действительности.

Таким образом, как ни хороши принципы, на которых основано устройство газовых генераторов и туннельных печей, практика, по отношению к фарфоровому производству, пока принесла большое разочарование.

Газовая печь Мендгейма на Берлинском королевском заводе действует так же плохо. Опыты обжигания фарфора газом на заводе Haviland & Co в Лиможе так же не увенчались успехом, стоив этой фирме громадных денег.

В чем заключаются трудности газового обжига, который, с теоретической точки зрения, должен бы, наоборот, представляться более удобным и верным, к величайшему сожалению, мне не удалось узнать: заинтересованные лица, как я упомянул выше, вопреки очевидности, уверяют, что результат обжигов блестящий, а подойти к практике этого дела было невозможно.

Я не пояснил, что здесь речь шла о газогенераторах для каменного и бурого угля: это подразумевалось само собою, так как за границей дрова, как топливо для промышленных целей, почти нигде не употребляются.

Таким образом, вообще обжигание фарфора газом еще вопрос нерешенный, и Керамическому Институту необходимо посвятить ему все свои силы, так как обжиг есть важнейшая операция фарфорового

1) Keramisches Jahrbuch. 1909, стр. 55.

2) Sprechsaal, 1912. №№ 17, 18 и 19. Keramische Rundschau, 1912 № 20.



производства. Можно было бы начать с опытов над дровяными или торфяными генераторами, для успешного действия которых, вероятно, встретится гораздо меньше препятствий, чем в случае генераторов для каменного и бурого угля.

## II.

В настоящее время на всех почти фарфоровых заводах, как заграничных, так и русских, для обжига фарфора служили горны периодического действия с простыми (не газогенераторными) топками, почти всегда цилиндрические с круглым основанием. Четырехугольные горны, строившиеся прежде ради большего удобства загрузки, в настоящее время встречаются крайне редко. Простой расчет показывает, что коэффициент полезного действия топлива в четырехугольных горнах должен быть меньше такового в круглых, так как в первых отношение внутренней поверхности горна к его объему всегда больше такового же отношения в последних.

В настоящем кратком очерке я не могу входить в подробности о конструкции горнов, а изложу только относящиеся сюда общие соображения.

Горны строятся 2-х и 3-х-этажные. Продукты горения из топок проходят последовательно все этажи. В 3-м этаже производится первый обжиг фарфора, т. е. слабое прокаливание его для возможности последующего глазурования; температура здесь обыкновенно бывает около 800—900°. Во 2-м этаже обжигаются капсулы, огнеупорный кирпич, в случае изготовления его заводом для своих потребностей (иногда и для продажи) и полевой шпат, идущий в состав массы и глазури; здесь температура держится около 1000—1100°, а иногда и выше, например, при сырых дровах, когда обжиг затягивается дольше обыкновенного. Поэтому здесь опасно ставить фарфор для 1-го обжига. Масса его, при слишком высокой температуре может начать спекаться, и тогда глазурование станет затруднительным или даже невозможным. При обжиге каменным углем этого бояться не приходится, так как такой обжиг производится, при всех прочих условиях одинаковых, вдвое скорее, чем при дровах, и 2-й этаж не успевает так раскалиться, как это бывает при продолжительном (35—50 часов и дольше, в зависимости от величины горна) обжиге дровами. Поэтому, в этом случае 1-й обжиг можно вести во 2-м этаже. Вот почему в горнах, идущих на каменном угле, можно и не делать 3-го этажа, и если его делают, то ради более полной утилизации теплоты в отходящих продуктах горения для каких либо иных целей.

По конструкции горны бывают двоякого рода: 1) с прямым пламенем и 2) с обратным пламенем.

В горнах 1-го рода пламя из нескольких топок (3—8, в зависимости от величины горна), расположенных по окружности горна, через отверстия в поду или на небольшом расстоянии от него, входит

в 1-й этаж, проходит через каналы, оставленные между капсульными колоннами, все пространство его, снизу вверх и через отверстия в своде, отделяющем 1-й этаж от 2-го, поступает в последний и затем, через 3-й этаж и трубу, выходит наружу.

В горнах 2-го рода пламя из топок, имеющих такое же устройство и расположение, как и в горнах 1-го рода, поднимается в периферических частях 1-го этажа под свод последнего, не имеющий никаких отверстий (кроме одного, служащего для охлаждения горна после обжига, а во время обжига закрытого), и отсюда поворачивает вниз, проходит все пространство 1-го этажа, в промежутках между капсульными колоннами, и через отверстия и проходы в поду, сообщающиеся с каналами в наружной стене горна, поступает во 2-й этаж и далее. В тех и других горнах капсульные колонны размещаются по величине и форме возможно симметричнее относительно топок, чтобы сопротивление прохождению пламени было везде одинаково. В противном случае нарастание температуры будет в разных частях горна неодинаково, что вызовет затруднение при окончании обжига, а может быть и недогар в некоторых местах. В горнах с прямым пламенем между капсульными колоннами оставляются промежутки в 70 мм., чтобы пламя могло легче проникнуть в середину горна, что, несмотря на это, достигается с трудом, если диаметр горна более 4 метров, так как пламя стремится избрать себе кратчайший путь кверху. Для устранения этого неудобства прежде строили так называемые „подовые горны“, в которых пламя из топок поступало в 1-й этаж через каналы в поду и многочисленные отверстия, сделанные в последнем по всей площади его. Но эта конструкция была потом оставлена, так как экономическая ее несостоятельность очевидна вследствие необходимости нагревать большую мертвую массу кладки подовых каналов. Горны с обратным пламенем устранили это неудобство гораздо усиленнее: пламя в них имеет одинаково легкий доступ как в центральные части горна, так и в периферические, вследствие чего температура в них нарастает повсюду равномерно. Кроме того, в горнах с обратным пламенем полнее утилизируется объем горна, так как капсульные колонны ставятся плотно одна к другой без проходов из одного кольца колонн в другой на особых кубиках из капсульной массы, 100 м/м. в ребре для того, чтобы образовать проходы для пламени в подовые каналы. Вследствие более длинного пути пламени также полнее утилизируется теплота, так как уменьшается охлаждение стен горна вследствие прохода пламени через устроенные в них каналы. В качественном же отношении обжиги в горнах с прямым пламенем и в горнах с обратным дают одинаковые результаты, если диаметр горна не более 4 метров.

В экономическом отношении большие горны выгоднее малых, так как с увеличением их объема уменьшается отношение внутренней поверхности

к его объему; следовательно, коэффициент полезного действия топлива выше. Поэтому коммерческие заводы, в особенности работающие дешевый товар, строят горны возможно больших размеров, и поэтому с оборотным пламенем. Для заводов, выделяющих высшие сорта фарфора удобнее горны меньших размеров, не более 76 куб. метров емкости 1-го этажа, так как в них обжиг можно вести с большею уверенностью в удачности результата. В больших горнах ведение обжига труднее, и всякая неудача его отзывается сильнее, чем в малых.

Кроме того, известные сорта изделий с красками „большого огня“, т. е. обжигаемыми в 1-м этаже, при обычной температуре 2-го обжига (для твердого фарфора около 1400°), требуют особого ведения последнего. Например, кобальтовые краски не выносят слишком восстановительного характера пламени, так как при нем из окиси кобальта или ее солей, входящих в состав краски, может выделиться металлический кобальт и произвести, вместо интенсивного синего окрашивания, черное, лянисто-пузырчатое. Маленькие горны легче можно наполнить изделиями, требующими одинакового характера обжига, и самое ведение обжига в желаемом направлении здесь легче, чем в больших горнах.

В иных условиях находятся такие сорта фарфора, для которых допустимы некоторые отклонения от требований, установленных для наружного вида, например, изоляторы для электротехники, недостаточная белизна которых не имеет такого значения, как для посуды.

В 1896 г. фарфоровый завод Т-ва бр. Корниловых построил горн с оборотным пламенем, особенность конструкции которого заключается в том, что топки находятся во 2-м этаже здания, а отверстие для входящего в горн из топок огня под самым сводом 1-го этажа горна.

Проектирование такого горна вызвано было следующими соображениями. Предполагалось, что, при расположении топок сверху, горну можно, безопасно для результатов обжигов, придать размеры значительно большие, чем при расположении их внизу, потому что в первом случае путь пламени значительно короче, чем во 2-м, и поэтому уменьшается трудность достижения равномерности температуры в наиболее удаленных одно от другого местах, например у самых топок и внизу центральной части. Затем, при расположении топок сверху, должна достигаться большая однородность характера пламени, так как, прежде чем проявить свое действие для обжига изделий, пламя из всех топок перемешивается под самым сводом. Громадное преимущество здесь должно заключаться еще в том, что капсулы, ближайшие к топкам, где температура пламени максимальная, лучше должны выдерживать ее, сохраняя свою форму, так как они нагружены малым числом капсул, находящихся над ними. При расположении же топок внизу горна, близстоящие капсулы под двойным влиянием

высокой температуры и большой нагрузки от расположенных на них капсул иногда раздавливаются, вызывая наклон и даже падение всей капсульной колонны, а за нею и целого ряда колонн. Для избежания этого, при расположении топок внизу, перед отверстиями для входящего в горны пламени устраиваются заградительные ширмы, которые, вследствие высокой здесь температуры, быстро разрушаются и потому требуют частого ремонта. В заводе Т-ва бр. Корниловых в старых горнах вместо ширм здесь ставились „тумбы“, т. е. сплошные цилиндры из каменной массы (с маленьким отверстием в центре) ради удобства сушки и экономии массы, в 2 колонны перед каждым окном, по 3 тумбы в каждой колонне, одна на другую, до высоты оконной перемычки; на третью тумбу ставятся, уже обычным порядком, капсулы с обжигаемыми изделиями. При верхних топках ширмы и тумбы устраняются.

Все указанные предположения вполне оправдались на практике. Температура во всех частях горна получается очень равномерная; середина горна, которая в горнах обычной конструкции часто отличается недогаром, здесь обжигается совершенно одинаково с периферией. Характер пламени повсюду однородный и стойка капсульных колонн превосходна. Обжиг оканчивается при температуре около 1400°С. Экономия топлива, сравнительно с прочими горнами, достигает 50%. Объем горна равняется 122 кубическим метр., размеры 1-го этажа: диаметр 6,54 метра, высота до пят 3,15 м/т., высота до ключа 4,13 м т. При указанной конструкции можно смело проектировать постройку горна значительно больших размеров.

Топки при обжиге дровами прежде делались обыкновенно, так называемые, „пультовые“. Они имели вид четырехугольных ящиков, в открытой верхней части снабженных 2-мя полками, на которые клались дрова длиной в 12 вершков, мелко колотые. Сделанная попытка обойтись без распилки дров, закрыв полочное отверстие и подкладывая длинные дрова (шестичетвертные) прямо в топку через боковое окно, увенчалось полным успехом: расход дров не повысился и результаты обжигов не ухудшались. Поэтому пультовые топки были уничтожены, как это сделано также и на всех почти русских фарфоровых заводах.

### III.

Теперь остается сказать несколько слов о ведении обжига.

Сначала нагревание производится возможно медленнее, для чего берутся дрова покрупнее. Если тяга сильна, то труба прикрывается заслонкою. Это требуется для возможно медленного выделения воды из изделий, чтобы последние не треснули. Когда капсулы начнут накаливаться, обжиг ведут энергичнее при слабо окислительном характере пламени, до светловишневого каления (1000° С). С этого мо-

мента характер пламени должен быть восстановительный для перевода солей окиси железа, находящихся в массе, в соли закиси. Если это не будет сделано, то фарфор выйдет из обжига желтоватого тона. Соли закиси железа такого окрашивания фарфора не производят. Восстановительный характер пламени должен держаться до начала белого каления капселей ( $1300^{\circ}\text{C}$ ). Этот период обжига самый важный и трудный. Трудность его заключается в том, что для сообщения пламени восстановительного характера приходится забрасывать в топку больше топлива, что может вызвать, в особенности при сырых дровах, обильное выделение дыма, опасное потому, что частицы углерода могут забиться в поры фарфора и не успеть выгореть до начала спекания массы и плавления глазури. В этом случае эти частицы углерода так основательно сами спекутся с массой, что не в состоянии уже будут выделиться из нее при последнем периоде обжига между  $1300^{\circ}$  и  $1400^{\circ}$ , когда характеру пламени можно будет сообщить нейтральный или даже слабоокислительный характер. Фарфор получится при этом „копченый“, т. е. с черными пятнами угольных частиц. Если спекание массы не достигло еще известной интенсивности, то осевшие частицы углерода, при дальнейшем правильном ходе обжига, могут и совершенно выгореть, но это не пройдет безнаказанно для внешности фарфора: на глазури останутся мелкие крапинки-отверстия, оставленные этими частицами при их выделении. Для избежания этого надо перед началом спекания массы внимательно следить за пробными фарфоровыми стаканчиками, которые помещаются внутри горна между каждыми двумя топками и от времени до времени оттуда вынимаются. Если они окажутся копчеными, то надо тот-

час же сообщить пламени слабоокислительный характер, чтобы частицы углерода успели выгореть до начала спекания массы и плавления глазури. Но при этом является опасность впасть в другую крайность: окислить соли закиси железа и этим зажелтить фарфор.

В лавировании между этими опасностями и заключается трудность ведения обжига фарфора. Последнее сильно облегчается при сухих дровах и правильном соотношении плавкости черепа и глазури: глазурь должна начать плавление после спекания черепа, что даст возможность в известных случаях выгореть частицам углерода, засевшим в черепа, не оставив следов этого выгорания в виде крапинок, как указано было выше.

Если капсели сделаны из недостаточно огнеупорной массы, то случается, что обжиг нельзя довести до конца, так как нижние капсели не выдерживают нагрузки, раздавливаются и колонны начинают наклоняться. Во избежание падения их приходится кончать обжиг раньше времени. Фарфор получается малопросвечивающий, с темными пятнами и матовой глазурью.

При недостаточной внимательности можно пережечь фарфор, т. е. довести обжиг до температуры высшей, чем следует. В этом случае получится много кривых вещей, глазурь может потерять блеск и много пропадет капселей, которые при правильном ведении обжига могут служить 3—4 раза и даже больше.

Успех обжига зависит также много от умелой ставки (загрузки) горна, тщательности глазурировки и, вообще, от надлежащего ведения всех процессов производства.

Инж. С. М. Корнилов.

### Отношение каолинита к высоким температурам \*).

Одним из вопросов, останавливающих на себе внимание исследователя в области глиняных образований, является вопрос об отношении к высоким температурам каолинита („глинистой субстанции“ или „собственно глины“), который то в больших, то меньших количествах, а иногда и в количестве почти всех 100%, входит в состав глин и каолинов и которому в подавляющем, вероятно, большинстве случаев надлежит приписывать главнейшие физико-химические особенности тех и других.

Несмотря на ряд произведенных Le Châtelier, Я. В. Самойловым, П. А. Земятченским, Mellor'ом и Holdcroft'ом, В. И. Вернадским, А. М. Соколовым

\* Резюме доклада, сделанного автором на Всесоюзном Съезде по стекольной и керамической промышленности. Полностью доклад будет помещен в одном из ближайших выпусков „Известий Гос. Керамического Исслед. Ин-та“.

и многими другими исследований, сведения, о том какие изменения претерпевает каолинит под влиянием высоких температур далеко не полны, а частью даже и разноречивы. Приписывая это главным образом отсутствию достаточных химических данных, мною предпринято было рекогносцировочного характера исследование над действием 10% едкого кали на обожженные при  $t^{\circ}$  в  $520\text{—}580^{\circ}$ ,  $1000\text{—}1050^{\circ}$  и  $1200\text{—}1400^{\circ}$  каолины из Сенно, Тихвинского уезда, Череповецкой губернии, Глухова и Лозовиков (последний из названных каолинов испытывался еще и после обжига при  $t^{\circ}$  немного ниже  $1000^{\circ}$ ).

Добытые в этой работе результаты дали возможность притти к следующим выводам:

1. Примененный реагент является вполне пригодным средством для освещения поставленной задачи.
2. Метод обработки КОН дегидратизированного при  $520\text{—}580^{\circ}$  каолина с полной отчетливостью обна-

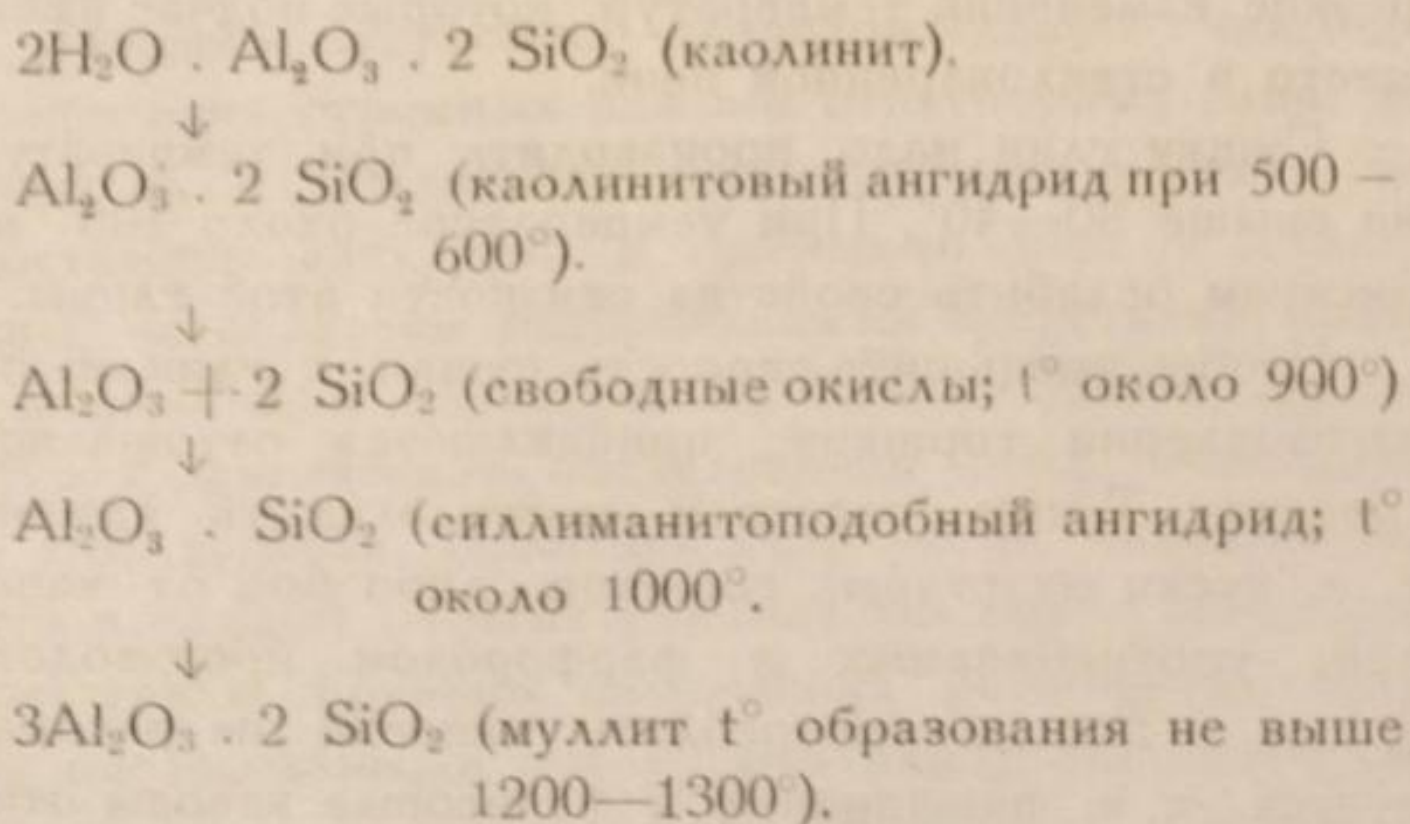
руживает сохранение связи между  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$  каолинита, превращающегося таким образом в каолиновый ангидрид  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , установленный П. А. Земятченским.

3. Подымая температуру прокаливания каолина выше потребной для обезвоживания каолинита, мы приходим к коренным изменениям в каолиновом ядре. В качестве одного из вне сомнения стоящих продуктов этого изменения является полученный при  $1000\text{—}1050^\circ$  (из каолина из Сенно) силлиманитоподобный ангидрид  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ , отрицаемый Bowen'ом, Greig'ом и Zies'ом, а также Eitel'ем, в результате их исследования над системой  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ , черепом стекловаренных горшков и муллитом, найденным в природе.

При  $t^\circ$  порядка  $1200\text{—}1400^\circ$  в виде одного из этапов в процессе дальнейшего превращения каолинита констатировано (на глуховском каолине) образование ангидрида  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , заменившего благодаря работам Bowen'a, Greig'a и Zies'a силлиманит в керамическом черепе и ставшего известным в природе под названием муллита.

Подвергнутый  $t^\circ$  несколько ниже  $1000^\circ$  лозовиковский каолин дал ясное указание на то, что каолинит в этом случае распался на свободные  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$ , частью, повидимому, связанные в ангидрид  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ .

Соответственно этим данным процесс постепенного по мере перехода к более высоким температурам отщепления  $\text{SiO}_2$  от каолинового ангидрида  $(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7)^n$ , как этот процесс представляет себе В. И. Вернадский, превращается в реакцию распада каолинового ангидрида на свободные окислы, последующего затем синтеза силлиманитообразного тела и отщепления от последнего уже при более высокой  $t^\circ$   $\text{SiO}_2$ , т. е.



4. Останавливаясь на несоответствии выводов Я. В. Самойлова из характерных термических кривых, полученных им для каолинов при температурах от  $500^\circ$  до  $1000^\circ$ , и представленных выше результатов, можно отметить, что тогда как Я. В. Самойлов на своих кривых указывает всего на 2 термических эффекта при  $500\text{—}600^\circ$  и около  $1000^\circ$ , полученные мною данные говорят о 3-х таких моментах в том же интервале температур, из которых средний момент,

отвечающий распаду каолинового ангидрида на свободные окислы, приходится на  $t^\circ$  около  $900^\circ$ .

Внимательный просмотр термических кривых Я. В. Самойлова разъясняет кажущееся несоответствие. Так, на кривых (их приведено 10) отчетливо можно видеть, что принимавшийся за один термический момент участок кривой между  $900\text{—}1000^\circ$  состоит из 2-х моментов, одного при  $t^\circ$  около  $900^\circ$ , отвечающего слабому термическому эффекту распада каолинового ангидрида и идентичного по характеру резкому эффекту при  $500\text{—}600^\circ$ , и другого, отвечающего крайне сильно выраженному моменту образования „силлиманита“ при  $t^\circ$  около  $1000^\circ$ .

5. В процессе превращения каолинита наблюдается такая особенность, что процесс этот в одних и тех же условиях обжига в известные, по крайней мере, моменты не идентичен у разных каолинитов, так как получены:

при  $1000\text{—}1050^\circ$ :  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  (Сенно) и смесь  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  и свободных окислов  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$  (Глухов),

при  $1200\text{—}1400^\circ$ :  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  (Глухов) и  $7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$  (Лозовики).

Нельзя сказать пока, чему приписать это явление—физическому ли состоянию каолинита в глинах (кристаллическое или коллоидальное), химическому ли составу каолинита (разные каолиновые кислоты), влиянию ли примесей (щелочи, Fe и т. п.). Явление это во всяком случае интересно с научной точки зрения, а также, быть может, имеет известное практическое значение, особенно в специальных областях высшей керамики, где, можно думать, не является безразличным, как в своих деталях протекает процесс превращения каолинита в керамическом теле и на какой стадии при применяемой  $t^\circ$  он останавливается.

В итоге работ Bowen'a, Greig'a и Zies'a, а также Eitel'я, известно, что кристаллическое образование в черепе, принимавшееся за силлиманит, не является таковым, но утверждать, чтобы это образование всегда и неизменно представляло муллит  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , мне кажется преждевременно на том основании, что как кристаллографические, так и оптические константы силлиманита и муллита весьма близки, след. и промежуточные между ними соединения и более богатые  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , чем муллит, ангидриды, буде они существуют, не должны в указанных отношениях отличаться от силлиманита и муллита особенно существенно.

Ясность в данный вопрос может внести только надлежащим образом поставленное химическое исследование.

6. Исходя из известных в настоящее время результатов разностороннего изучения каолинита и продуктов изменения его под влиянием высоких температур, мне представляется, что в вопросе о разрешаемой Г. Керамическим Исследовательским Институтом задаче по замене существующего рационального анализа глин другим более удовлетворительным

каолинистый ангидрид  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  окажется той основой, на которой можно будет строить рациональный анализ глин в его химической части. Ангидрид этот в отличие от каолинита и других продуктов его изменения является телом, обладающим высокой разлагаемостью даже в таком сравнительно слабом реагенте, каковым является 2% соляная кислота, в которой по моим данным он (1 гр. вещества на

200 кем. кислоты) разлагается нацело при  $100^\circ$  в течение менее 4-х часов. В этих условиях, между тем, как мы знаем из работ П. А. Земятченского, А. Ф. Фиолетовой и др., главнейшие минеральные составные части глин, за исключением только некоторых, очень слабо доступны действию реагента.

Проф. В. Искюль.

## Стекловаренные горшки для варки свинцового стекла.

Задача получения годного, чистого свинцового стекла не будет разрешена, если не будут самым детальным и тщательным образом изучены свойства огнеупорных глин, из которых изготавливаются стекловаренные горшки. Способы подготовки глин, методы изготовления горшков, их сушка, обжиг и режим для них в печи имеют огромное значение для нормальной и длительной их службы.

Чистое глинистое вещество, содержащееся в глине, имеет химическую формулу  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  и состоит из одной молекулы окиси алюминия, двух молекул кремнезема и двух молекул воды. При обжиге глин вода удаляется, и глинистое вещество в сухом виде состоит из 45,83 частей  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 54,17  $\text{SiO}_2$ . Удельный вес его около 2,60.

В природе в таком чистом виде мы глин не имеем. В них всегда встречаются примеси в виде свободного несвязанного кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ) или окиси натрия, калия, магния, кальция, железа и т. п. Все эти окислы понижают точку плавления глин, и чем их больше, тем глины менее огнеупорны. Огнеупорность глин различна. Самые огнеупорные плавятся при 36 SK, другие при 26 SK.

Для изготовления стекловаренных горшков не следует употреблять глины, огнеупорность которых ниже 30 по конусу Зегера.

Весьма важным и исключительно необходимым условием нормальной варки свинцового стекла в стекловаренных горшках—это стойкость их в отношении химических реагентов. Щелочи, свинцовый сурик и т. п. сильно разъедают большинство из глин. Если в них имеется большой процент несвязанного кремнезема, последний легко переходит в стекло.

Связность глины является также необходимым условием для изготовления из нее горшков. Плохо связанные глины легко разрушаются жидким стеклом, в которое попадают легко откалываемые кусочки глины, портящие и загрязняющие стекло. Признаком хорошо связанной глины служит то, что пластина смятой глины, толщиной в 2 см. не оборвется от собственного веса, если мы будем ее держать за верхний край. Имеется целый ряд практических указаний для определения связности глин.

*H. Schnurpfeil* предлагает следующий метод: К испытуемой глине добавляют 10 частей измельченного в муку шамота. Замачивают водой до тестообразного состояния, проминают и из этой смеси приготавливают шарик; ему дают полностью высохнуть и помещают в высокий узкий сосуд, наполняемый водой настолько, чтобы шарик со всех сторон омылся ею. В зависимости от прибавленного количества шамота и времени, в течение которого одна часть сырца связывает шамот, судят о связности глины. Такая глина, как Гросальмероде, распускает 1 часть связанного шамота в 10 минут, 2 части шамота—в 9 минут, 3 части—в 8 минут и т. д. Лучшая бельгийская связанная глина удерживает 10 частей шамота 100 секунд; кобленцкая глина—80 секунд. Вода должна быть температурой около  $50^\circ$ . Глины, которые 10 частей шамота удерживают 100 секунд, следует отметить, как исключительно связанные; удерживающие 80 секунд—высоко связанные; 60 секунд—очень хорошо связанные; 50 секунд—хорошо связанные. Масса из которой изготовлены горшки, должна легко переносить резкие изменения температур, которые подчас имеют место в стекловаренной печи.

Сушку глин надо производить при температуре не выше  $30-40^\circ$ . При температуре около  $100^\circ$  мы рискуем ослабить свойства связности этой глины.

Чтобы уменьшить скорость сушки, к глинам, при изготовлении горшков, прибавляются оттощающие средства. Таким средством могут служить краевка, т. е. куски от старых горшков, либо бой от капсулей, употребляемых в фарфоровом производстве (у нас в России употреблять капсули не рекомендуется, т. к. фарфоровые и фаянсовые заводы относятся весьма небрежно к изготовлению капсуля, вследствие чего он получается крайне слабым), либо обожженную глину—шамот. Обжигать глину следует сильно, не доводя ее, однако, до сплавления.

В России нам приходится иметь дело главным образом с латинской и бахмутской глинами. До войны весьма распространенной была гросальмеродская (кассельская) глина. Здесь уместно будет разобратить и сравнить свойства этих трех глин, с которыми нашим техникам приходится иметь дело.

Химический состав глины нижеследующий:

	Кассельская	Латинская	Бахмутская
	%	%	%
SiO <sub>2</sub> (связанн.)	43,38	47,55	47,29
SiO <sub>2</sub> (мех прим.)	6,53	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,52	35,20	34,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,66	0,71	0,39
CaO	0,76	0,90	1,24
MgO	0,73	0,20	0,56
K <sub>2</sub> O	1,51	1,16	—
S	0,26	—	—
Потеря при прокал.	11,04	12,16	8,29
Щелочи по раз.	—	—	1,06

Гросальмеродская глина имеет светло-серый, почти белый, цвет, обладает чрезвычайно высокой связностью. Ее огнеупорность—32 SK. Горшки, надлежащим образом изготовленные из нее, служат сравнительно долго, отличаются стойкостью относительно химических реагентов, выдерживают высокие температуры, дают малую усадку, как при сушке, так и при обжиге и нахождении в печи, но слабо переносят внезапные резкие изменения температур.

К сожалению, наши глины, бахмутские и латинские (воронежские) всеми этими свойствами похвастать не могут. Общий недостаток тех и других глин—их неоднородность и вследствие этого невозможность раз навсегда установить необходимые и наилучшие смеси сырца и шамота для изготовления горшковой массы.

Помимо отсутствия предварительного обследования этих огромных районов огнеупорных глин, добыча их до последнего времени производилась недостаточно аккуратно и тщательно. Мы, к сожалению, не обладаем материальными средствами, позволяющими произвести полное геологическое, химическое и физическое обследование глин, имеющих в этих районах. Практика разработок убеждает нас, что в каждом из этих районов мы имеем неоднородные глины. Границы нахождения различных сортов не обследованы, а потому различные по своему качеству глины смешиваются, должным образом не сортируются, и в результате мы ставим технику стекольных заводов в чрезвычайно тяжелое положение, так как каждый прибывший на завод вагон глины отличается от прежде присланного. К каждому новому вагону надо применяться, производить пробы и т. д.

В Латинском, напр., районе, глина 1-го сорта Стрелицкого карьера оказалась иной, чем недалеко находящегося „Среднего“ карьера.

Химический анализ глины из двух карьеров этого района таков:

	Стрелицкий карьер	Средний карьер
SiO <sub>2</sub>	47,09	46,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,99	36,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	1,13
CaO	1,62	0,85
MgO	следы	0,30

Помимо этого основного и большого недостатка эта глина, давая при сушке небольшую усадку, при обжиге и при нахождении в печи дает уже очень чувствительную. Максимальное добавление оттощающих средств мало помогает. Этот недостаток вредно отражается на производстве, так как вставленные и заполняющие печь горшки с течением времени все уменьшаются, убавляя емкость, а следовательно и выпуск изделий, при этом расстояние между горшками в печи все увеличивается. Глина эта большой связностью не отличается. При варке свинцового стекла горшки недолговечны и через неделю—десять дней начинают разрушаться и портить массу стекла кусочками глины от разрушающихся стенок горшка. При удалении из печи отработанных горшков из латинской глины легко заметить разрушение внутренних стенок, которые сильно изъедены и сплошь покрыты ямками глубиной до 2—2½ см. Эти явления весьма редки на горшках из кассельской глины и много меньше из бахмутской. По цвету латинская глина светлее бахмутской. Последняя имеет темносерый цвет.

Усадку при сушке она дает большую, чем латинская, но зато при обжиге и при нахождении в печи небольшую. Она жирнее и связнее латинской. Стойкость в отношении химических реагентов ее также выше латинской. Продолжительность службы горшков процентов на 40—50 больше латинских.

Как уже выше было подчеркнуто, метод изготовления горшков имеет исключительно важное значение. Опытный гончар может до известной степени исправлять недочеты глины и дать возможность вести производство со средними по качеству глинами. Плохой же гончар, имея под рукой исключительный по качеству материал, может небрежно и с недостаточным опытом так приготовить из него горшки, что они будут для варки стекла непригодны.

Горшки по своей форме делаются круглыми овальными. Наиболее удобным является круглый горшок. Правильный выбор размеров (высоты, диаметра, толщины стенок и дна) для определенной емкости горшка имеет существенное значение. Для одной и той же емкости мы можем иметь узкий высокий горшок или низкий и широкий. Для кажд

вида стекла и в зависимости от размеров печи следует выбирать то или иное соотношение размеров.

Мы задаемся всегда тем количеством стекла, которое нам необходимо получить из горшка. Удельный вес стекол колеблется от 2,4 до 3,4. Нам трудно, следовательно, определить, таким образом, внутренний объем горшка. Для свинцового стекла

лучше всего брать отношение наружного верхнего диаметра к высоте, как 3:2. Толщину дна такого горшка при принятой у нас обычной емкости в 300 kg. следует дать  $\frac{1}{12}$  от верхнего диаметра, толщину стенок в  $\frac{1}{20}$  от него же. Нижний наружный диаметр следует уменьшить на 10% против наружного верхнего.

Таблица толщины стенок и дна по R. Dralle <sup>1)</sup>.

ROBERT DRALLE.

	Верхний наружный диаметр.	Верхний внутренний диаметр.	Нижний наружный диаметр.	Нижний внутренний диаметр.	Верхняя толщина стенок.	Нижняя толщина стенок.	Наружная высота.	Внутренняя высота.	Толщина дна.	Объем.	Емкость горшка.	Выработанное стекло.	Вес самого горшка.
										Cbm.	Kg.	Kg.	Kg.
1 .....	500	420	440	320	40	60	500	435	65	0,047	116	78	100
1a .....	550	465	485	360	42	62	520	453	67	0,068	170	112	110
2 .....	600	510	530	400	45	65	540	455	70	0,089	223	149	120
2a .....	650	555	575	440	47	67	560	483	77	0,112	280	187	170
3 .....	700	600	620	480	50	70	580	495	85	0,135	338	225	220
3a .....	750	645	665	520	52	72	610	523	87	0,160	400	267	250
4 .....	800	690	710	560	55	75	640	550	90	0,185	462	308	290
4a .....	850	735	755	600	57	77	690	598	92	0,207	519	346	330
5 .....	900	780	800	640	60	80	680	585	75	0,230	575	374	370
5a .....	950	825	815	650	62	82	700	603	97	0,294	735	490	450
6 .....	1.000	870	830	660	65	85	790	620	100	0,358	895	597	530
6a .....	1.050	915	915	740	67	87	740	638	102	0,397	992	661	580
7 .....	1.100	960	1.000	820	70	90	760	655	105	0,436	1.090	727	630
7a .....	1.150	1.005	1.045	860	72	98	780	673	107	0,483	1.209	808	670
8 .....	1.200	1.050	1.090	900	75	95	800	690	110	0,531	1.328	875	710
8a .....	1.250	1.095	1.145	950	77	97	820	708	112	0,592	1.484	991	770
9 .....	1.300	1.140	1.200	1.000	80	100	840	725	115	0,654	1.640	1.094	830
9a .....	1.350	1.185	1.255	1.050	82	102	870	753	117	0,767	1.921	1.281	890
10 .....	1.400	1.230	1.310	1.100	85	105	900	780	120	0,884	2.210	1.469	950
10a .....	1.450	1.280	1.365	1.150	87	107	930	808	122	0,992	2.480	1.657	1.010

Для изготовления свинцового стекла предпочтительнее иметь широкий и низкий горшок, нежели высокий и узкий. Провар в низком горшке лучше. Зона для набора мастерами больше, удобнее ставить большее количество мастеров на одном горшке.

Составов для горшковой массы имеется большое количество. Ниже приведены составы из гресальмеродской, бахмутской и латинской глины, имеющие у нас практическое применение, а также некоторые составы, предлагаемые практиками Германии.

Подготовка горшечной массы производится следующим образом. Сырец и шамот должны быть измельчены и просеяны через сита. Для шамота употребляются сита с 36 отверстиями на кв. см., а для сырца с 64 отверстиями на кв. см. Массу следует в сухом виде несколько раз перемешать. Затем прибавляют воды в таком количестве, чтобы масса

не была сухой, но и не жидкой. Смешивание и проминание производят в деревянных колодах. Для получения хорошей массы следует перелопачивать и проминать раз в 6—8 дней и продолжать так в течение 6—8 недель. После того рекомендуется подвергнуть ее лежке в продолжение 2 недель. Масса при такой обработке становится особо пластичной и однородной. Когда масса готова, приступают к изготовлению горшков, которые выделываются в деревянных формах, либо от руки без них. Сначала набивается дно на деревянном круге, посыпанном крупнозернистым шамотом и вслед за этим выводятся стенки. Гончар обязан следить, чтобы нигде в массе не оставалось пустоты и чтобы накладываемые слои глины плотно сбивались. Когда горшок весь смазан, край покрывают мокрым холстом, чтобы предохранить его от быстрой сушки. Сушку ведут медленно и равномерно при температуре от 18 до 22° по С. Следует оберегать сырой горшок от сквозняков, а

<sup>1)</sup> Die Glasfabrikation. 2 Band, f. 712. 1911.

Составы, испытанные на практике:

СОРТ ГЛИН.	№№ составов						
	1	2	3	4	5	6	7
Гросальмероде:							
сырец . . . . .	6 ч.	5 ч.	—	—	—	—	—
шамот . . . . .	7 ч.	6 ч.	—	—	—	—	—
краевка . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
Бахмутская:							
сырец . . . . .	—	—	—	—	—	45	45
шамот . . . . .	—	—	—	—	—	61	52
краевка . . . . .	—	—	—	—	—	—	9
Латинская:							
сырец . . . . .	—	—	60	60	50	—	—
шамот . . . . .	—	—	54	60	45	—	—
краевка . . . . .	—	—	24	20	20	—	—

Составы для горшков из немецких глин, предлагаемые немецкими практиками:

СОРТ ГЛИН.	№№ составов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Гросальмероде:								
сырец част. . . . .	2	4	4	8	3	1	5	2
шамот „ . . . . .	—	3	2	8	—	—	3	1 1/2
Раконицкая:								
сырец „ . . . . .	—	2	—	—	—	—	—	—
шамот „ . . . . .	2	—	2	—	2	2	—	—
Мейсенск:								
сырец „ . . . . .	1	1	1	2	—	1	—	—
краевка „ . . . . .	1	2	2	4	1	1	3	1 1/2

также не держать их у раскрытого окна или дверей. Самый легкий ветерок может вызвать легкую, для глаза почти незаметную, трещину, гибельную для горшка. Надо также предохранять горшки от лишних передвижений и толчков. Пока горшки еще не высохли рекомендуется 3 раза: рано утром, днем и вечером постукивать по дну и по стенкам горшков. Такое постукивание предохраняет горшки от трещин. Через 2—3 недели горшок уже становится полусухим. Гончар оправляет горшок, обрезывает ножом края, ставит № и т. д. Сухим следует считать горшок только тогда, когда он звенит при постукивании. Чем дольше хранится горшок до вставки в печь, тем он дольше служит. Плохо, когда в печь приходится брать 3-х месячные горшки; пригодными надо считать 6—8-месячные, но еще лучше иметь в запасе выдержанные не менее года.

Большое зло на стекольных заводах—это частые утечки горшков, нарушающие нормальный ход производства. Причины тому много; одна из наиболее часто встречающихся—трещины. Последние могут происходить, если смесь составлена слишком жирной. Однако, отощающие средства допустимы до определенного предела, ибо они уменьшают связность массы. Краевку, употребляемую для горшковой смеси, следует весьма тщательно очищать от остатков приставшего к ней старого стекла, которое, попадая в горшковую массу и расплавляясь, может повлечь за собой разрушение тела горшка со всеми последствиями, отсюда вытекающими.

Величина зерна шамота тоже имеет влияние на прочность горшка, ибо от нее зависит связность массы. Трещины могут появляться, если в массу прибавлено много воды, вследствие чего масса будет неравномерно высыхать—тонкие места горшка быстрее толстых, плохая сушка тоже может вызвать трещины; они часто имеют место в особенности тогда, если сейчас же после вставки подвергаются действию острого короткого окислительного пламени с большим количеством перегретого воздуха. Перед первой засыпкой следует задавать стекольный бой и вымазать им после того, как он расплавится, внутренние стенки горшка.

В № 11 журнала Sprechsaal за 1922 г. даются некоторые указания для изготовления горшков, в которых будет вариться свинцовое стекло.

1) Массу следует делать более крутой, но вместе с тем связной, т. е. давать больше сырца и замочить его при небольшом количестве воды.

2) Для плавки свинцового стекла очень рекомендуется Гросальмеродская и Мейсенская глина. С Раконицкой их смешивать не следует, так как она в стекле не растворяется наравне с другим. Точка плавления ее выше, и поэтому частицы ее будут оставаться в стекле нерастворенными. Составы смесей за №№ 4 и 5, приведенные в таблице, рекомендуют особо тщательно обработать. Воду для замачивания брать кипяченую, массу в колоде выдержать не менее 4-х недель, перелопачивая не менее 2-х раз в неделю. Горшки смазать и сбить очень плотно. Практика варки свинцового стекла показала, что:

1) Горшки тем сильнее разъедаются этим стеклом, чем выше процентное содержание в нем окиси свинца при одинаковом процентном содержании щелочей;

2) горшки сильнее разъедаются свинцовым стеклом, содержащим, при одинаковом проценте окиси свинца, больше щелочей;

3) горшки тем сильнее разъедаются свинцовым стеклом, чем дольше стекло в жидком состоянии находится при высокой температуре;

4) растворение стенок горшка происходит различно у горшков, изготовленных из кассельской, бахмутской и латинской глин. Равномерно протекает растворение у первых двух, стенки горшка большей частью остаются гладкими, уменьшаясь в толщину в то время, как при воронежской глине



толщина стенок почти не уменьшается, но зато они усеяны ямками;

5) растворимость воронежской глины слабее касельской и бахмутской, и стекла одного и того же состава, сваренные из одних и тех же сырых материалов при тех же температурах в разных горшках (бахмутском и латнинском), содержат разный %  $Al_2O_3$ , т. е. растворимость разных глин в одном и том же стекле при одинаковых условиях не одинакова;

6) стекло тем чище, чем равномернее растворяются стенки горшков;

7) обогащение свинцового стекла глиноземом за счет стенок горшка колеблется в пределах от 0,5 до 1,2%;

8) горшок тем легче и сильнее разъедается, чем он менее выдержан в гончарной, и

9) горшок сильнее разъедается, если он в тепловой печи был слабо обожжен и выведен после вставки.

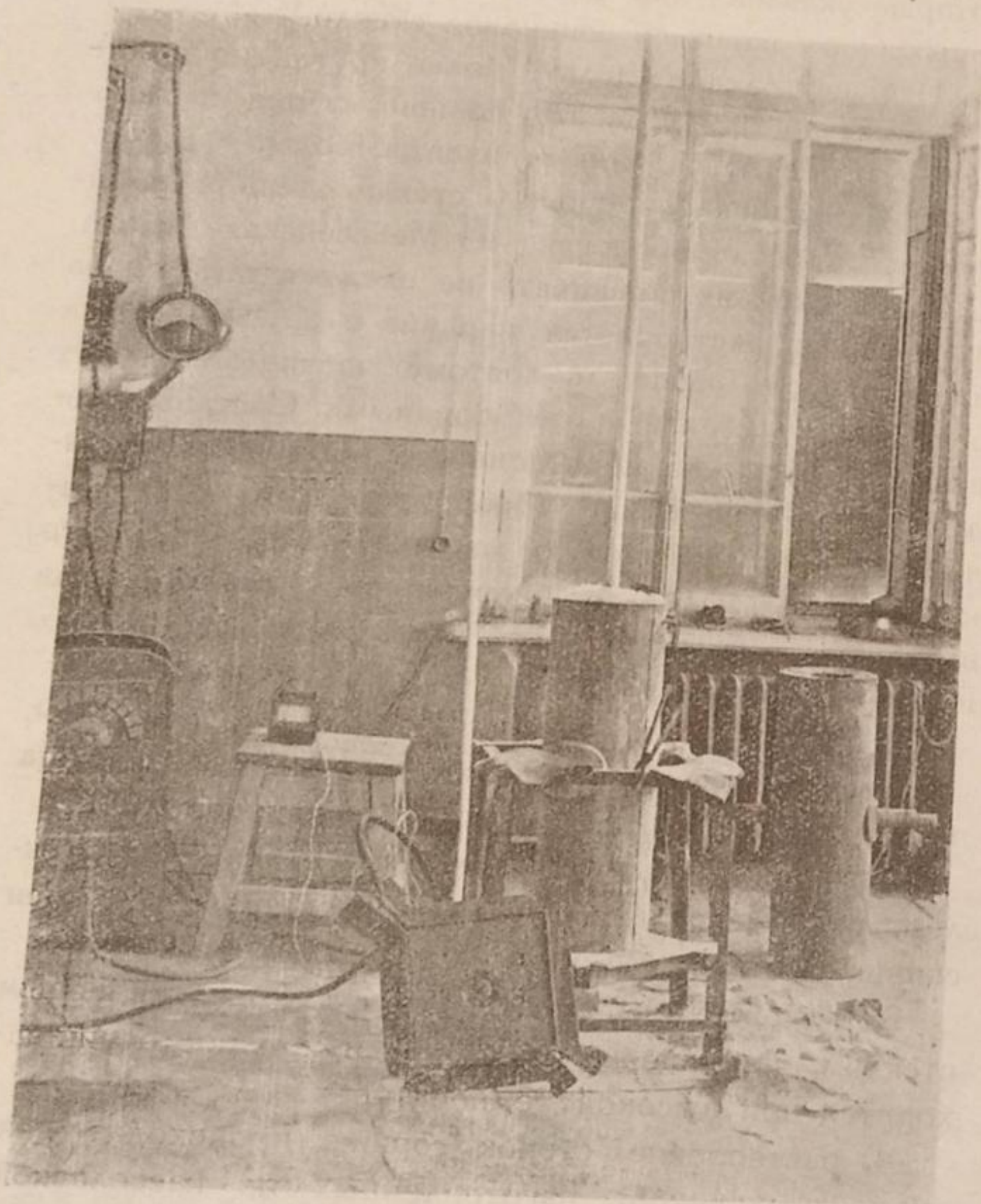
В заключение следует подчеркнуть, что получение годного свинцового стекла находится в прямой зависимости не только от условий его варки, но и от качества глин, употребляемых для изготовления стекловарных горшков, от подготовки их, обработки, способов хранения массы, аккуратности и точности изготовления из нее горшка, заботливой его сушки, хранения и установки в печи.

Весь труд и все внимание, уделяемые горшечному цеху, сторицей себя окупят. Гончарная на стекольном заводе с горшковыми печами является его сердцем. Это следует запомнить многим из техников, все свое внимание уделяющих гутте и мастерским по обработке стекла и оставляющим в стороне изучение вопросов, касающихся огнеупорных глин и изготовления из них стекловарных горшков и печного припаса.

Инженер-технолог И. Китайгородский.

### Трубы из кварцевого стекла.

Горно-Металлургическая Лаборатория Института Прикладной Минералогии и Петрографии в феврале текущего года открыла Электротермическое Отде-



ление (Парадная, 8), в котором поставлен был ряд проб получения непрозрачного кварцевого стекла (витреозила).

В настоящее время предварительные работы закончены, и лаборатория приступила к производству труб из кварцевого стекла внутреннего диаметра от 15 до 25 м/м, длиной до 4 метров кроме этого, более тонких труб от 8 до 10 м/м внутреннего диаметра.

Как те, так и другие пока предназначаются как покрывки к термоэлементам платино-родиевой пары, что лучше и дешевле фарфоровых оболочек (цена за кварцевую от 15 до 12 руб., за фарфоровую, — от 20 до 25 рублей).

Помимо приготовления труб лаборатория оборудовала разрезку их, шлифовку, оплавление на электрических дуговых лампах.

В настоящее время Лаборатория занята опытами над выдуванием из кварцевых труб кварцевой посуды. Опыты эти еще не закончены.

Производство кварцевых труб для России есть новое дело; такого производства раньше не существовало, и, понятно — начало всегда трудно, а в новом деле и особенно. Пришлось преодолеть ряд самых разнообразных затруднений, пока дело стало налаживаться.

Прилагаемый рисунок дает представление об основном орудии производства — электрической печи.

В центре рисунка цилиндрическая железная печь на подставке; верхняя крышка снята и лежит спереди. Печь внутри выложена огнеупорным кирпичем. Из центра печи выходит вверх белая труба — это и есть труба из кварцевого стекла; рядом поставлена такая же, только тоньше. Слева от печи приборы: реостат, амперметр, рубильник и вольтметр, по которым рабочий регулирует электрическую энергию, поступающую в печь.

Работа приготовления кварцевого стекла происходит так: в печь центрально вставляют угольную круглую палку, засыпают кварц и накладывают

верхнюю крышку. Под печи и крышка из угля, они соединены с электрической проводкой. Затем пропускают электрический ток, который входит через верхнюю угольную крышку, а выходит через нижнюю, пройдя по угольной палке внутри печи и нагрев ее до 1750—1800°C.

Кварц, засыпанный кругом, сплавляется в стекло (температура его плавления 1625°C по Fenner'у) и, благодаря большой вязкости, не стекает вниз.

Когда наступает конец плавки, рабочий снимает верхнюю крышку щипцами, берет за конец угольной палки, вынимает ее, накладывает на талых щипцы на конец кварцевой трубы, а другой рабочий вытягивает талыми трубку до необходимой длины.

Вся операция протяжки, с конца плавки до конца протяжки, 10—8 секунд. Если рабочий запоздает, труба остынет и не будет тянуться—порвется.

Чтобы нижний конец кварцевой трубы не выскочил при протягивании, его особым приспособлением закрепляют внутри печи.

По охлаждении трубу вынимают, режут на кругах на части, очищают с поверхности и, если нужно, оплавливают с концов или с поверхности в особых электрических печах.

Кроме описанного лаборатория наладила производство кварцевых палочек от 0,5 до 2 м/м диаметром по специальному запросу электровакуумных заводов.

Профессор М. Максименко.

## Опытный горн системы Зегера Государственного Керамического Исследовательского Института.

Как известно, наша керамическая промышленность испытывает крайний недостаток сведений в вопросе о конструкции печей специального назначения. К сожалению вопрос этот недостаточно освещается не только в нашей технической литературе, но и заграничной, где обыкновенно дают одну только схему сооружения, не вникая в детали и упуская из виду много существенного.

Желая хотя несколько заполнить этот пробел и тем притти на помощь заинтересованным работникам на местах, наш журнал наметил периодически публиковать сведения о работе, конструкции и расчете различных печей опытного и производственного назначения, представляющих тот или иной интерес.

Как первое начинание, в настоящей статье приводятся некоторые данные, касающиеся опытного горна системы Зегера, работающего в Керамическом Институте.

Горн этот в его оригинальном виде (см. фиг. 1—3) был отстроен мною в бывш. Художественно-промышленном училище Штиглица еще в 1905 году для обжига опытных работ по фарфору и каменному товару. Впоследствии, а именно в 1919 году, он был отстроен в Государственном Керамическом Исследовательском Институте с некоторыми изменениями, произведенными инженером Н. Н. Качаловым, и имевшими целью дать возможность легко изменять размеры ответственных частей печи, дабы производить широкие эксперименты при изучении вопросов по сжиганию топлива в такого рода устройствах.

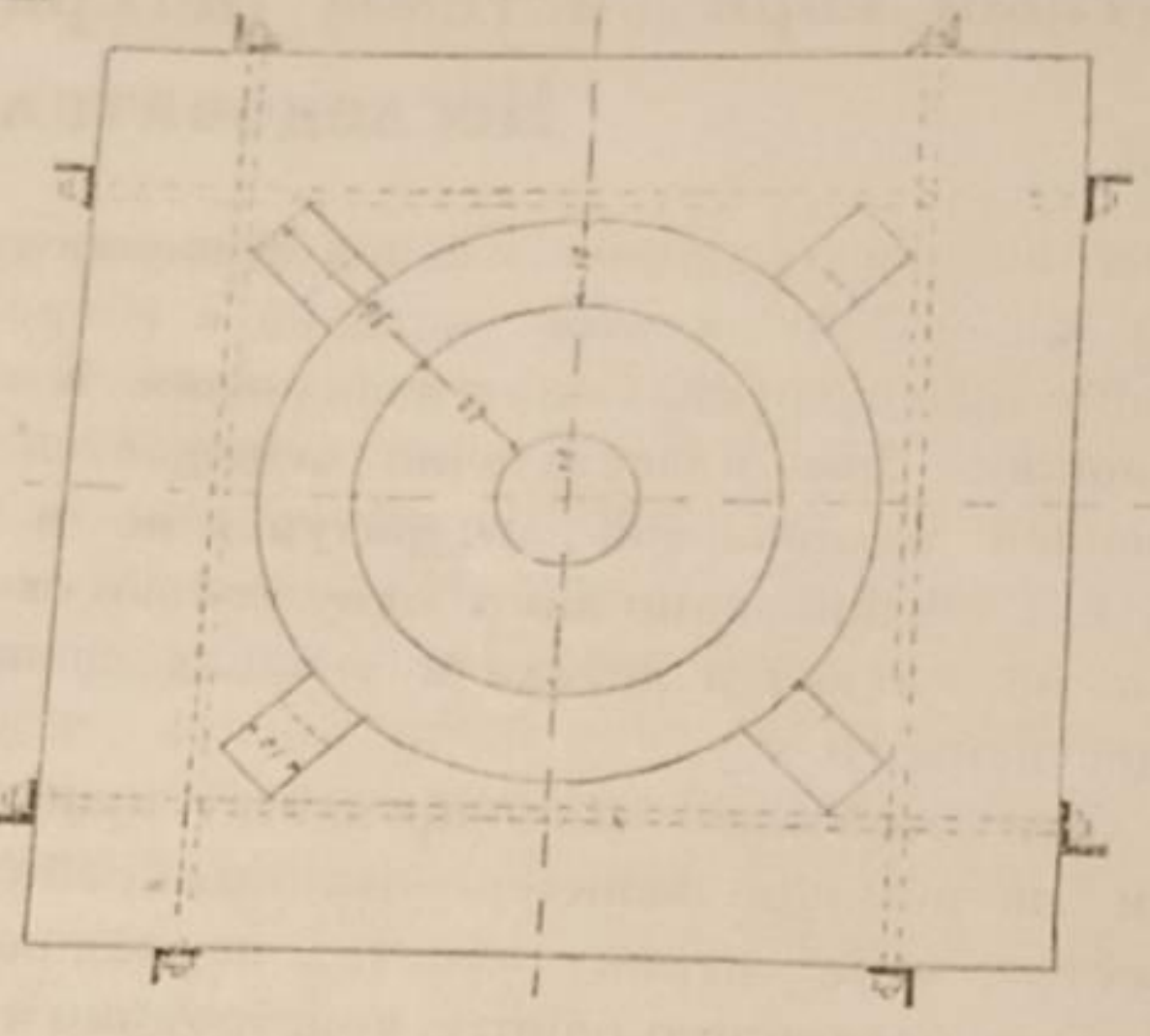
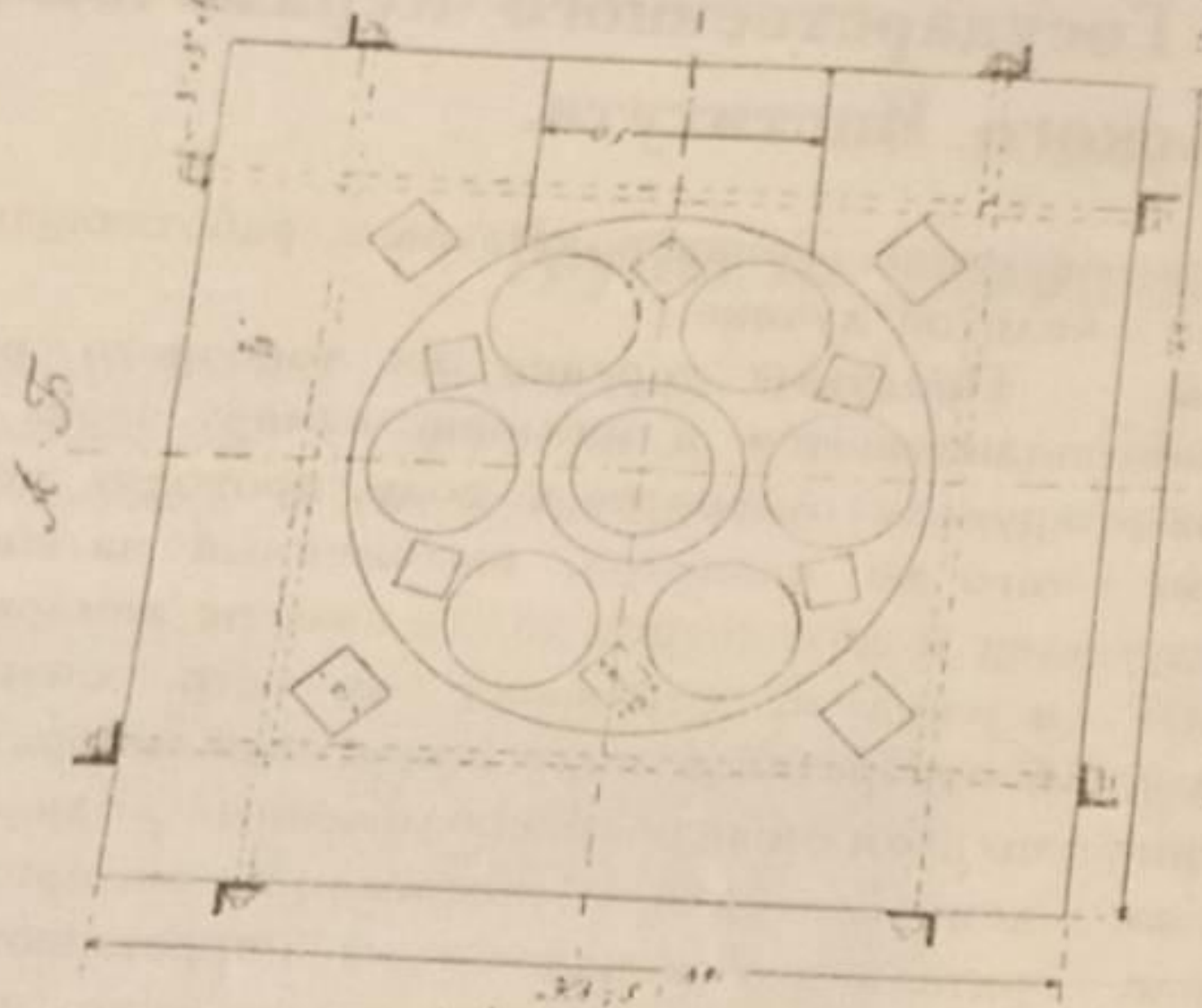
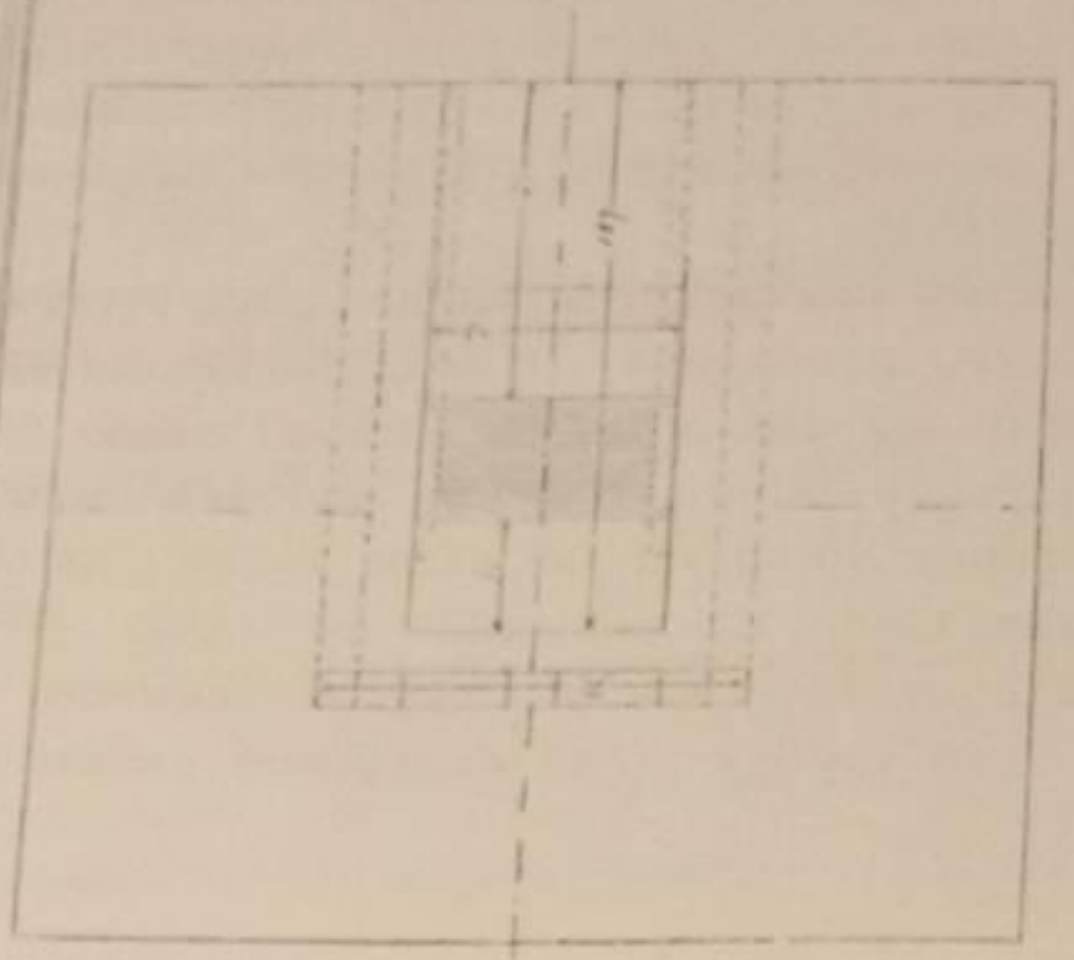
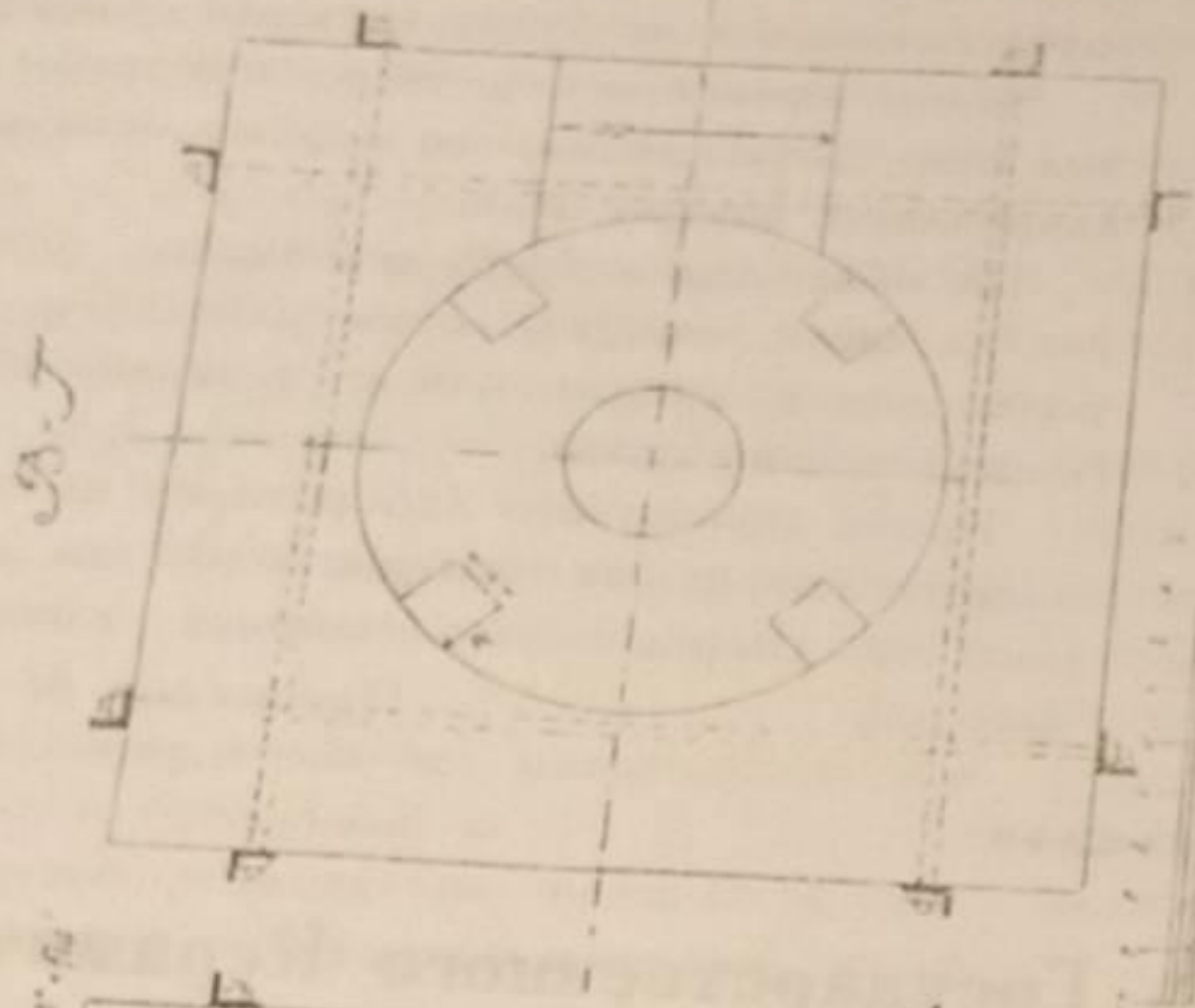
Горн двух-этажный. Нижняя камера, служащая для высокого обжига, развивает температуру до 1400° и имеет цилиндрическую форму, диаметром в 1 метр и высотой в 0,9 метра. Верхняя камера, той же формы и того же диаметра, имеет в высоту 0,7 метра, подымает температуру не выше 1200° и служит для первого обжига изделий и других вспомогательных

операций. Топка полугазовая, работающая на мелко колотой лучине.

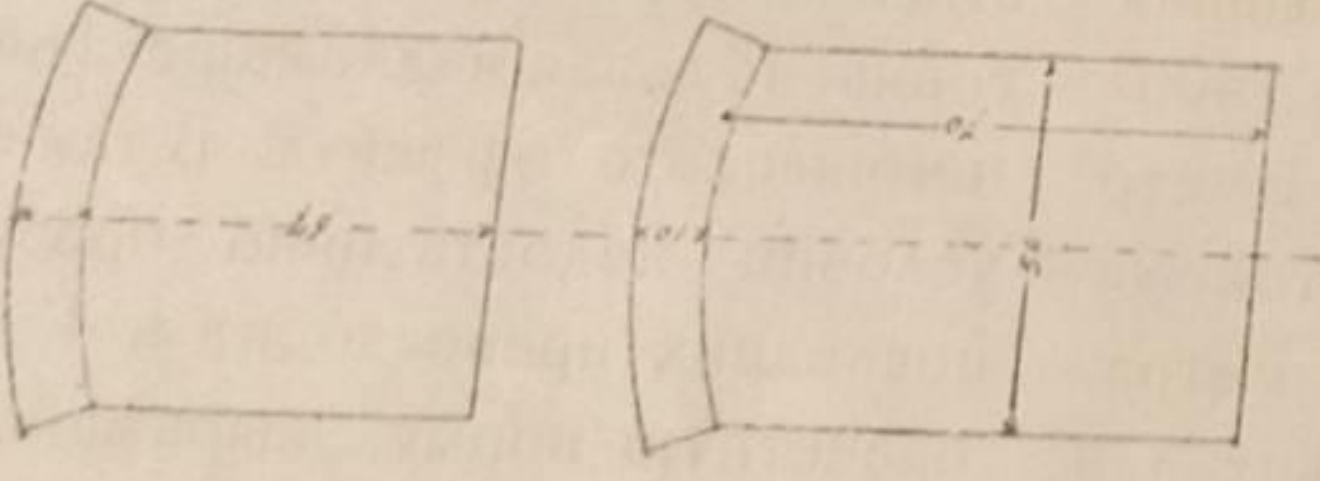
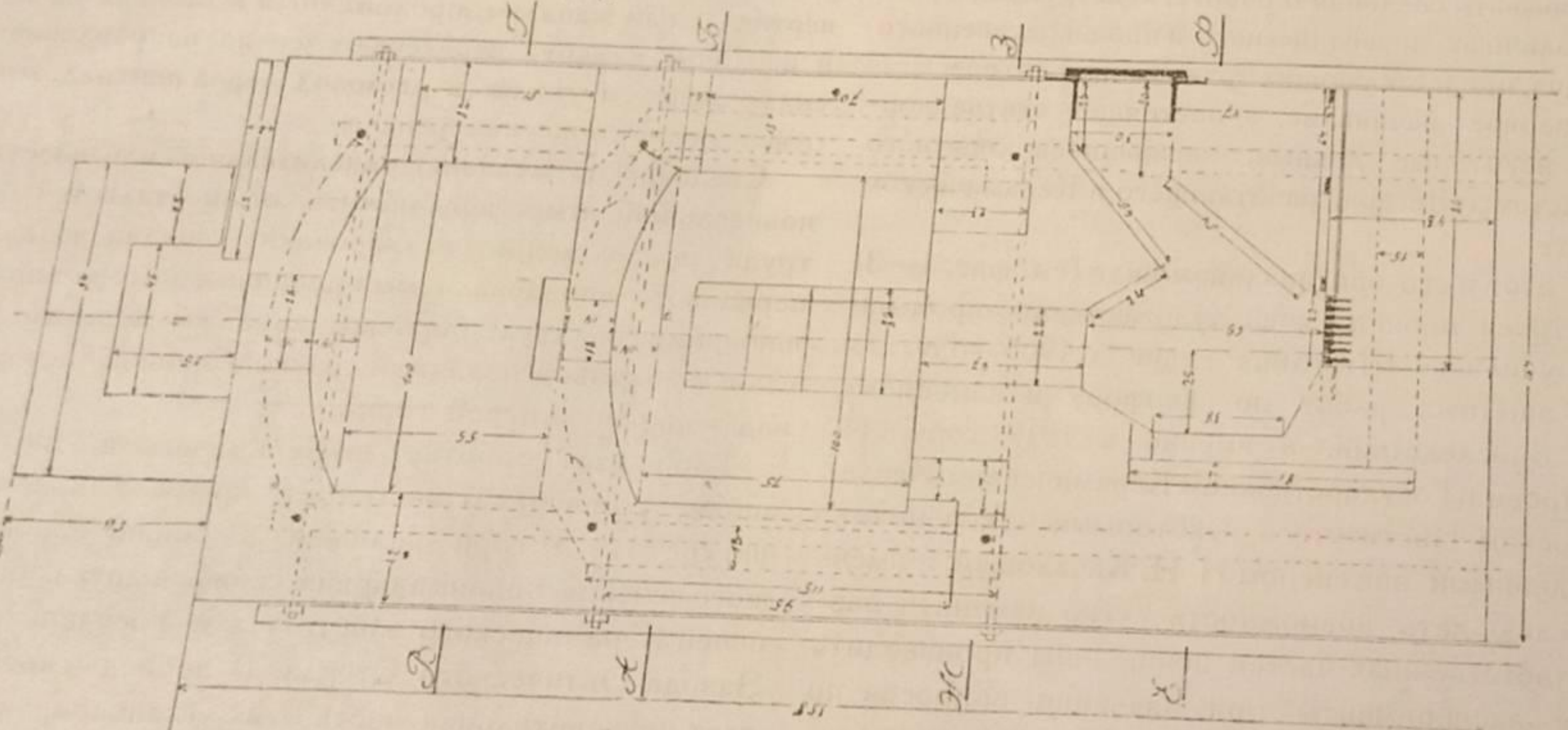
Продукты горения из топочного пространства поднимаются в нижнюю камеру через центральное круглое отверстие в поду, проходят через цилиндр того же диаметра, выложенный из шамотовых колец и достигающий до  $\frac{3}{4}$  высоты камеры, ударяются в свод и, отражаясь от него, опускаются через 6 отверстий в поду в круговой собирательный канал, по пути омывая, расположенные кольцеобразно, 6 колонн капсулей с обжигаемым материалом. Из собирательного канала газы направляются по четырем вертикальным каналам, проложенным в стенках печи, в верхнюю камеру, пересекают ее по направлению снизу вверх и уходят в дымоход через центральное отверстие в своде камеры.

Создание по желанию окислительной или восстановительной атмосферы обжига осуществляется без труда при помощи регулирования подачи воздуха: первичного—поддувальными дверцами и вторичного—шиберами в двух боковых каналах, а также действием дымовой задвижки, расположенной в вылете над верхней камерой горна.

Горн этот работает в Керамическом Институте вполне успешно по настоящее время. Как видно на фигуре 4 и 5, горн включен в общий боров большого сечения, принимающий в себя ряд других опытных печей Керамического Института и Государственного Завода Оптического Стекла. В периоды, когда работает незначительная часть этих установок, тяга существенно ослабевает и нарушает нормальную работу горна, не давая надлежащего пирометрического и экономического эффекта. В такие периоды, а также при условии недостаточно просушенных дров, расход последних превосходит в 1½ и несколько более раз расчетную норму, выражающуюся, как будет видно дальше, количеством 35 килогр. в час. Вообще же,



Фиг. 1.



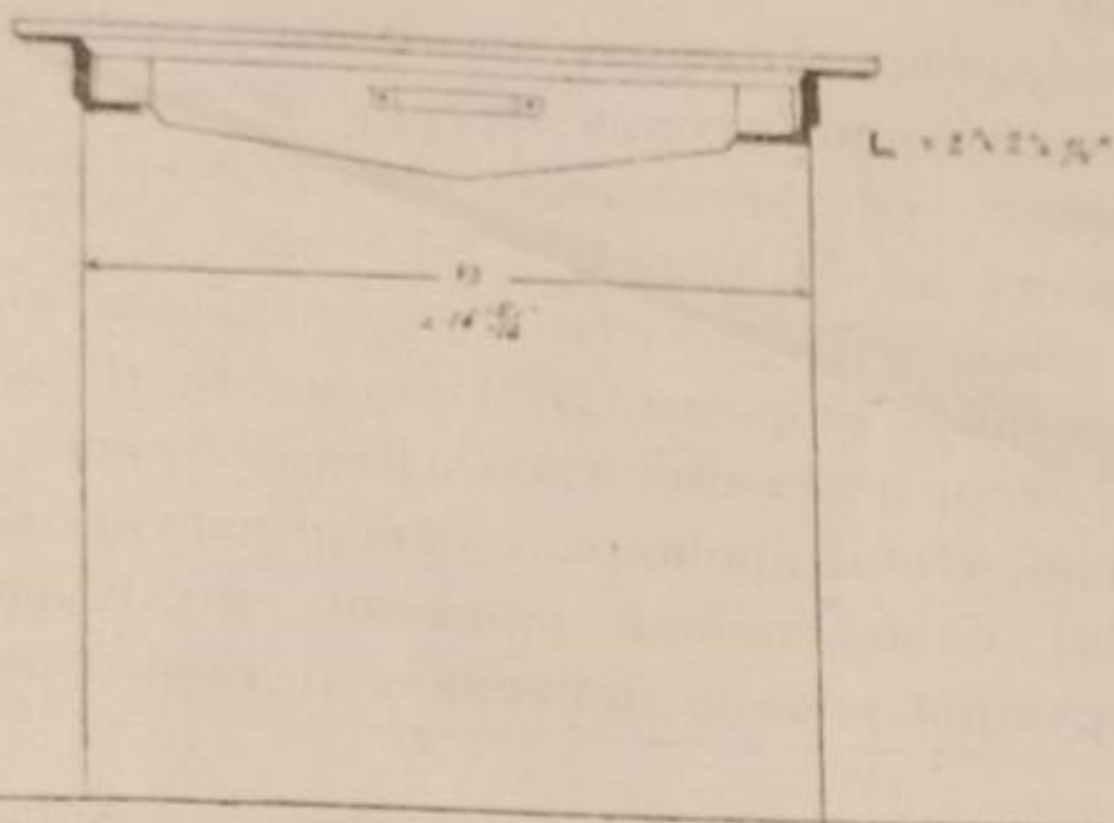
при умелом обращении и пользовании вполне доброкачественным топливом, горн Зегера следует признать чрезвычайно удобным и экономичным печным сооружением опытного типа.

В заключение привожу полностью, составленные в 1919 году по поручению Керамического Института инженером Н. Н. Качаловым, поверочный расчет и проект конструкции подвижных элементов горна Зегера, со всеми вспомогательными чертежами (фиг. 4—9).

**Конструкция подвижных элементов печи.**

**1. Отверстие влета.**

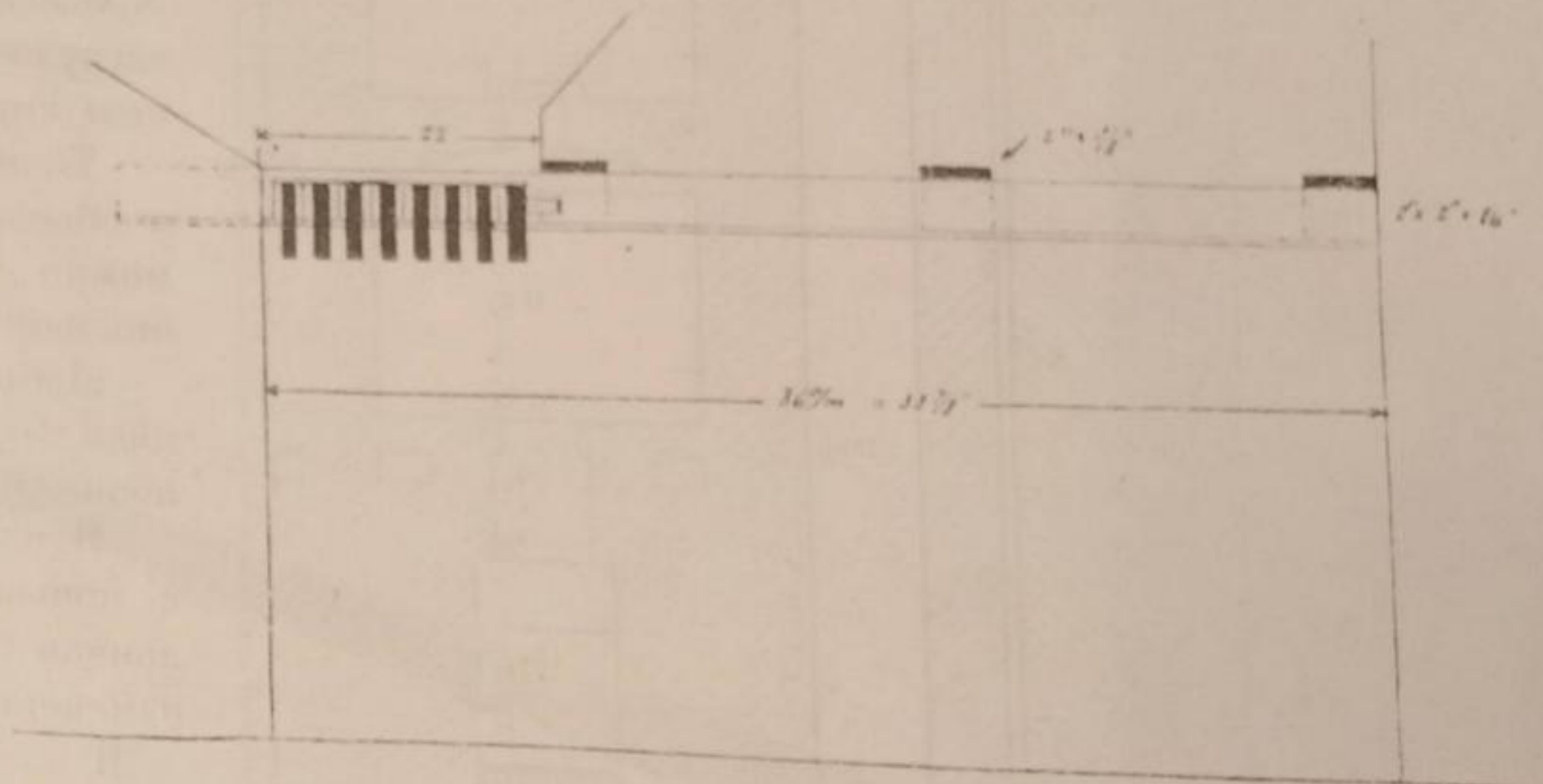
Круглая труба, диаметром 24 см., площадью поперечного сечения 0,045 кв. метр. Скорость газов— $7,1 \frac{\text{метр.}}{\text{сек.}}$  (см. „Поверочный расчет“). Желательно



Фиг. 2.

**2. Отверстия вылета.**

Отверстия вылета делаем квадратного сечения, оставляем сверху четверти и накладываем в них шамотовые диафрагмы „О“ (фиг. 8) с круглым отверстием. Должно быть изготовлено несколько



Фиг. 3.

иметь возможность легко изменять площадь ее сечения в ту и другую сторону.

Складываем трубу из отдельных шамотовых колец „С“ (фиг. 8). Даже будет удобнее в конструктивном отношении разрезать каждое кольцо на четыре части по двум взаимно перпендикулярным диаметрам.

- Наружный диаметр кольца 50 см.
- Внутренний „ „ 30 „
- Высота кольца . . . . . 12 „

Вместо любого из колец может быть заложена шамотовая же диафрагма „В“, такой же толщины и такого же наружного диаметра, но меньшего внутреннего диаметра „D“. Должно быть изготовлено несколько диафрагм с различными значениями для „D“ и, таким образом, представится возможность, варьируя сечения влета и высоту расположения сужения над топкой, найти наивыгоднейшие условия горения топлива. По действию обыкновенного лампового стекла мы знаем, в какой мере важно значение сужения и соответственные для каждой горелки размеры его.

Сделаем семь диафрагм с диаметрами в 30, 28, 26, 24, 22, 20 и 18 см. Тогда будем иметь площади сечения сужений и скорости газов в них:

D см.	Ω кв. метр.	C метр. сек.
30	0,071	4,5
28	0,061	5,2
26	0,053	6,0
24	0,045	7,1
22	0,038	8,4
20	0,031	10,3
18	0,025	12,8

комплектов диафрагм (всего отверстий вылета в горне Зегера шесть) с различными диаметрами круглого отверстия. Сделаем так, чтобы можно было получать для суммарной площади отверстий вылета те же сечения, что и для площадей влета, указанных в предыдущей таблице.

Диаметры диафрагм вылета „d“ и соответственные им суммарные площади сечений вылета.

d см.	ω кв. метр.
12,3	0,071
11,3	0,061
10,6	0,053
9,8	0,045
9,0	0,038
8,1	0,031
7,3	0,025

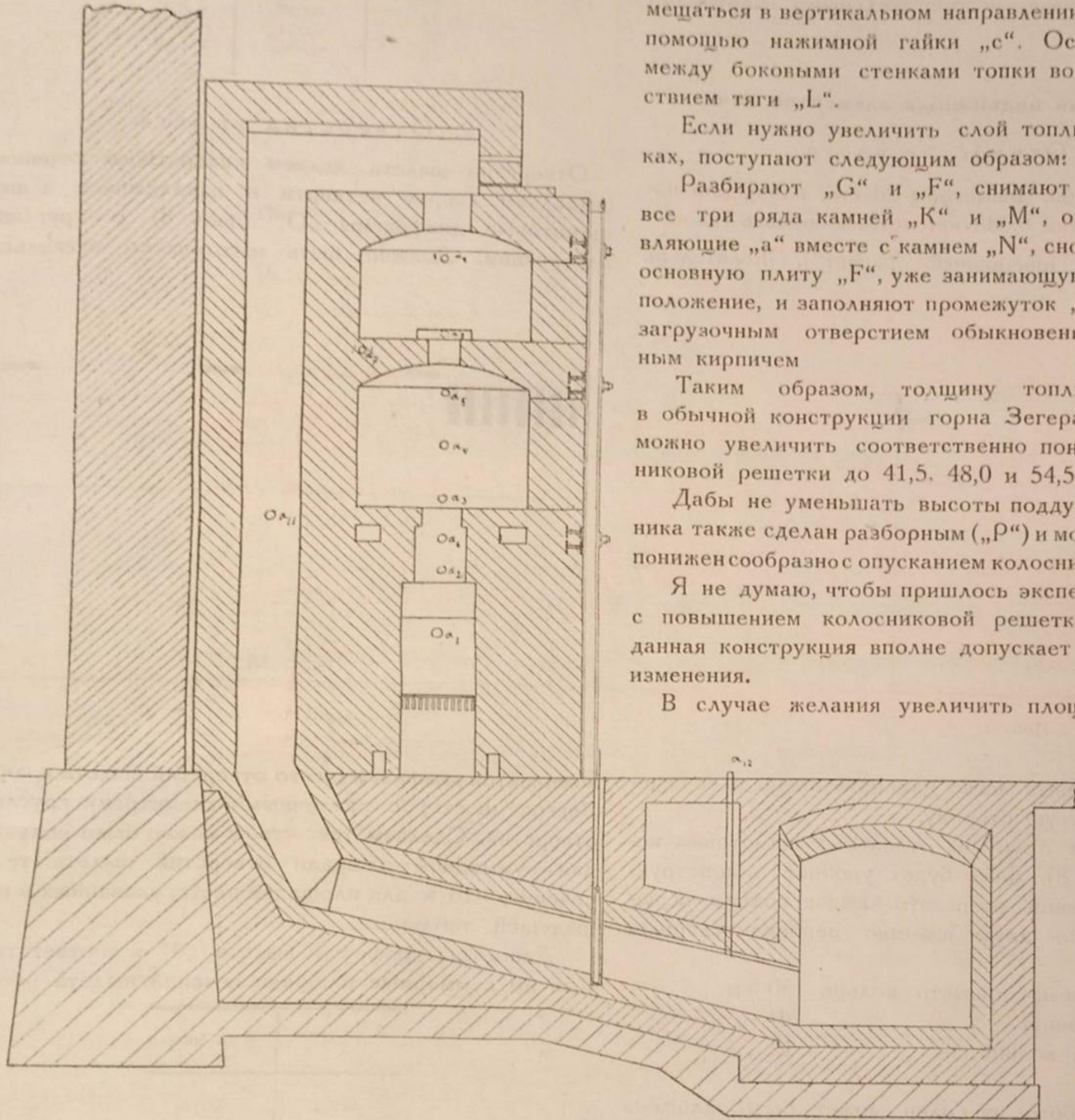
Размеры квадратной диафрагмовой доски: 18 × 18 × 7 см.

Размер сечения канала E (фиг. 8): 12,5 × 12,5 см.

## 3. Топка.

Желательно иметь возможность:

а. Изменять высоту расположения колосниковой решетки (для нашего случая горна Зегера хотелось бы произвести испытание несколько опустив колосниковую решетку, т. к. толщина слоя топлива—30 см. для полугазовой топки как будто бы и недостаточна).



Фиг. 4.

б. Увеличивать и уменьшать площадь решетки.

Для удобства такого рода манипуляций предлагаю сделать часть кладки топочного пространства между загрузочным отверстием и поддувалом разборной (фиг. 8 и 9). Основная плита сложена из двух камней „F“, размером каждый  $11,5 \times 32 \times 56$  см. и лежит на разборных пятах, составленных из трех рядов кирпичей „K“. Размеры кирпичей „K“— $6,5 \times 6,5 \times 21$  см.

Часть „N“ также представляет собою отдельный камень, покоящийся на угольниках „a“, опирающихся, в свою очередь, на разборную кладку „M“, сложенную из трех рядов кирпичей такого же размера, как и кирпичи „K“.

Противоположный конец угольковых направляющих, поддерживающих и самую колосниковую решетку, утвержден на кронштейне „b“, который может перемещаться в вертикальном направлении и закрепляться помощью нажимной гайки „c“. Ослабление связи между боковыми стенками топки восполняется действием тяги „L“.

Если нужно увеличить слой топлива на колосниках, поступают следующим образом:

Разбирают „G“ и „F“, снимают один, два или все три ряда камней „K“ и „M“, опускают направляющие „a“ вместе с камнем „N“, снова укладывают основную плиту „F“, уже занимающую более низкое положение, и заполняют промежуток „G“ между ею и загрузочным отверстием обыкновенным огнеупорным кирпичем

Таким образом, толщину топлива, принятую в обычной конструкции горна Зегера около 30 см., можно увеличить соответственно понижению колосниковой решетки до 41,5, 48,0 и 54,5 см.

Дабы не уменьшать высоты поддувала, пол зольника также сделан разборным („P“) и может быть легко понижен сообразно с опусканием колосниковой решетки.

Я не думаю, чтобы пришлось экспериментировать с повышением колосниковой решетки, но, однако, данная конструкция вполне допускает и такого рода изменения.

В случае желанья увеличить площадь колосни-

ковой решетки, не изменяя высоты ее положения, снимают камень „N“, заменяют его более узким и вдвигают до отказа раму решетки по угольковым направляющим „a“.

Таким путем, ширину решетки горна Зегера, принятую в 22 см., можно по желанию довести до 33 см., увеличив первоначальную площадь ее на 50%.

Фиг. 4 и 5 эскизно указывают расположение горна Зегера в печном зале Керамического Инсти-

туда, в связи с местонахождением проведенного уже главного борова.

Отверстия и проекции отверстий  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  и т. д., указанные на чертеже фиг. 4, служат для измерения температур, давлений, скоростей (трубками Пито), а также взятия проб для анализа газов.

Такого рода наблюдения должны производиться в следующих местах печи (см. также фиг. 8):

- $\alpha_1$ — поступление вторичного воздуха в топку.
- $\alpha_2$ — отверстие влета,
- $\alpha_3$ — низ нижней печной камеры,

$h$  — стрелка свода = 14 см.

Подставляем и находим:

$$V_1 = \approx 0,65 \text{ мт.}^3$$

$$V_2 = 6 \frac{\pi d_1^2}{4} h_1,$$

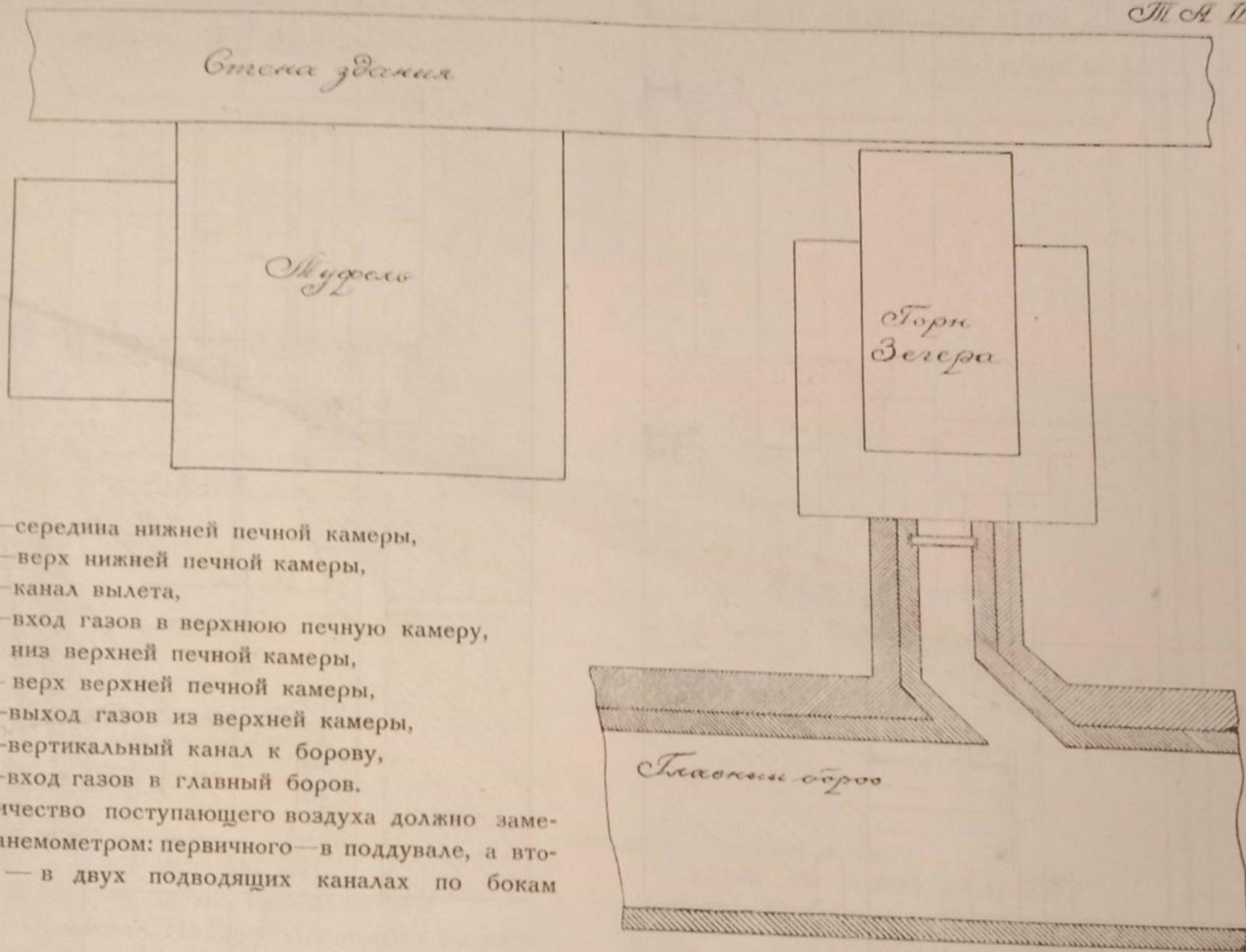
где:

$d_1$  — внешний диаметр капселей = 25 см,

$h_1$  — высота колонн капселей, которая принимается равной высоте центральной пламенной трубы = 67 см.

Подставляя, находим:

$$V_2 = 0,17 \text{ мт.}^3,$$



Фиг. 5.

- $\alpha_4$  — середина нижней печной камеры,
- $\alpha_5$  — верх нижней печной камеры,
- $\alpha_6$  — канал вылета,
- $\alpha_7$  — вход газов в верхнюю печную камеру,
- $\alpha_8$  — низ верхней печной камеры,
- $\alpha_9$  — верх верхней печной камеры,
- $\alpha_{10}$  — выход газов из верхней камеры,
- $\alpha_{11}$  — вертикальный канал к борову,
- $\alpha_{12}$  — вход газов в главный боров.

Количество поступающего воздуха должно замеряться анемометром: первичного — в поддувале, а вторичного — в двух подводящих каналах по бокам топки.

**Поверочный расчет испытательного горна системы Зегера, установленного в б. училище Штиглица.**

Чертеж доставлен К. И. Келером (фиг. 1—3).

а) объем печного пространства:

$$V = V_1 - V_2,$$

где:

$V$  — объем камеры в чистоте,

$V_1$  — полный полезный объем камеры,

$V_2$  — объем насадки (6 колонн капселей),

$$V_1 = \frac{\pi D^3}{4} H + \pi h \frac{1}{6} \left( 3 \frac{D^2}{4} + h^2 \right)$$

где:

$D$  — диаметр камеры = 100 см,

$H$  — высота до пят свода = 75 см,

а следовательно:

$$V = V_1 - V_2 = 0,65 - 0,17 = 0,48 \text{ мт.}^3.$$

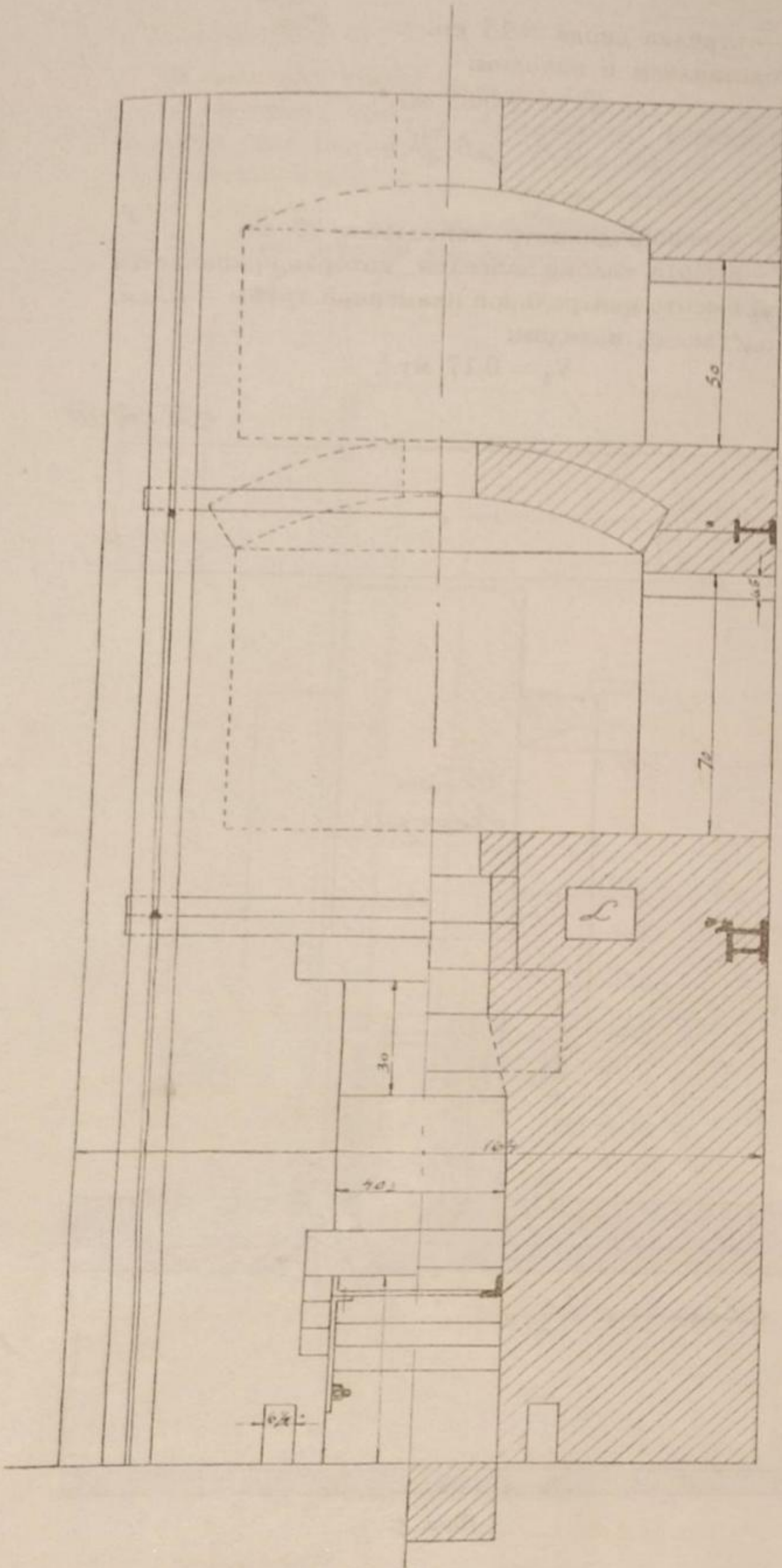
б) Количество печных газов:

Время пребывания газов в печном пространстве, примерно, 1,5 сек. (Грум-Гржимайло, „Основы правильной конструкции печей“, Toldt „Расчет Сименс-Мартеновской печи“).

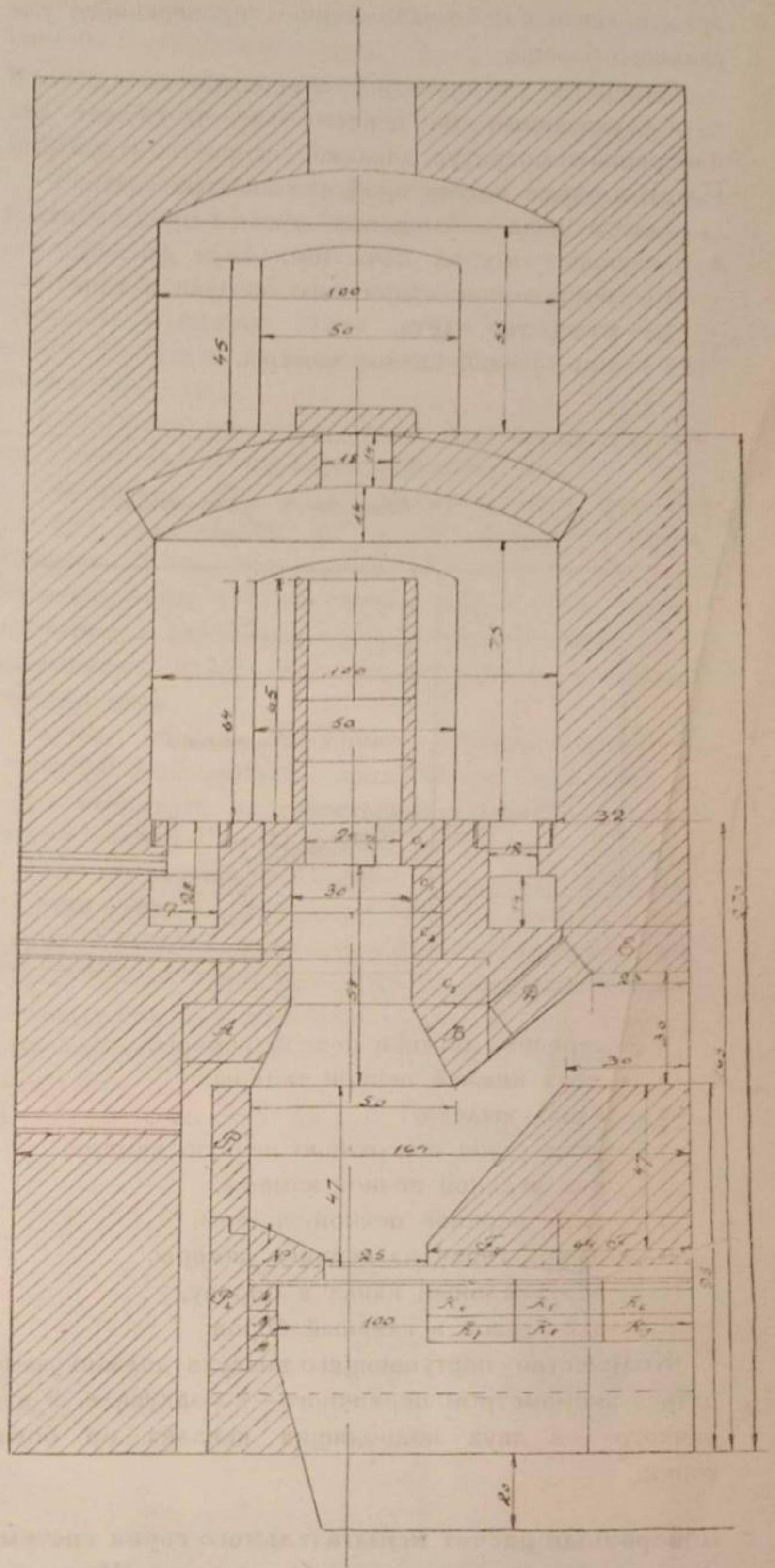
Отсюда объем газов в секунду:

$$Q \text{ сек.} = \frac{0,48}{1,5} = 0,32 \text{ мт.}^3, \text{ а в час:}$$

$$Q \text{ ч.} = 0,32 \cdot 3600 = 1152 \text{ мт.}^3.$$



Фиг. 6.



Фиг. 7.

в) Состав продуктов горения:

Средний состав воздушно-сухих дров:

C	— 40,65%
H <sub>2</sub>	— 4,63%
O <sub>2</sub>	— 35,37%
N <sub>2</sub>	— 0,24%
Зола	— 0,41%
H <sub>2</sub> O	— 17,08%
	100,00%

Состав в молекулярных объемах:

100 грамм дров содержат:

C	— 40,65 гр. или $40,65 : 12 = 3,388$ м. о.
H <sub>2</sub>	— 0,63 " " $4,63 : 2 = 2,315$ " "
O <sub>2</sub>	— 35,37 " " $35,37 : 32 = 1,105$ " "
N <sub>2</sub>	— 0,24 " " $0,24 : 28 = 0,009$ " "
H <sub>2</sub> O	— 18,70 " " $18,70 : 18 = 1,039$ " "

По Дюлонгу кислород принимается соединенным с водородом в воду, следовательно, приведенный состав дров на 100 гр.:

№ 1-2

C	.....	3,388	м. о.
H <sub>2</sub>	... 2,315 - 2 · 1,105	0,105	" "
N <sub>2</sub>	.....	0,009	" "
H <sub>2</sub> O	... 1,039 + 2 · 1,105	3,249	" "
Теоретический расход воздуха:			
для горения C в CO <sub>2</sub>	нужно O <sub>2</sub>	— 3,388	м. о.
" " H <sub>2</sub> " H <sub>2</sub> O	" O <sub>2</sub>	— 0,053	" "
		<u>Всего</u>	<u>3,441 м. о.</u>

Соответственно чему будет поступать N<sub>2</sub> из воздуха:

$$3,441 \cdot \frac{79}{21} = 12,945 \text{ м. о.}$$

а всего воздуха:

$$3,441 + 12,945 = 16,386 \text{ м. о.}$$

или в мт<sup>3</sup>:

$$16,386 \cdot 0,0224 = 0,367 \text{ мт}^3.$$

Фактическое же (см. выше)  $6,883 + 0,50 \cdot 6,883 = 10,325$  м. о. или на 1 кгр. дров:

$$10,325 \cdot 10 \cdot 0,0224 = 2,31 \text{ мет}^3.$$

а всего воздуха на 100 гр. дров:

$$9,503 + 10,325 = 19,828 \text{ м. о.}$$

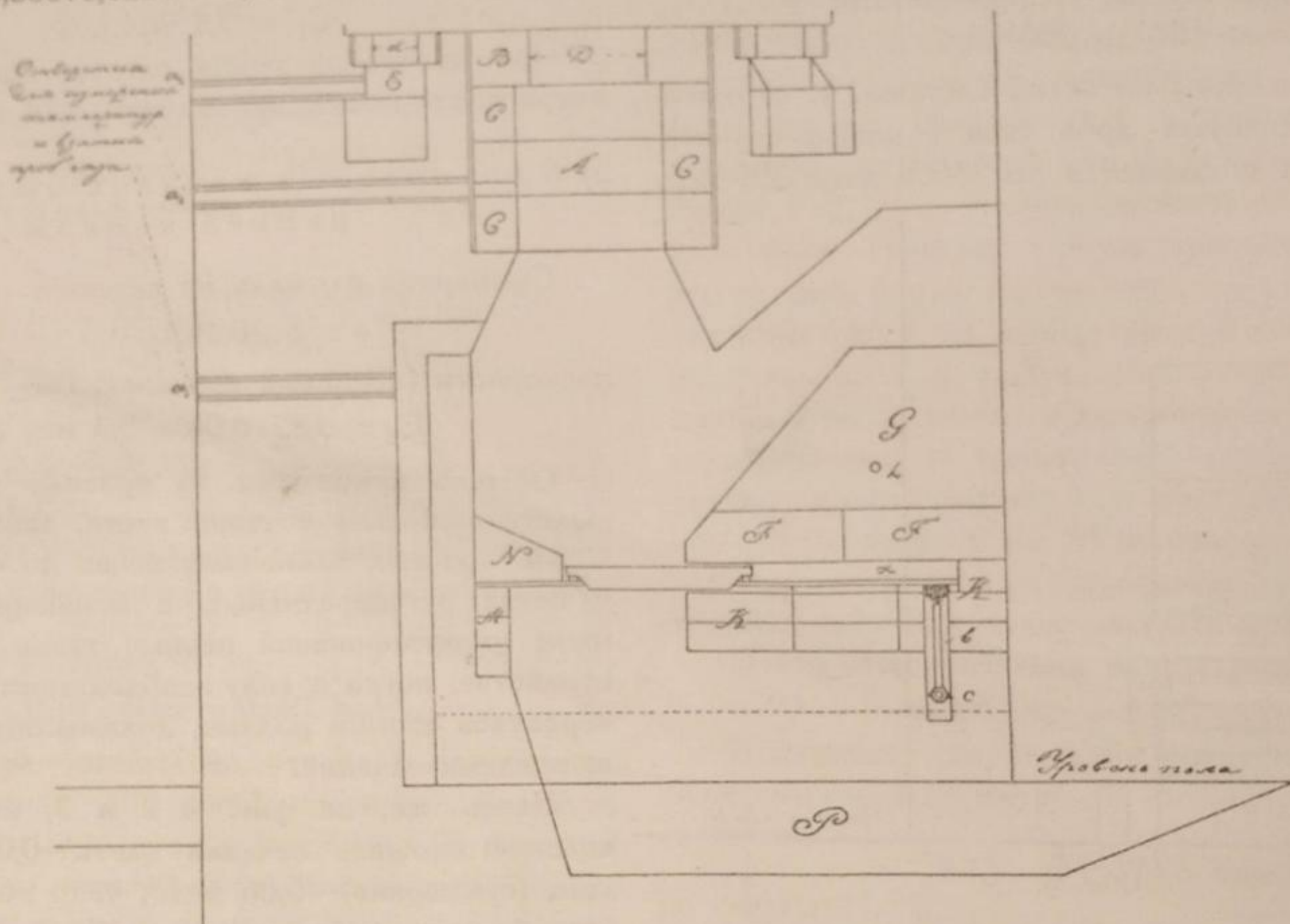
или на 1 кгр. дров в мет<sup>3</sup>:

$$19,828 \cdot 10 \cdot 0,0224 = 4,44 \text{ мет}^3.$$

следовательно полный избыток воздуха против теоретического количества — 21%.

Теперь находим окончательно состав и количество продуктов горения:

CO <sub>2</sub>	.....	3,388	м. о.
H <sub>2</sub> O	... 0,105 + 3,249	3,354	" "
N <sub>2</sub>	... 12,945 + 0,009	12,954	" "
			<u>19,696 м. о.</u>



Фиг. 8.

и на 1 кгр. дров:

$$0,367 \cdot 10 = 3,67 \text{ мт}^3.$$

Избыток воздуха против теоретического:

Топка полугазовая. По Грум—Гржимайло (основы правильной конструкции печей, стр. 20 и упражн. по металлургии, стр. 57), в такого рода топках количество воздуха составляет 0,50 до 0,66% теоретического, а вторичный воздух потребляется с избытком в 50%.

Примем для первичного воздуха среднюю цифру: 0,58%, т. е. на 100 гр. дров:

$$16,386 \cdot 0,58 = 9,503 \text{ м. о.}$$

или на 1 кгр. дров в мет<sup>3</sup>:

$$9,503 \cdot 10 \cdot 0,0224 = 2,13 \text{ мет}^3.$$

Теоретическое количество вторичного воздуха на 100 гр. дров:

$$16,386 - 9,503 = 6,883 \text{ м. о.}$$

или на 1 кгр. дров в мет<sup>3</sup>:

$$19,696 \cdot 10 \cdot 0,0224 = 4,41 \text{ мет}^3.$$

а при избытке воздуха в 21%:

CO <sub>2</sub>	.....	3,388	м. о.
HO	.....	3,354	" "
N <sub>2</sub>	... 12,954 + 3,442 · $\frac{79}{100}$	15,673	" "
O	... 3,442 · $\frac{21}{100}$	0,723	" "
			<u>23,138 м. о.</u>

или на 1 кгр. дров в мет<sup>3</sup>:

$$23,138 \cdot 10 \cdot 0,0224 = 5,18 \text{ мет}^3.$$

г) Количество сжигаемых в час дров:

Выше необходимый часовой объем печных газов исчислен в 1152 мет<sup>3</sup>.



$t^{\circ} \approx 1500^{\circ}$  (18—19sk), откуда часовой объем газов, приведенный к  $0^{\circ}$ :

$$Q_0 = \frac{1152}{1 + \alpha t} = \frac{1152}{1 + \frac{1500}{273}} = 177 \text{ мет.}^3,$$

следовательно, необходимо сжигать в час дров:  
 $177 : 5,18 = 35 \text{ кгр.}$

д) Проверка площади колосниковой решетки:

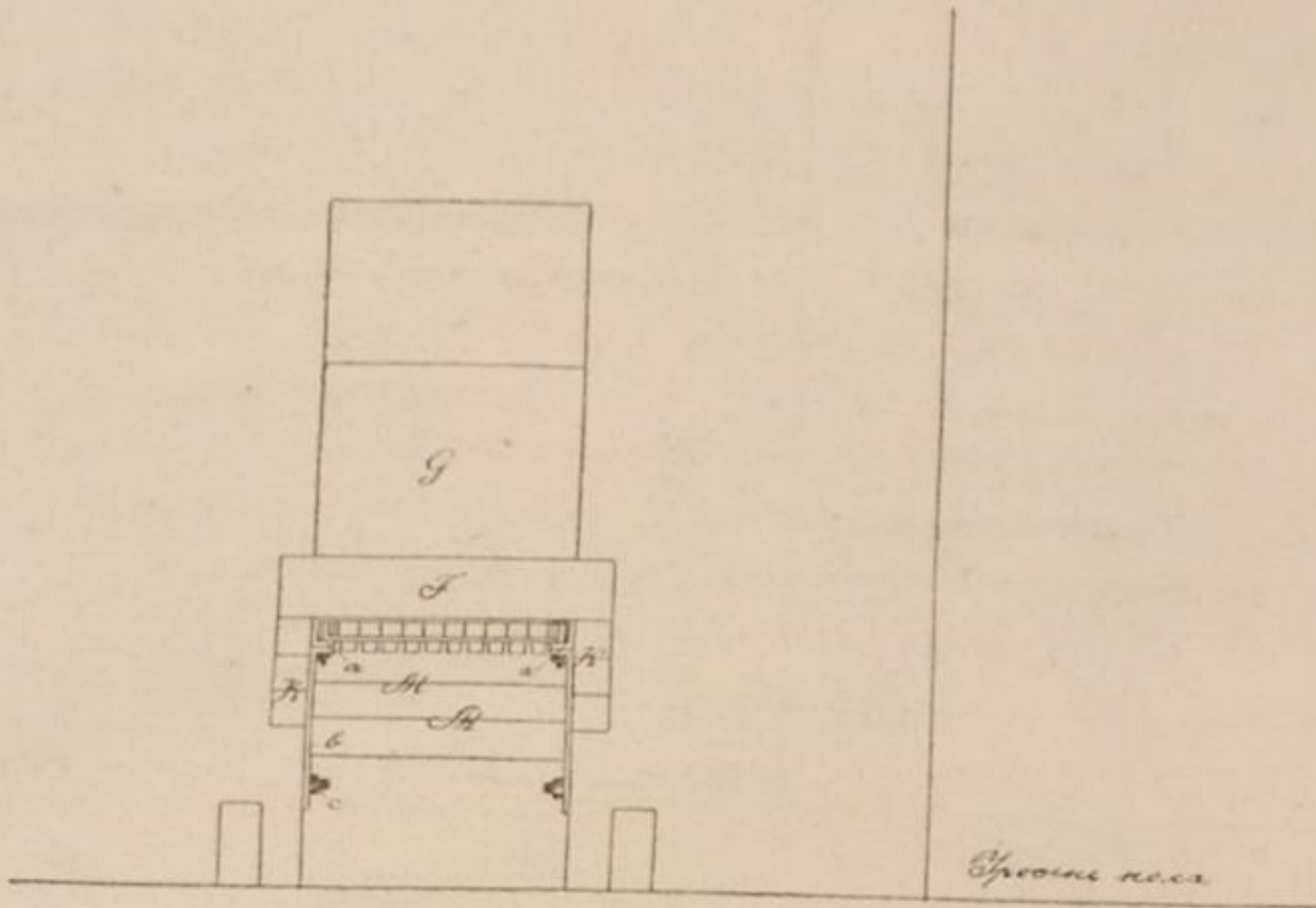
По данным фиг. 1, 2 и 3 площадь выражается:  
 $\omega = 0,22 \cdot 0,43 = 0,095 \text{ мет.}^2$

и напряженность решетки находится:

$$\frac{35}{0,095} = \approx 368 \text{ кгр.}$$

Для топок обыкновенных, не полугазовых, обычно даются следующие нормы напряженности:  
от 160 до 200 кгр.

В случае высокого качества топлива, т. е. очень сухих, тонко колотых дров (как в нашем случае), больший предел подымается до 250 и даже 300 кгр.



Фиг. 9.

При полугазовой же топке, где через решетку протягивается лишь первичный воздух, необходимый для газификации топлива, пределы должны соответственно измениться.

В нашем случае на 1 кгр. топлива приходится:  
первичного воздуха.....2,13 мет.<sup>3</sup>.  
вторичного „ .....2,31 „

Всего...4,44 мет.<sup>3</sup>.

т. е. на первичный воздух падает 48% от всего количества. А следовательно нормы напряженности должны измениться таким образом:

$$\text{от } \frac{160}{0,48} \text{ до } \frac{200}{0,48}, \text{ т. е.}$$

от 330 до 410 кгр.

Напряженность нашей решетки (368 кгр) лежит как раз посередине между указанными пределами.

е) Проверка размеров некоторых каналов:

1) Труба влета.

Площадь:

$$\frac{\pi d^2}{4} = 0,038 \text{ мет.}^2.$$

Секундное количество продуктов горения:

$$Q_{\text{сек.}} = \frac{1152}{3600} = 0,32 \text{ мет.}^3/\text{сек.}$$

Скорость газов:

$$C_1 = 0,32 : 0,038 = 8,4 \text{ мет./сек.}$$

Величина значительная, однако допустимая. В описании испытательного горна Зегера в книге Гейнеке *Neuere Oefen der K. Porzellan Manufaktur* для диаметра влета указан больший размер, а именно 24 см.

Тогда площадь = 0,045 мет.<sup>2</sup> и скорость

$$C_1' = 7,1 \text{ мет./сек.}$$

При постройке горна следует принять для диаметра влета последнее значение (24 см.).

2) 6 квадратных каналов вылета в поду нижней камеры.

Суммарная площадь их сечений:

$$\omega = 6 \cdot 0,1^2 = 0,06 \text{ мет.}^2$$

и скорости (принимая температ. газ. =  $\approx 1500^{\circ}$ ).

$$C_2 = 0,32 : 0,06 = 5,3 \text{ мет./сек.}$$

Обычно принимают за правило делать сечение вылета меньшим сечения влета, идя от отношения 1:3 в простых пламенных печах до отношения 1:1 в печах регенеративных, с меняющимся направлением циркулирования печных газов в печном пространстве, когда в силу необходимости влет и вылет, чередуясь своими ролями, должны обладать равными площадями сечений.

Здесь же, на фиг. 1 2 и 3, имеем обратное явление: площадь сечения влета—0,038 мет.<sup>2</sup>, а вылета (суммарная)—0,06 мет.<sup>2</sup>, т. е. почти в полтора раза больше.

По моему мнению такое соотношение следует признать ошибочным.

В той же вышеуказанной статье Гейнеке для каналов вылета приведены меньшие значения против данных чертежей фиг. 1—3, а именно, при диаметре круглых шести каналов в 0,1 мет. получаем общую площадь:

$$\omega' = 0,045 \text{ мет.}^2 \text{ и скорость:}$$

$$C_2' = 7,1 \text{ мет./сек.}$$

Очевидно Зегер исходил из отношения 1:1, которого и мы должны придерживаться.

3) Кольцевой канал, собирающий продукты горения из нижнего этажа.

Площадь сечения:

$$0,17 \cdot 0,14 = 0,024 \text{ мет.}^2.$$

$t$  газов в конце обжига =  $\approx 1400^{\circ}$ .

№ 1—2

Полный секундный объем газов, циркулирующих по кольцевому каналу:

$$0,32 \frac{1 + \frac{1400}{273}}{1 + \frac{1500}{273}} = 0,3 \text{ мет.}^3/\text{сек.}$$

Если предположить, что найдется такое сечение канала, по которому будет проходить даже половина всех печных газов, то и то скорость будет:

$$C_2 = \frac{0,15}{0,024} = 6,3 \text{ мет./сек.}$$

т. е. вполне допустимая величина.

4) 4 вертикальных канала в стенках горна.

Общая площадь:

$$4 \cdot 0,13^2 = 0,068 \text{ мет.}^2$$

t примерно = ~ 1300°.

Полный секундный объем печных газов:

$$0,32 \frac{1 + \frac{1300}{273}}{1 + \frac{1500}{273}} = 0,28 \text{ мет.}^3/\text{сек.},$$

а скорость:

$$C_4 = 0,28 : 0,068 = 4,1 \text{ мет./сек.}$$

5) 2 горизонтальных канала для подвода вторичного воздуха в топку.

Суммарная площадь их:

$$2 \cdot 0,15 \cdot 0,07 = 0,021 \text{ мет.}^2.$$

Выше было вычислено, что на 1 кгр. топлива расходуется около 2,31 мет.<sup>3</sup> вторичного воздуха. В конце обжига сжигается в час около 35 кгр. дров и следовательно часовой объем вторичного воздуха:

$$2,31 \cdot 35 = 80,85 \text{ мет.}^3/\text{час.}$$

а секундный:

$$80,85 : 3600 = 0,022 \text{ мет.}^3/\text{сек.}$$

Температуру воздуха при входе в вертикальный канал можно принять около 100°, и секундный объем воздуха при этих условиях:

$$0,022 \left( 1 + \frac{100}{273} \right) = \approx 0,03 \text{ мет.}^3/\text{сек.}$$

и следовательно скорость:

$$C_5 = 0,03 : 0,021 = \approx 1,4 \text{ мет./сек.}$$

6) Вертикальный канал для подвода дополнительного воздуха.

Площадь живого сечения (за вычетом трех контрфорсов, поддерживающих заднюю стенку топочного пространства):

$$(0,71 - 3 \cdot 0,08) \cdot 0,07 = 0,033 \text{ мет.}^2$$

t = около 200° (при влете в топку).

Отсюда секундный объем воздуха:

$$0,022 \left( 1 + \frac{200}{273} \right) = 0,038 \text{ мет.}^3/\text{сек.}$$

и скорости:

$$C_6 = 0,038 : 0,033 = 1,1 \text{ мет./сек.}$$

7. Прозоры колосниковой решетки.

Относительно площади живого сечения колосниковой решетки для дров существуют самые различные нормы. Многие конструкторы принимают для отношения площади живого сечения решетки ко всей площади ее пределы от 1:5 до 1:7; иные, как например Польгаузен, дают меньшие значения 1:3,5 и даже 1:2,5. Примем отношение 1:3,5, которое Польгаузен особенно рекомендует.

У Гейнеке ничего не сказано о величине прозоров в топке горна Зегера, а на чертежах фиг. 1—3 размеры решетки не проставлены. Однако из деталей топки, выполненной в достаточно крупном масштабе, видно, что как будто бы принято отношение 1:2, т. е. устанавливаемое обычно для каменного угля. Поэтому считаю нужным рассчитать решетку здесь заново. Кроме того, как у Гейнеке, так и на чертежах фиг. 1—3, направление колосников показано параллельным с направлением самой лучины, что никогда не делается и представляется мне простой погрешностью в исполнении чертежа. Во всяком случае полагал бы, что при постройке горна следует повернуть решетку на 90° и расположить колосники в направлении перпендикулярном лучине, чтобы последняя не могла сразу закрыть прозоры.

И так живое сечение нашей решетки:

$$0,095 : 3,5 = 0,027 \text{ мет.}^2.$$

Количество первичного воздуха на 1 кгр дров (см. выше) — 2,13 метр<sup>3</sup>

а в час:

$$2,13 \cdot 35 = 74,5 \text{ мет.}^3,$$

в секунду:

$$74,5 : 3600 = 0,021 \text{ мет.}^3.$$

Температуру воздуха между колосниками примем около 500°.

Тогда секундный объем воздуха:

$$0,021 \left( 1 + \frac{500}{273} \right) = 0,059 \text{ мет.}^3/\text{сек.}$$

и скорость в проходах:

$$C_7 = 0,059 : 0,027 = 2,2 \text{ мет./сек.}$$

8) Горизонтальный боровок над вторым этажом горна.

Площадь:

$$0,35 \cdot 0,45 = 0,16 \text{ мет.}^2.$$

Температура газов около 1000°, откуда секундный объем их:

$$0,32 \frac{1 + \frac{1000}{273}}{1 + \frac{1500}{273}} = 0,26 \text{ мет.}^3/\text{сек.}$$

и скорость:

$$C_n = 0,26 : 0,16 = 1,6 \text{ мет./сек.}$$

Скорость подходящая, сечение можно оставить таким, но для удобства следует перекрыть бороз сводиком (боковиком), а не плоско, как показано на фиг. 1.

9) Вертикальный канал, по которому продукты горения будут отводиться к главному борозу, проложенному под полом печного зала Керамического Института.

Несмотря на то, что  $t$  газов в нем будет конечно несколько ниже чем в предыдущем борозе, примем сечение его таким же, т. е.  $0,35 \times 0,45$  мет, в интересах уменьшения сопротивления при опускании горячих газов по вертикальному ходу. Размер  $0,35 \times 0,45$  кроме того удобен для кладки  $1\frac{1}{2} \times 2$  кирпича (огнеупорного).

10) Нижний наклонный бороз к главному борозу.

Будем исходить из той же скорости, что и для верхнего борозка, т. е. 1,6 метр/сек.;  $t^\circ$  продуктов горения примем около  $500^\circ$ .

Секундный объем продуктов горения:

$$0,32 \frac{1 + \frac{500}{273}}{1 + \frac{1500}{273}} = 0,14 \text{ мет.}^3/\text{сек.}$$

Искомая площадь сечения:

$$0,14 : 1,6 = \approx 0,09 \text{ мет.}^2,$$

возьмем:

$$30 \text{ см.} \times 30 \text{ см.}$$

К. И. Келер.

## Обследование теплового хозяйства Песоченской фаянсовой фабрики.

Проф. Б. С. Швецов, инж. Д. Б. Гинзбург и инж. Б. Ф. Кузьмич.

В апреле месяце 1924 г. Теплотехническим Бюро Продасиликата в составе инженеров Д. Б. Гинзбурга и Б. Ф. Кузьмича под руководством проф. Б. С. Швецова было произведено обследование Песоченской фаянсовой фабрики, находящейся в Брянской губ. у ст. Песочная, Мальцовской ж. д.

Обследование производилось по заданию Мальцкомбината.

Были произведены обследования 2-х горнов для обжига утильного товара, 1-го горна для обжига политого товара и 1-й печи обжига живописного товара—скороспелки.

Все обследования производились по нижеследующему заранее выработанному плану:

1. Учет расхода топлива.

Для выполнения означенного топливо выкладывалось штабелями определенных размеров и точно учитывались начало и конец их израсходования.

От каждого штабеля откладывалась  $\frac{1}{8}$  кв. сж. и определялся ее вес. Тогда же брались пробы опилок разных пород для определения влажности их. Зольность топлива непосредственно не определялась; взамен этого производился анализ очажных остатков и содержание в них золы относилось к общему количеству израсходованных дров.

2. Учет количества обжигавшегося товара.

Количество обжигавшегося товара определялось непосредственным взвешиванием его при загрузке или выгрузке, а также устанавливалось содержание влаги в образцах товара.

3. Измерение температур.

Измерение температур производилось термоэлектрическими пирометрами P.-Pt.-Rh и Fe-Const и оптическими пирометрами систем Ваннера и Арбатского; при обследовании пользовались также конусами Зегера.

Измерялись температуры обжигаемого товара, отходящих газов, кладки, окружающей среды и очажных остатков. Измерялись также температуры воздуха в месте выхода из вытяжек, служащих для охлаждения горна, в сушилку.

4. Анализы газов.

Анализы газов производились прибором Орса. Метан и водород определялись совместным сжиганием. Влажность газа определялась просасыванием определенного объема газа (10 L<sup>1</sup>) через трубки с хлористым кальцием.

5. Измерение давлений.

Давления измерялись тягомерами Крелля в верхней и нижней частях горнов и перед шибером дымовой трубы.

Количество воздуха, проходящее через вытяжки, определялось помощью анемометра.

Была сделана попытка опытного определения количества засасываемого воздуха в топку, но, в виду трудности определения площади засасывания и постоянной перестановки топочных заслонок, работа оказалась unsuccessful.

Влажность воздуха определялась психрометром, по разности температур сухого и влажного термометров.

Анализы золы, топлива и товара производились центральной лабораторией Мальцкомбината, нахо-

дающейся в селе Дятьково, Бежицкого уезда, Брянской губ.

В дальнейшем, в виду однородности обследований всех печей, приведен полный расчет по обжигу в горне № 15, а по остальным только результативная часть.

Данные анализов газов, измерений температур и давлений, а также места измерений и род применявшихся приборов указаны в прилагаемых диаграммах и таблицах.

**I. Утильный горн № 15.**

Горн № 15 служит для обжига утильного товара. Конструкция его ясна из прилагаемого чертежа № 1.

Основные размеры его:

- Диаметр . . . . . 7,82 мт.
- Высота до пят свода . . . . . 2,75 "
- Подъем свода . . . . . 1,68 "
- Полный объем горна равен . . . . . 175 мт<sup>3</sup>.

Топки расположены по периферии горна. Количество топок—8. Они снабжены колосниковыми решетками, площадью в 0,8 × 1,14 мт<sup>2</sup>. (площадь живого сечения равна 1/3 общей).

Топливом служили полуторааршинные воздушно-сухие дрова. Средний вес 1 куб. сж. установлен 191 пд. Состав дров по породам и содержание влаги в них приведены в таблице № 1.

Таблица № 1.

Наименование породы.	Содержание в % по объему.	Содержание влаги в % по весу.
Береза . . . . .	33,6	24,9
Осина . . . . .	64,3	28,6
Ель . . . . .	2,1	31,1
ИТОГО . . . . .	100,0	100,0

При указанной влажности вес <sup>1)</sup>

- 1 куб. сж. березы равна . . . . . 280 пд.
- 1 " " осины " . . . . . 224 "
- 1 " " ели " . . . . . 218 "

При указанном составе дров по породам вес 1 куб. сж. смешанных дров должна быть равна: 280 × 0,336 + 224 × 0,643 + 218 × 0,021 = 243 пуд.

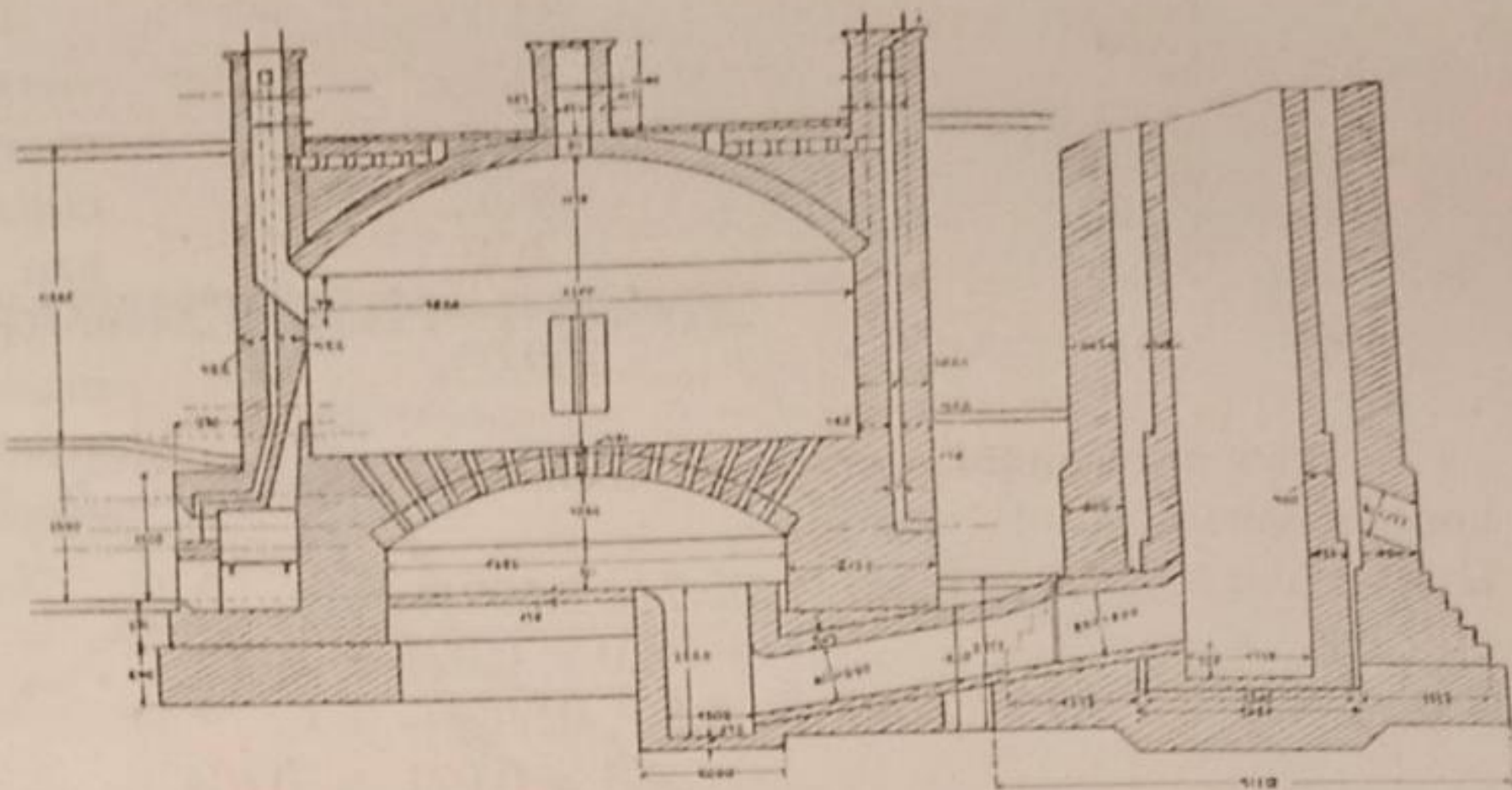
Принимая разницу в весе, по сравнению с фактическим весом, в 191 пуд. за счет худшей выкладки, получаем весовые отношения в 1 куб. сж. следующие:

береза . . . . .	$280 \times 0,336 \times \frac{191}{243} = 74$ пд.	38,7%
осина . . . . .	$224 \times 0,643 \times \frac{191}{243} = 113$ "	59,2%
ель . . . . .	$218 \times 0,021 \times \frac{191}{243} = 4$ "	2,1%
	191 пд.	100,0%

За весь период обжига было сожжено 12,74 куб. сж. = 39858,1 кгр. дров. Очажных остатков оказалось—212,9 кгр. Анализ пробы очажных остатков дал:

- зола . . . . . 75,0%
- органич. массы . . . . . 25,0 "

Отсюда средняя зольность топлива равна:  $\frac{212,9 \times 0,75 \times 100}{39858,1} = 0,4\%$



а потеря органической массы в остатках составляет:  $\frac{212,9 \times 0,25 \times 100}{39859,1} = 0,0013$  кгр. на 1 кгр. топлива.

Органическую массу, содержащуюся в остатках, принимаем состоящей из чистого С, что не вызовет значительной ошибки, принимая во внимание состав обугленной древесины при средней температуре очажных остатков, равной 1100°:

С—91,1%, О—1,6%, Н—6,5%.

Состав <sup>1)</sup> органической массы разных пород вместе с полученными значениями содержания влаги, зола и органической массы, сводим в таблицу № 2.

Таблица № 2.

Наименование породы.	Состав органич. массы.			W <sup>2)</sup>	A <sup>3)</sup>	Органич. масс.
	С	Н	О + N			
Береза . . . . .	49,4	6,3	44,3	24,9	0,4	74,7
Осина . . . . .	50,3	6,3	43,4	28,6	0,4	71,0
Ель . . . . .	49,6	6,4	44,0	31,1	0,4	68,5

Определяем средний состав топлива по породам:

Береза:

С . . . . .	$49,4 \times \frac{74,7}{100} = 36,9\%$
Н . . . . .	$6,3 \times \frac{74,7}{100} = 4,7$ "
О + N . . . . .	$44,3 \times \frac{74,7}{100} = 33,1$ "
W . . . . .	24,9 "
A . . . . .	0,4 "
	100,0%

<sup>1)</sup> К. В. Кирш „Дрова, как топливо“. М. 1919.

<sup>2)</sup> W—влажность.

<sup>3)</sup> A—зольность.

О с и н а:

C .....	35,7%
H .....	4,5 „
O + N .....	30,8 „
W .....	28,6 „
A .....	0,4 „
<hr/>	
	100,0%

Е л ь:

C .....	34,0%
H .....	4,5 „
O + N .....	30,8 „
W .....	28,6 „
A .....	0,4 „
<hr/>	
	100,0%

Состав смешанного топлива выразится следующим образом:

C .....	$36,9 \times 0,387 + 35,7 \times 0,592 +$ $+ 34,0 \times 0,021 = 36,1\%$
H .....	$4,7 \times 0,387 + 4,5 \times 0,592 +$ $+ 4,4 \times 0,021 = 4,6\%$
O + N .....	$33,1 \times 0,387 + 30,8 \times 0,592 +$ $+ 30,1 + 0,021 = 31,7\%$
W .....	$24,9 \times 0,387 + 28,6 \times 0,592 +$ $+ 31,1 \times 0,021 = 27,2\%$
A .....	0,4%
<hr/>	
	100,0%

Органической массы в топливе—72,4%.

Состав ее:

C .....	$\frac{36,1 \times 100}{72,4} = 49,9\%$
H .....	6,3 „
O + N .....	43,8 „

Принимая содержание азота = 1% от органической массы, получаем.

состав органич. массы:

C .....	49,9%
H .....	6,3 „
O .....	42,8 „
N .....	1,0 „
<hr/>	
	100,0%

и состав рабочего топлива:

C .....	36,1%
H .....	4,6 „
O .....	31,0 „
N .....	0,7 „
W .....	27,2 „
A .....	0,4 „
<hr/>	
	100,0%

Обжиг был начат в 19 ч. 30 м. 16-го апреля. Загружено было товара 20.786 кгр., из них 75% разных тарелок и 25% чашек, блюдца и т. д. Капселей загружено было 52.252 кгр.

Характер обжига периодически менялся (см. диаграмму № 1). По часовому расходу топлива и составу дымовых газов всю продолжительность обжига можно разделить на 3 периода: прокурка, первый подъем огня и второй подъем огня.

В продолжение этих периодов часовой расход топлива колебался сравнительно незначительно, состав газов был более или менее однороден, и мы сможем отнести равномерный расход топлива к более или менее однообразному составу газов.

Такое разделение вызывается также необходимостью учета количества отходящих газов при разных температурах в целях установления количества уносимого ими тепла.

А. 1-й период (прокурка).

Продолжительность периода — с 19 ч. 30 м. 16/iv до 9 ч. 17/iv — 13 ч. 30 м.

Расход топлива за этот период — 0,72 кб. сж. = 2252,6 кгр. Часовой расход топлива составляет — 0,053 кб. сж. = 167 кгр.

Анализы газов представлены в таблице № 3.

Т а б л и ц а № 3.

Время взятия пробы.		Состав газа в V%.				
Ч и с л о.	Час.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>	
16.....	22 ч. 15 м.	1,8	18,6	—	79,6	
16.....	24 „ — „	2,4	18,2	—	79,4	
17.....	1 „ 45 „	3,0	17,7	—	79,3	
17.....	3 „ 15 „	1,5	18,9	—	79,6	
17.....	5 „ 15 „	1,3	19,0	0,2	79,5	
17.....	7 „ 45 „	4,8	15,1	0,8	79,3	
Среднее ..		—	2,5	17,9	0,2	79,4

По элементам в 1 мт.<sup>3</sup> газа содержится:

C	— 0,536 × (0,025 + 0,002)	= 0,014472 кгр.
O <sub>2</sub>	— 1,429 × (0,025 + 0,179 + 0,001)	= 0,292945 „
N <sub>2</sub>	— 1,251 × 0,794	= 0,993294 „

Определим количество полученных в течение 1-го периода дымовых газов.

В 1 кгр. рабочего топлива — 0,361 кгр. C.

При сделанном допущении, что органическая масса очажных остатков состоит только из углерода, в дымовые газы перейдет

$$0,3610 - 0,0013 = 0,3597 \text{ кгр. C.}$$

Так как в 1 мт.<sup>3</sup> газа содержится 0,014472 кгр. С, то дымовых газов получается:

$$0,3597 : 0,014472 = 24,855 \text{ мт.}^3 \text{ на 1 кгр. дров.}$$

В течение периода прокурки мы получаем дымовых газов:

$$24,855 \times 2252,6 = 55988,37 \text{ мт.}^3.$$

Количество участвовавшего в горении воздуха может быть определено по балансу азота.

Азота в отходящих газах:

$$0,9933 \times 55988,37 = 55613,25 \text{ кгр.}$$

Топливом внесено азота

$$0,007 \times 2252,6 = 15,77 \text{ „}$$

рится в конце периода прокурки, получаем, что товаром вносится:

$$\frac{20786 \times 1,7}{100} = 353,36 \text{ кгр.}$$

Жгутовой глины употреблено 2457 кгр. Влажность ее — 21%.

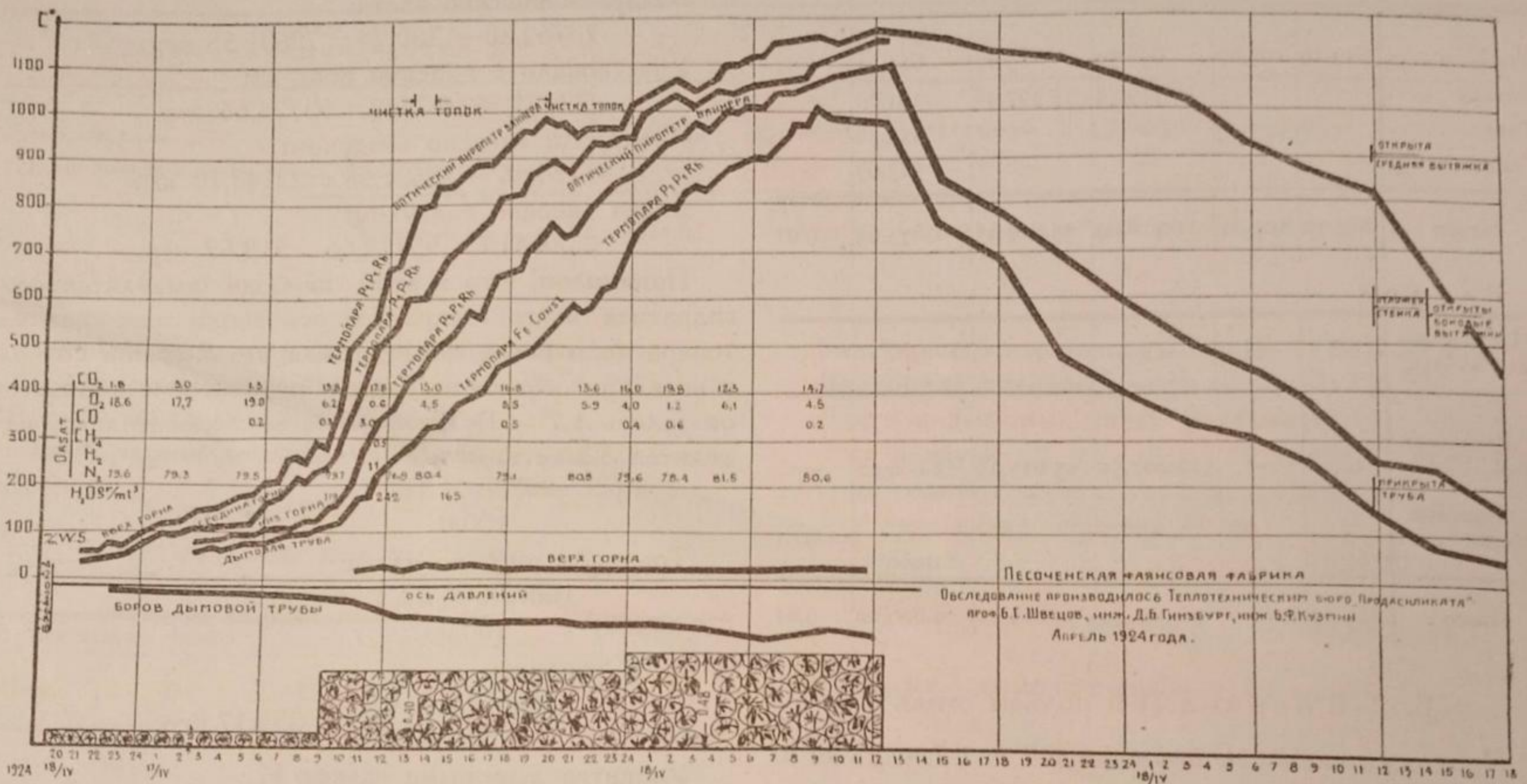
Влаги из глины испарится:

$$\frac{2457 \times 21}{100} = 515,97 \text{ кгр.}$$

Топливом внесено при влажности его в 27,2%:

$$\frac{2252,6 \times 27,2}{100} = 612,71 \text{ кгр.}$$

### ОБЖИГ В ФАЯНСОВОМ ГОРНЕ



№ 1.

Воздухом внесено азота

$$55613,25 - 15,77 = 55597,48 \text{ кгр.}$$

Принимая состав воздуха:

$$N - 76,88\%, O - 23,12\%$$

получаем, что воздуха участвовало в горении:

$$55597,48 : 0,7688 = 72317,22 \text{ кгр.}$$

кислорода введено воздухом:

$$72317,22 - 55597,48 = 16719,74 \text{ кгр.}$$

Для учета количества влаги в дымовых газах нужно найти количество влаги, вносимой воздухом, топливом, товаром, жгутовой глиной и получаемой в результате горения Н топлива.

Средняя влажность воздуха равна:

$$7 \text{ гр/1 мт.}^3 = 5,415 \text{ гр/1 кгр.}$$

Воздухом внесено:

$$5,415 \times 72317,22 = 391,60 \text{ кгр.}$$

Товара было загружено 20786 кгр. Согласно анализу пробы, гигроскопической влаги в товаре 1,7%. Принимая, что вся гигроскопическая влага испа-

Водорода в топливе — 4,6%. В результате его горения мы получаем влаги:

$$\frac{2252,6 \times 4,6 \times 9}{100} = 932,58 \text{ кгр.}$$

Всего влаги в дымовых газах:

$$391,60 + 353,36 + 515,97 + 612,71 + 932,58 = 2806,22 \text{ кгр.}$$

Влажность дымовых газов:

$$2806,22 : 55988,37 = 50 \text{ гр/1 мт.}^3.$$

Для уяснения степени схождения баланса, составим баланс O<sub>2</sub>.

Топливом вносится

$$O_2 - \frac{2252,6 \times 31,0}{100} = 698,30 \text{ кгр.}$$

Воздухом внесено

$$O_2 - 16719,74 \text{ кгр.}$$

Всего в приходе O<sub>2</sub>:

$$698,30 + 16719,74 = 17418,04 \text{ кгр.}$$

В сухом дымовом газе

$$O_2 = 0,292945 \times 55988,37 = 16401,52 \text{ кгр.}$$

На горение Н топлива расходуется

$$O_2 - 103,62 \times 8 = 828,96 \text{ кгр.}$$

Всего в расходе  $O_2$ :

$$16401,52 + 828,96 = 17230,48 \text{ кгр.}$$

Невязка выражается в излишке  $O_2$  по приходу в количестве:

$$17418,04 - 17230,48 = 187,56 \text{ кгр.}$$

что составляет 1,07% от всего наличия  $O_2$ .

Данные материального баланса периода прокурки приведены в таблице № 4.

Т а б л и ц а № 4.

П р и х о д.						
Наименование статьи.	С	Н	О	N	W	А
Топливо . . . . .	813,19	103,62	698,30	15,77	612,71	9,01
Воздух . . . . .	—	—	16.719,74	55.597,48	391,60	—
Товар . . . . .	—	—	—	—	353,36	—
Глина . . . . .	—	—	—	—	515,97	—
Итого . . . . .	813,19	103,62	17.418,04	55.613,25	1.873,64	9,01
Р а с х о д.						
Наименование статьи.	С	Н	О	N	W	А
Дымовые газы . . . . .	810,26	—	16.401,52	55.613,25	2.806,22	—
Очажные остатки . . . . .	2,93	—	—	—	—	9,01
Итого . . . . .	813,19	—	16.401,52	55.613,25	2.806,22	9,01

Б. 2-й период (1-й подъем огня).

Продолжительность периода с 9 ч. 17/iv до 24 ч. 17/iv—15 часов.

Расход топлива за весь период—5,97 кб. сж. = 18677,6 кгр.

Часовой расход топлива—0,398 кб. сж.—1245 кгр.

Анализы дымовых газов.

Т а б л и ц а № 5.

Время взятия пробы.		Состав газа в V %.					
Число.	Час.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
17	9 ч. 15 м.	13,8	6,2	0,3	—	—	79,7
17	11 " 45 "	17,8	0,6	3,0	0,6	1,1	76,9
17	13 " 45 "	15,0	4,6	—	—	—	80,4
17	15 " 45 "	17,5	2,4	0,7	—	—	79,4
17	17 " 45 "	16,8	3,6	0,5	—	—	79,1
17	20 " —	18,3	1,2	0,3	—	—	80,2
17	22 " —	13,6	5,9	—	—	—	80,5
Среднее . . . . .		16,1	3,5	0,7	0,1	0,1	79,5

По элементам в 1 мт.<sup>3</sup> дымовых газов содержится:

$$C \dots\dots\dots 0,090584 \text{ кгр.}$$

$$O_2 \dots\dots\dots 0,285086 \text{ "}$$

$$N_2 \dots\dots\dots 0,994545 \text{ "}$$

$$H_2 \dots\dots\dots 0,000270 \text{ "}$$

На 1 кгр. топлива получается дымовых газов:

$$0,3597 : 0,090584 = 3,9709 \text{ мт}^3.$$

В течение второго периода получаем дымовых газов:

$$3,9709 \times 18677,6 = 74166,88 \text{ мт}^3.$$

Азота в отходящих газах:

$$0,994545 \times 74166,88 = 73762,30 \text{ кгр.}$$

Топливом внесено азота:

$$0,007 \times 18677,6 = 130,74 \text{ кгр.}$$

Воздухом внесено азота:

$$73762,30 - 130,74 = 73631,56 \text{ кгр.}$$

Участвовало в горении воздуха:

$$73631,56 : 0,7688 = 95774,66 \text{ кгр.}$$

Кислорода внесено воздухом:

$$95774,66 - 73631,56 = 22143,10 \text{ кгр.}$$

Влаги внесено воздухом:

$$0,005415 \times 95774,66 = 518,62 \text{ кгр.}$$

Принимаем, что в этом периоде выделится вся гидратная влага товара. На основании взвешивания товара до и после обжига была установлена потеря в весе при обжиге в 10,0%. Гигроскопической влаги оказалось 1,7%. Гидратной влаги, следовательно, выделится 8,3%, т. е.:

$$\frac{20786 \times 8,3}{100,0} = 1725,24 \text{ кгр.}$$

Топливом внесено влаги:

$$\frac{18677,6 \times 27,2}{100,0} = 5080,31 \text{ кгр.}$$

$H_2$  в топливе:

$$\frac{18677,6 \times 4,6}{100,0} = 859,17 \text{ кгр.}$$

Уносится дымовыми газами  $H_2$ :

$$0,000270 \times 74166,88 = 20,02 \text{ кгр.}$$

Сгорает в воду  $H_2$ :

$$859,17 - 20,02 = 839,15 \text{ кгр.}$$

Получается влаги в результате горения:

$$839,15 \times 9 = 7552,35 \text{ кгр.}$$

Влаги в дымовых газах <sup>1)</sup>:

$$518,62 + 1725,24 + 5080,31 + 7552,35 = 14876,52 \text{ кгр.}$$

на 1 мт.<sup>3</sup>—200 гр.

Баланс  $O_2$ :

Топливом внесено . . . . . 5790,06 кгр.

Воздухом " . . . . . 22143,10 "

Всего в приходе . . 27933,16 кгр.

В сухом дымовом газе . . . . . 21143,94 кгр.

На горение  $H_2$  расходуется . 6713,20 "

Всего в расходе . . 27857,14 кгр.

Невязка выражается в излишке  $O_2$  в приходе:

$$27933,16 - 27857,14 = 76,02 \text{ кгр.} - 0,27\%$$

<sup>1)</sup> Гидратной влагой жгутовой глины пренебрегаем.

Данные материального баланса 2-го периода сведены в табл. № 6.

Т а б л и ц а № 6.

## П р и х о д.

Наименование статьи.	С	Н	О	N	W	A
Топливо.....	6742,61	859,17	5790,06	130,74	5080,31	74,71
Воздух.....	—	—	22143,10	73631,56	518,62	—
Товар.....	—	—	—	—	1725,24	—
Итого.....	6742,61	859,17	27933,16	73762,30	7324,17	74,71

## Р а с х о д.

Наименование статьи.	С	Н	О	N	W	A
Дымовые газы.....	6718,33	20,02	21143,94	73762,30	14876,52	—
Очаги остатки.....	24,28	—	—	—	—	74,71
Итого.....	6742,61	20,02	21143,94	73762,30	14876,52	74,71

В. 3-ий период (2-й подъем огня).

Продолжительность периода с 24 ч. 17<sup>iv</sup> до 12 ч. 30 м. 18<sup>iv</sup>—12 ч. 30 м.

Полный расход топлива— 6,05 кб. сж.—18927,9 кгр.;

Часовой " " —0,484 кб. сж.— 1514 "

Анализы дымовых газов.

Т а б л и ц а № 7.

Время взятия пробы.		Состав газа в V %.			
Число.	Час.	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub>
17	24 ч.	16,0	4,0	0,4	79,6
18	2 "	19,8	1,2	0,6	78,4
18	3 " 15 м.	20,2	1,3	0,8	77,7
18	4 " 45 "	12,3	6,1	—	81,6
18	6 " 45 "	18,9	0,5	1,8	78,8
18	9 " 15 "	14,7	4,5	0,2	80,6
18	11 " 45 "	18,0	2,0	1,2	78,8
Среднее ...		17,1	2,8	0,7	79,4

По элементам в 1 кб. мт. дымовых газов содержится:

С — 0,095408 кгр.

O<sub>2</sub>— 0,28937 "

N — 0,99329 "

На 1 кгр. топлива получается—3,77012 мт.<sup>3</sup> дымовых газов. Всего дымовых газов получается в течение 3-го периода—71360,45 мт.<sup>3</sup>

В отходящих газах азота—70881,62 кгр.

Топливом внесено " — 132,50 "

Воздухом внесено " 70749,12 кгр.

Участвовало в горении воздуха—92025,39 кгр.

Кислорода внесено воздухом —21276,27 "

Влаги в дымовых газах получается:

из воздуха ..... 498,31 кгр.

из топлива .....5148,39 "

в результате горения Н то-

плива..... 7836,12 "

Всего... 13482,82 кгр.

На 1 мт.<sup>3</sup> дымовых газов—189 гр.

Баланс O<sub>2</sub>.

Топливом внесено..... 5867,65 кгр.

Воздухом " .....21276,27 "

Всего в приходе..27143,92 кгр.

В сухом дымовом газе.....20649,57 кгр.

На горение N<sub>2</sub> топлива..... 6965,44 "

Всего в расходе ... 27615,01 кгр.

Невязка: в расходе излишек O<sub>2</sub> в 471,09 кгр.—1,74%.

Данные материального баланса периода 2-го подъема огня приведены в таблице № 8 (см. на обор.).

Суммарная невязка в O<sub>2</sub>—излишек в расходе в 207,51 кгр.—0,3%.

Топлива всего сожжено 39858,1 кгр.

Сухих дымовых газов получается всего 201515,70 мт.<sup>3</sup>; на 1 кгр. топлива—5,05 мт.<sup>3</sup>.

Средняя влажность дымовых газов:

31165,56 : 201515,70 = 155 гр./мт.<sup>3</sup>.

Продолжительность обжига—41 час.



Т а б л и ц а № 8.

## П р и х о д.

Наименование статьи.	С	Н	О	N	W	Λ
Топливо.....	6832,97	870,68	5867,65	132,50	5148,39	75,71
Воздух.....	—	—	21276,27	70749,12	498,31	—
Итого.....	6832,97	870,68	27143,92	70881,62	5646,70	75,71

## Р а с х о д.

Наименование статьи	С	Н	О	N	W	Λ
Дымовые газы.....	6808,36	—	20649,57	70881,62	13482,82	—
Очажные остатки.....	24,61	—	—	—	—	75,71
Итого.....	6832,97	—	20649,57	70881,62	13482,82	75,71

## С В О Д Н Ы Й Б А Л А Н С.

Для выявления общих количеств элементов, участвовавших во всех 3-х периодах, суммируем данные табл. №№ 4, 6 и 8 и сводим их в таблицу № 9.

Т а б л и ц а № 9.

## П р и х о д.

Наименование статьи.	С	Н	О	N	W	Λ
Топливо.....	14388,77	1833,47	12356,01	279,01	10841,41	159,43
Воздух.....	—	—	60139,11	199978,16	1408,53	—
Товар.....	—	—	—	—	2078,60	—
Глина.....	—	—	—	—	515,97	—
Всего.....	14388,77	1833,47	72495,12	200257,17	14844,51	159,43

## Р а с х о д.

Наименование статьи.	С	Н	О	N	W	Λ
Дымовые газы.....	14336,95	20,02	58195,03	200257,17	31165,56	—
Очажные остатки.....	51,82	—	—	—	—	159,43
Всего.....	14388,77	20,02	58195,03	200257,17	31165,56	159,43

## СВОДНЫЙ БАЛАНС.

Статьями прихода тепла надлежит считать, помимо теплотворной способности топлива, также следующие статьи: а) тепло нагрева воздуха и топлива, участвовавших в горении, б) тепло, вносимое загруженным товаром, капсулами и глиной и в) тепло, сохраняемое кладкой к началу обжига. Но в целях упрощения расчета и отчасти выявления величины расхода тепла по разным статьям в отношении к общему количеству затрачиваемого тепла (в виде теплотворной способности топлива), мы в приходе не учитываем вышеуказанных статей и соответственно уменьшаем статьи расхода тепла.

Температура загружаемых товара, глины и капсул принята равной  $14^{\circ}$  (температура окружающего пространства).

Общее количество тепла, уносимое дымовыми газами подсчитано в предположении начальной температуры их  $-14^{\circ}$ ; при чем это количество подсчитывалось для каждого периода отдельно.

Тепло, сохраняемое к началу обжига кладкой горна не поддается учету, в виду невозможности определения температуры самой массы кладки. Наружная поверхность кладки к началу обжига очень немногим превышала температуру окружающего пространства, а температура внутренней поверхности кладки горна равна была  $25-35^{\circ}$ .

Для расчета принимаем, что масса кладки в среднем сохраняет к началу обжига температуру в  $35^{\circ}$ .

Средняя температура наружной поверхности горна к концу обжига  $-20^{\circ}$ .

Таким образом, в приходе оказывается одна статья:

1) теплопроизводительная способность топлива, а в расходе следующие статьи:

- 2) нагревание товара,
- 3) испарение влаги товара,
- 4) испарение влаги глины,
- 5) нагрев капсул и глины,
- 6) нагрев кладки горна,
- 7) потеря с отходящими газами,
- 8) „ в очажных остатках,
- 9) „ вследствие неполноты сгорания,
- 10) „ в окружающую среду.

Подсчитаем эти статьи.

1) Теплопроизводительная способность топлива непосредственно не определялась. Мы ее вычислим по формуле Менделеева:

$$\text{теплопроизводительная способность} = 81 C + 246 H - 26 O - 6 W,$$

где C, H, O и W—процентное содержание соответствующих частей в топливе. Вычисленная по этой ф—ле теплопроизводительная способность 1 кгр. равна  $3086,5$  кал.

Количество поступающего тепла:

$$3086,5 \times 39858,1 = 123.022.025 \text{ кал.}$$

2) Тепло, затрачиваемое на нагревание фаянса, определяется из расчета теплоемкости его  $-0,22$  и температуры средней между температурами вверху и внизу горна в конце обжига, т. е.  $\frac{1150 + 1130}{2} = 1140^{\circ}$ .

Сырого товара было загружено  $20786$  кгр. Влага в нем  $10\%$ . Сухого товара было выгружено:  $20786 - 0,1 \times 20786 = 18707,4$  кгр.

Затрачено на нагрев товара:

$$18707,4 \times 0,22 (1140 - 14) = 4.634.197 \text{ кал.}$$

3) Для подсчета общего расхода тепла на испарение влаги фаянса рассмотрим отдельно затрату тепла на испарение гигроскопической влаги и гидратной влаги.

а) Гигроскопической влаги выделяется  $353,36$  кгр. (см. материальный баланс периода прокурки).

Эта влага выделяется в периоде прокурки, при чем при повышении температуры выделение происходит интенсивнее. Принимаем, что вся гигроскопическая влага выделяется при  $t=100^{\circ}$  в виде насыщенных паров. Теплосодержание 1 кгр. насыщенных паров при  $100^{\circ}$  равно  $639,7$  кал. Теплосодержание 1 кгр. влаги, внесенной в горн с товаром,  $-14$  кал.

Гигроскопическая влага уносит:

$$(639,7 - 14,0) \times 353,36 = 221.097 \text{ кал.}$$

б) Гидратной влаги выделяется  $1725,24$  кал.

Принимаем, что она испаряется равномерно в течение 2-го периода. Средняя температура дымовых газов в этом периоде

$$\frac{105 + 720}{2} = 412^{\circ}.$$

Теплосодержание перегретого пара при  $412^{\circ}$  определяется по ф—ле:

$$i = 594,7 + 0,477 t - J_p.$$

Пренебрегая незначительной величиной  $J_p$ , получаем значение  $i = 791,2$  кал.

Гидратная влага уносит:

$$(791,2 - 14,0) \times 1725,24 = 1.340.857 \text{ кал.}$$

Всего на испарение влаги фаянса расходуется:

$$221097 + 1340857 = 1.561.954 \text{ кал.}$$

4) Влага жгутовой глины уносит тепла, при допущении, что она выделяется в периоде прокурки при  $100^{\circ}$  в виде насыщенного пара,—

$$(639,7 - 14,0) \times 515,97 = 322.842 \text{ кал.}$$

5) На нагрев  $54193,03$  кгр. капсул и жгутовой глины при теплоемкости их равной,  $0,22$  и средней температуре в  $1140^{\circ}$  (в конце обжига) расходуется тепла:

$$54193,03 \times 0,22 \times (1140 - 14,0) = 13.424.698 \text{ кал.}$$

6) Для подсчета количества тепла, расходуемого на нагрев кладки, необходимо знать вес кладки и средние температуры наружной и внутренней поверхности горна к концу обжига. Вес кладки на основании подсчета объема кладки горна по отдельным частям и удельного веса шамотного кирпича ( $1,8$ ) равен  $512.000$  кгр. Температурой внутренней поверхности горна к концу обжига считаем среднюю между температурами вверху горна и дымовых газов в конце обжига, т. е.  $1055^{\circ}$ .

При средней температуре наружной поверхности горна к концу обжига, равной  $20^\circ$ , получаем среднюю температуру кладки в конце обжига равной  $537^\circ$ .

Считая, что кладка сохраняет к началу обжига среднюю температуру в  $35^\circ$ , получаем, что расход тепла на нагревание кладки при теплоемкости шамотного кирпича, равной 0,22

$$512000 \times 0,22 \times (537 - 35) = 56.545.280 \text{ кал.}$$

7) Количество тепла, уносимое дымовыми газами, подсчитываем для каждого периода отдельно.

а) Период прокурки.

В течение периода прокурки получено сухих дымовых газов—55988,37 мт.<sup>3</sup> из коих:

$$\text{CO}_2 \dots \dots \dots 55988,37 \times 0,025 = 1399,71 \text{ м}^3.$$

$$\text{CO, O}_2 \text{ и N}_2 \dots 55988,37 \times 0,975 = 54588,66 \text{ м}^3.$$

Паров воды <sup>1)</sup> получено \dots \dots \dots 1936,89 кгр.

Средняя температура отходящих газов

$$\frac{15 + 105}{2} = 60^\circ$$

Теплоемкость <sup>2)</sup> 1 мт.<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> при 60° \dots \dots \dots 0,405

" " " CO, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> " " \dots \dots \dots 0,313

" 1 кгр. паров воды " " \dots \dots \dots 0,463

Уносится тепла:

$$\text{CO}_2 \dots \dots \dots 1399,71 \times 0,405 \times (60 - 14) = 26076,6 \text{ кал.}$$

$$\text{O}_2, \text{N}_2, \text{CO} \dots 54588,66 \times 0,313 \times (60 - 14) = 785967,5 \text{ "}$$

$$\text{парами воды } 1936,89 \times 0,463 \times (60 - 14) = 41251,9 \text{ "}$$

$$\text{Всего} \dots \dots \dots 853296,0 \text{ кал.}$$

б) Период первого подъема огня.

Получено сухих дымовых газов—74166,88 кгр.,

из них:

$$\text{CO}_2 - 74166,88 \times 0,161 = 11940,87 \text{ мт.}^3$$

$$\text{O}_2, \text{N}_2, \text{CO}, \text{H}_2, \text{CH}_4 - 74166,88 \times 0,839 = 62226,01 \text{ м}^3.$$

Паров воды <sup>3)</sup> — 13151,28 кгр.

Средняя температура дымовых газов:

$$\frac{105 + 720}{2} = 412^\circ.$$

Теплоемкость 1 мт.<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> \dots \dots \dots при 412° — 0,457

" 1 " CO, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> \dots \dots \dots " 412° — 0,320

" 1 кгр. паров воды \dots \dots \dots " 412° — 0,470

Уносится тепла:

$$\text{CO}_2 - 11940,87 \times 0,457 \times (412 - 14) = 2171877,1 \text{ кал.}$$

$$\text{O}_2, \text{N}_2, \text{CO}, \text{CH}_4, \text{H}_2 - 62226,01 \times 0,320 \times (412 - 14) = 7925104,6 \text{ кал.}$$

$$\text{H}_2\text{O} - 13151,28 \times 0,470 \times (412 - 14) = 2460078,4 \text{ кал.}$$

$$\text{Всего} \dots \dots \dots 12557060,1 \text{ кал.}$$

в) Период второго подъема огня.

Получено дымовых газов—71360,45 мт.<sup>3</sup>,

из них:

$$\text{CO}_2 - 71360,45 \times 0,171 = 12202,64 \text{ мт.}^3$$

$$\text{O}_2, \text{N}_2, \text{CO} - 71360,45 \times 0,829 = 59157,81 \text{ мт.}^3$$

$$\text{Паров воды} - \dots \dots \dots = 13482,82 \text{ кгр.}$$

Средняя температура отходящих газов—845°.

Теплоемкость 1 мт.<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> \dots \dots \dots при 845° — 0,501

" 1 мт.<sup>3</sup> O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO \dots \dots \dots " 845° — 0,329

" 1 кгр. паров воды \dots \dots \dots " 845° — 0,487

Уносится тепла:

$$\text{CO}_2 - 12202,64 \times 0,501 \times (845 - 14) = 5.080.337,3 \text{ кал.}$$

$$\text{O}_2, \text{N}_2, \text{CO} - 59157,81 \times 0,329 \times (845 - 14) = 16.172.855,1 \text{ кал.}$$

$$\text{Парами воды} - 13482,82 \times 0,487 \times (845 - 14) = 5.456.456,8 \text{ кал.}$$

$$\text{Всего} \dots \dots \dots 26.709.649,2 \text{ кал.}$$

Полная потеря с отходящими газами составляет:  $853296 + 12557060 + 26709649 = 40.120.005$  кал.

8) Потерю в очажных остатках мы разделим на 2 части: а) потерю в горючих частях и б) потерю вследствие нагрева остатков к концу обжига.

а) Органической массы в очажных остатках 51,82 кгр.

Как было уже раньше принято, считаем их состоящими только из углерода. При теплотворной способности С, равной 8100 кал., потеря составляет:

$$8100 \times 51,82 = 419.742 \text{ кал.}$$

б) Всего остатков 211,25 кгр. При температуре их в  $1100^\circ$  и теплоемкости равной 0,2 потеря составляет:

$$211,25 \times 0,2 \times 1100 = 46.475 \text{ кал.}$$

Вся потеря в очажных остатках:

$$419.742 + 46.475 = 466.217 \text{ кал.}$$

9) Для учета потери тепла вследствие неполноты сгорания определяем количества горючих газов, унесенные в отдельные периоды.

а) Период прокурки.

При общем количестве дымовых газов в 55988,37 мт.<sup>3</sup> и содержании окиси углерода в 0,2%, получаем:

$$55988,37 \times 0,002 = 111,98 \text{ мт.}^3 \text{ CO.}$$

б) 2-й период.

Всего дымовых газов—74166,88 мт.<sup>3</sup>, в том числе:

$$\text{CO} - 0,7\%$$

$$\text{CH}_4 - 0,1\%$$

$$\text{H}_2 - 0,1\%$$

Унесено горючих газов:

$$\text{CO} - 74166,88 \times 0,007 = 519,17 \text{ мт.}^3$$

$$\text{CH}_4 - 74166,88 \times 0,001 = 74,17 \text{ мт.}^3$$

$$\text{H}_2 - 74166,88 \times 0,001 = 74,17 \text{ мт.}^3$$

в) 3-й период.

При 71360,45 мт.<sup>3</sup> дымовых газов и содержании окиси углерода в них 0,007, получаем:

$$71360,45 \times 0,007 = 499,52 \text{ мт.}^3 \text{ CO.}$$

<sup>1)</sup> За вычетом уже учтенных влаги товара и глины.

<sup>2)</sup> L. Ljtinsky. „Wärmewirtschaftsfragen“, Leipzig, 1923.

<sup>3)</sup> За вычетом уже учтенной влаги товара.

Всего дымовыми газами унесено:  
 $CO - 111,98 + 519,17 + 499,52 = 1130,67 \text{ мт}^3$   
 $CH_4 - \dots = 74,17 \text{ мт}^3$   
 $H_2 - \dots = 74,17 \text{ мт}^3$

Потеря составляет:  
 $3034 \times 1130,67 + 8562 \times 74,17 + 2570 \times 74,17 = 4.256.113 \text{ кал.}$

10) Потерю в окружающую среду вычисляем по разности.  
 Она составляет — **2.013.561 кал.**  
 Данные теплового баланса сведены в таблицу № 10.

Для подсчета общего количества тепла, внесенного воздухом, определяем продолжительность между двумя измерениями и средние значения скоростей и температур в этих интервалах. По полученным средним значениям находим средний объем воздуха ( $0^\circ$ ), проходящего через вытяжку в 1 сек. в каждом интервале и умножением этого объема на соответствующие значения температур, теплоемкостей и продолжительности находим количество тепла, внесенного в каждом интервале во 2-й этаж.

Т а б л и ц а № 10.

П р и х о д.			Р а с х о д.				
№№ по порядку.	НАИМЕНОВАНИЕ СТАТЬИ.	Количество калорий.	0/0/0	№№ по порядку.	НАИМЕНОВАНИЕ СТАТЬИ.	Количество калорий.	0/0/0
1	Теплопроизводительная способность топлива .....	123.022 025	100,00	1	Нагрев фаянса .....	4 634 197	3,77
				2	Испарение влаги фаянса .....	1.561.954	1,27
				3	Испарение влаги жгутовой глины.	322.842	0,26
				4	Нагрев капсулей и глины .....	13.424.698	10,91
				5	„ кладки .....	56.545.280	45,96
				6	С отходящими газами .....	40 120.005	32,61
				7	Неполнота сгорания ..	4.256.113	3,46
				8	В очажных остатках ..	466.217	0,38
				9	В окружающую среду .....	1.690.719	1,38
	ИТОГО .....	123.022 025	100,00		ИТОГО .....	123.022.025	100,00

Подсчет количества тепла, поступающего через вытяжки (см. чертеж № 1) во 2-й и 3-й этажи горнового корпуса и служащего для сушки товара.

Средняя вытяжка (во втором этаже) была открыта при охлаждении горна в 12 ч. 19/IV.  
 Площадь вылета воздуха  $F = 0,3 \times 0,25 \text{ мт}^2$ .  
 Время измерения, температуры и средняя скорость воздуха приведены в таблице № 11.

Т а б л и ц а № 11.

Время измерения.		Температура $t^\circ \text{ C.}$	Средняя скорость $V \text{ мт./сек.}$
Число.	Ч а с.		
19	12 ч.		
19	20 "	450	10,0
20	8 "	300	7,8
20	17 "	200	6,5
21	11 "	110	5,0
21	16 " 30 м.	95	4,0
21	21 " 30 "	85	3,6
22	10 "	81	3,5
		65	3,3

Результаты подсчетов сведены в таблицу № 12.

Т а б л и ц а № 12.

№№ по порядку.	Средняя между двумя измерениями.		Секундный объем при $0^\circ$ $Q = \frac{F \times V \times 273}{273 + t} \text{ мт}^3/\text{сек.}$	Продолжительность интервала $Z$ часов.	Средняя теплоемкость $1 \text{ мт}^3$ в пред. от $0^\circ$ до $t^\circ \text{ Cр.}$	Количество тепла, внесенное через вытяжку $Q \times t \times \text{Cр.} \times 3600 \times Z \text{ Cal.}$
	Температура $t^\circ \text{ C.}$	Скорость $V \text{ мт./сек.}$				
1	375	8,90	0,281	8		
2	250	7,15	0,280	12	0,320	971 000
3	155	5,75	0,275	9	0,317	959.000
4	102,5	4,50	0,246	18	0,315	435.000
5	90	3,80	0,214	5,5	0,314	513 000
6	83	3,55	0,204	5,0	0,314	120.000
7	73	3,40	0,201	12,5	0,313	207 000
						Всего. 3.301.000

Таким образом в сушилку внесено 3.301.000 кал. Точно так же ведем подсчет количества тепла внесенного в третий этаж. Обе вытяжки были открыты в 14 ч. 30 м. 19/IV.

Площадь вылета воздуха в каждой  
 $F = 0,3 \times 0,3 \text{ м}^2$ .

Измерение температур и скоростей производи-  
лось только у одной вытяжки.

Данные измерений сведены в таблице № 13.

Т а б л и ц а № 13.

Время измерения.		Температура $t^{\circ} \text{С.}$	Средняя скорость $V \text{ мт./сек.}$
Число.	Ч а с.		
19	14 ч. 30 м.	240	11,7
19	20 " 30 "	140	10,4
20	8 " 30 "	110	7,6
20	17 " 30 "	90	5,3
21	11 " 30 "	57	4,1
21	17 " — "	47	3,8
21	22 " — "	40	3,5
22	10 " 30 "	40	3,5

Результаты подсчетов количества тепла, вноси-  
мого в отдельные интервалы в 3-ий этаж, приведены  
в таблице № 14.

Т а б л и ц а № 14.

№№ по порядку.	Средняя между двумя измерениями.		Секундный объем при $0^{\circ}$ $Q = \frac{F \times V \times 273}{273 + t}$ мт./сек.	Продолжительность ин- тервала $Z$ часов.	Средняя теплоемкость $1 \text{ мт.}^3 0^{\circ} - t^{\circ} \text{Ср.}$	Количество тепла, вне- сенное через вытяжку $Q \times t \times \text{Ср} \times 3600 \times Z$ Cal.
	Температура $t^{\circ} \text{С.}$	Скорость $V \text{ мт./сек.}$				
1	190	11,05	0,586	6	0,316	750.000
2	125	9,00	0,556	12	0,315	946.000
3	100	6,45	0,425	9	0,314	132.000
4	73,5	4,70	0,339	18	0,313	496.000
5	52	3,95	0,299	5,5	0,313	96.000
6	43,5	3,65	0,283	5	0,313	69.000
7	40	3,50	0,275	12,5	0,313	155.000
Всего						2 954.000

Двумя вытяжками внесено в 3-й этаж  
 $2.954.000 \times 2 = 5.908.000 \text{ кал.}$

Всеми вытяжками внесено  
 $3.301.000 + 5.908.000 \text{ кал.}$   
 Продолжение в след. №.

## Цветные глазури в керамическом производстве<sup>1)</sup>.

Перевод с английского.

### Применение редких металлов.

Из „Ceramic chemist“.

Применение цветных глазури в керамическом произ-  
водстве привело к многочисленным опытам с окисями  
и смесями некоторых редких металлов. Эти опыты, надо  
сказать, имели двойную цель: 1) найти новые примене-  
ния для этих веществ и 2) изготовить краски более под-  
ходящие для известных целей или — упростить условия  
их применения сравнительно с теми, которые имели место  
до сих пор. Литература по этому вопросу очень разбро-  
сана, и краткий перечень собранных из нее полезных све-  
дений может иметь значительный интерес для тех, кто  
практически занимается декоративной керамикой. Окиси и  
смеси, о которых идет речь в этой статье, т. е. урана,  
титана, церия и родственных металлов циркония и воль-  
фрама будут рассмотрены исключительно с точки зрения  
составных частей глазури и эмалей.

### Соединения урана.

Окись этого металла может давать различные цвета  
в зависимости от природы глазури и условий производ-  
ства. Желтая окись или ураново-натриевая соль дает в  
комбинации с свинцовой глазурью глубокий оранжевый  
цвет, но с бессвинцовыми или мало свинцовыми полу-  
чается лимонно-желтый, особенно в присутствии борной

кислоты. Вообще, при постоянном количестве урана, чем  
больше свинца в глазури, тем богаче оранжевый цвет.  
Цвет, сообщаемый ураном свинцовым глазурям, однако не  
исключительно оранжевый; в них при содержании окиси  
цинка и в присутствии некоторого количества ураново-  
натриевой соли образуется особенно богатый румяно-  
красный цвет.

При высоких температурах (8 конус Зегера) уран  
считается подходящим для образования цезеоз и в бес-  
свинцовых глазурях, но применение его немного затруд-  
нительно. Из соединений урана желтая окись наиболее  
удобна.

Фарфоровым глазурям, готовым при температуре  
10 конуса, ураново-натриевая соль сообщает приятные  
слабо-желтые цвета; при этом слабое усиление цвета до-  
стигается значительным увеличением количества урана.

В таких глазурях приятные цвета могут быть также  
получены, если в них содержатся окиси кобальта и урана.  
При низших температурах могут быть получены зеленые  
глазури смешением окисей кобальта и урана в соответ-  
ствующих пропорциях. При употреблении этих глазури,  
повидимому, избегается опасность их обесцвечивания,  
часто имеющего место при применении обыкновенных  
хромово-зеленых.

Одним из следствий прибавления небольшого коли-  
чества кобальта, должно быть, является препятствие не-  
равномерному образованию цвета, часто получаемому при  
употреблении одного только урана. При обжиге в вос-  
становительной атмосфере фарфоровые глазури, содержа-  
щие от 10 до 15% черной окиси урана, дают блестящие  
глубокие, но очень дорогие, черные цвета.

<sup>1)</sup> The Chem. tr. jour. and Ch. eng. May 11. 1923, 570.

### Надглазурная и подглазурная краски.

Растворимые соли урана употребляются иногда как подглазурные или надглазурные краски.

Как подглазурная азотно-кислый уран с подходящим основанием дает в окислительной или нейтральной атмосфере хорошие желтые цвета, в восстановительной же такие же серые и черные, как надглазурная. Эта соль употребляется на разноцветной терра-котте, при этом или изделие покрывается глазурью или ангоба служит основанием, и раствор соли употребляется для ручной разрисовки требуемой поверхности. Найдено, что раствор в глицерине дает лучшие результаты, ибо при одной воде кисть оставляет следы в то время как глицерин, не так быстро поглощающийся, позволяет смешать последовательные следы кисти. Подходящие краски могут быть употреблены для выявления разрисовываемых поверхностей.

Приятные цвета были получены при комбинировании азотно-кислого урана с нитратами железа, марганца, хрома и с серно-кислым кобальтом. При высоком содержании урана и низком кобальта получаются зеленые цвета, в обратном случае—синие. В комбинации с ванадием в виде ванадиево-урановой соли, уран дает старый эфректный цвет слоновой кости.

Смоляная руда урана иногда в соединении с такими рудами железа, висмута или золота, была употреблена для выработки цветных люстр.

### Применение титановых смесей.

Двуокись титана была употреблена в некотором объеме, как красящий агент в фарфоровых глазурях. Найдено, что прибавление к такой глазури 5% химически чистой двуокиси титана дает легкий желтоватый цвет, в то время, как дальнейшее прибавление еще 5% изменяет краску до глубокого палевого. Пять % рутила дает в подобной глазури приятный легкий желтый цвет, в то время, как 10% дает более глубокий цвет, ибо возможно, что в последнем случае цвет может частью обусловиться примесью в рутиле железа. Когда разрисовывают на поверхности полево-шпатового черепка рутилом, то последний дает хорошие легкие кремовые и кремово-коричневые цвета, но и в этом случае цвет также может обусловиться главным образом присутствием железа.

В комбинации с кобальтом и небольшим количеством окиси железа рутил может давать превосходные зеленые цвета, хотя не такие яркие, какие получаются в присутствии урана.

Наиболее обещающей областью для применения окиси титана в глазурях, повидимому, должно явиться развитие глазурей кристаллического строения. Чрезвычайно красивые кристаллические эффекты были получены в глазурях каменного товара при употреблении рутила. Найдено, что прибавление небольших количеств окисей молибдена, вольфрама, ванадия или урана способствует развитию кристаллов и образованию приятных окрашиваний. Удивительно кристаллические эффекты были также получены при прибавлении рутила в фарфоровую глазурь, содержащую окись цинка. Нужно сказать, что титан также является существенным для образования хороших кристаллов. Найдено, что двуокись титана действует, как полезное глушащее вещество в эмалях, ибо делает их необыкновенно прочными и образует очень глянцевитую поверхность, которая сопротивляется стиранию.

### Церий и родственные ему металлы.

О пользе применения цериевых смесей в глазурях имеется очень мало данных в разбросанных сообщениях, главным образом, германской литературы. Кальцинированная фосфорная соль церия, после фриттования с селитрой при температуре 13 конуса дает с полевым шпатом и другими глазурями при температурах между 9 и 14 конус. блестящие желтые цвета, которые удерживаются как в случае окисления, так и в случае восстановления.

Найдено, что углекислый церий и окись церия (полученные от кальцинирования щавелевой соли) дают хорошие результаты, когда употребляются как глушители в эмалях для твердого товара.

Дальнейшие исследования красящей силы цериевых смесей в глазурях в различных комбинациях должны быть сделаны не только для установления их ценности в керамической индустрии, но и для того, чтобы также способствовать достижению удовлетворительных результатов при изыскании способов увеличения выхода цериевых соединений, получаемых, как побочные продукты в индустрии редких земель.

В настоящее время только небольшая часть всех цериевых земель, получаемых из монацита, может быть утилизована. Об утилизации для керамической индустрии других элементов цериевой группы опубликовано мало сведений. Фосфорно-кислые соли празеодима и неодима были употреблены в небольшом количестве в фарфоровом производстве.

### Вольфрам и Цирконий.

Найти сведения о применении этих металлов для глазурей еще труднее, чем относительно церия. Хорошие коричневые цвета были получены помощью фосфорновольфрамовой кислоты; подобные же результаты были достигнуты при употреблении вольфрамовой кислоты в соединении с железом и марганцем. Имеется еще указание на результаты сомнительной ценности с вольфрамовой кислотой, как активным реагентом для получения подглазурной красной краски.

Вольфрамово-кальциевая соль в соединении с небольшим количеством соли тория или радия сообщает цветным свинцовым глазурям самосветящиеся свойства. Свечение остается постоянным при употреблении радия, но является немного переменным в случае тория. Хорошо известно, что соединения циркония являются хорошими глушителями в эмалях, но, повидимому их не следует применять в глазурях для глиняной посуды.

Перев. Инж. З. Перкаль.

От переводчика:

t° плавления конусов Зегера упомянутых в данной статье:

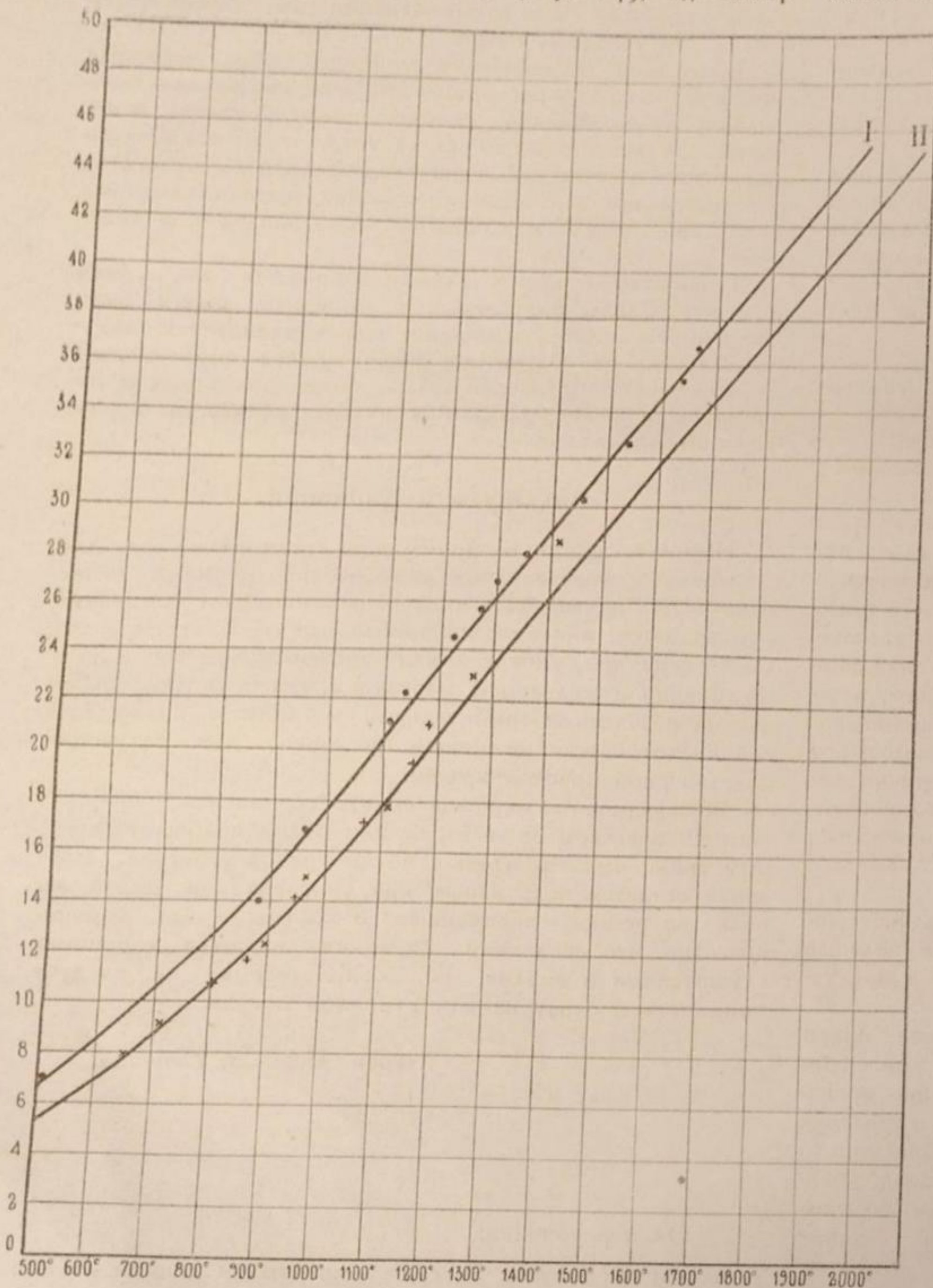
№	t° пл.
8.	1250
9.	1280
10.	1300
13.	1380
14.	1410

## Определение термоэлектродвижущей силы термопары графит-аморфный уголь.

Измерение температур выше  $1600^{\circ}\text{C}$  иногда представляет значительные трудности: оптические пирометры не всегда применимы в закрытых печах. Термоэлектрические пирометры для столь высоких температур не разработаны.

Проф. М. С. Максименко, указал мне на труд А. Stansfield'a "The electric furnace" 1914, p. 145, где автор

двух сантиметров и шириною в 1 см. при толщине в 4—5 мм. В этом расширении просверливается цилиндрический канал диаметром несколько меньшим, чем диаметр угольного стержня. Ось этого канала проходит под острым углом к длине графитового стержня и наклонно к плоскости большого сечения лопатки. Уголь затачивается слегка на конус и плотно притирается к этому цилиндрическому каналу. Таким образом получается надежный контакт между углем и графитом по скошенной цилиндрической поверхности с образующей около 7—8 см. Два стержня, угольный и графитовый, образуют при этом острый угол около  $30^{\circ}$ . К свободным концам стержней гальванопластически приращиваются медью концы гибких шнуров, другие концы которых присоединяются к гальванометру. Для обеспечения температуры этих спаев у концов стержней прикрепляются суриковой замазкой жестяные воронки, которые при измерениях заполняются проточной водой или тающим снегом.



описывает устройство пирометра графит-аморфный уголь, но оговаривается, что не нашел случая его исследовать, и не приводит данных о размере термоэлектродвижущих сил подобной термопары. Цель настоящей работы получить зависимость термоэлектродвижущей силы термопары графит-аморфный уголь в зависимости от температуры.

**Конструкция термопары.** Графитовый стержень длиной в 20—25 см. и толщиной в 4—5 мм. у нижнего конца имеет лопаткообразное расширение длиной около

Т а б л и ц а I.  
Уголь „Noris“ Conrady.

Термоэлектроды. Сила С—мв.	Температура. Оптич. пиром.
$36,6 \cdot 10^{-3}$ вольта	$1670^{\circ}\text{C}$
35,41	1635
32,6	1540
30,3	1455
27,95	1355
26,8	1300
25,65	1274
24,45	1230
22,2	1140
21,0	1118
16,8	965
14,0	880
7,0	510

Охлаждение водой.

Температура у угля  $16^{\circ}\text{C}$ .

„ графита  $26-27^{\circ}\text{C}$ .

Знак на графике ●.

Т а б л и ц а II.  
Уголь „Noris“ Conrady.

Термоэлектроды. Сила С—мв.	Температура. Pt—Pt Rh. Оптич. пиром.
$12,3 \cdot 10^{-3}$ вольта	$885^{\circ}$ —
—	— $1110^{\circ}$
21,7	$1245^{\circ}$ —
34,4	7 $1600^{\circ}$ — $1700^{\circ}$
28,55	— $1420^{\circ}$
22,9	— $1270^{\circ}$
17,8	— $1110^{\circ}$
15,0	— $965^{\circ}$
12,35	— $897^{\circ}$
9,18	— $715^{\circ}$
7,92	— $658^{\circ}$

Охлажденное тающим снегом.  
Температура спаев  $\text{gr.}-\text{Cu}$  не более  $+2^\circ\text{C}$ .  
Знак на графике  $\times$ .

Т а б л и ц а III.

Тонкий уголь от дуги Siemens'a.		Температура.
Термоэлектроды.	Сила $\text{C}-\text{gr}$ .	Оптич. пиром.
$19,2 \cdot 10^{-3}$ вольта	1115 $^\circ\text{C}$	—
—	—	1160 $^\circ$
21,0	—	1185 $^\circ$
19,5	—	1160 $^\circ$
17,1	—	1070 $^\circ$
14,1	—	945 $^\circ$
11,7	—	865 $^\circ$
10,75	—	810 $^\circ$

Охлажденное водой.

Температура угля  $19^\circ\text{C}$ .

„ графита  $20,5-21,2^\circ\text{C}$ .

Знак на графике  $+$ .

**Градуировка термопары.** При измерениях нижняя грань графитовой лопатки ставилась на накаливаемую током графитовую или угольную пластинку печи, а печь загружалась мелким кварцем и песком. Рядом с термопарой графит-уголь ставилась термопара платина-родий, а по другую сторону от первой устанавливалась фарфоровая пробирка длиной около 15 см. и диаметром просвета около 1 см., на доньшко которой визировался оптический пирометр Kurlbaum'a и Holborn'a. Выяснилось, что ход показаний приборов при повышении температуры печи не может служить для градуировки термопары графит-уголь, так как последняя, будучи без чехла и вследствие большей теплопроводности графита, иначе следит за изменениями температуры, чем другие пирометры. Таким образом, расхождение показаний приборов есть функция скорости поднятия температуры. Прилагаемые графики построены по записям, сделанным после выключения тока во время процесса остывания печи, когда температура внутри печи равномернее на большем объеме. Так как нагревание печи делалось свыше  $1700^\circ\text{C}$ , то графики построены по показаниям оптического пирометра.

График таблицы I относится к углю марки „Noris“ Congady. Спаев уголь-медь и графит-медь охлаждались проточной водой. Температура воды у угля около  $16^\circ\text{C}$ , а температура у графита—около  $26-27^\circ\text{C}$  вследствие лучшей теплопроводности графита.

График таблицы II относится к такой же термопаре, но концы охлаждались тающим снегом. Повышение температуры на графике не выше  $2^\circ\text{C}$ .

График таблицы III относится к термопаре с тонким углом для дуги неизвестной марки (Siemens) диаметром около 2 мм.

Концы охлаждались водой. Температура около угля  $19^\circ\text{C}$ , около графита  $20,5-21,2^\circ\text{C}$ . Наблюдения велись в печи с накаливаемым угольным цилиндром, загруженной окисью магния.

Точки этой таблицы легли на график II. Это показывает, что аморфный уголь разного изготовления не вносит существенного изменения величины термоэлектродвижущей силы.

Отступление графиков I и II в среднем с повышением около двух милливольт объясняется имевшей место в 1-м случае разницей температур между спаев графит-медь и уголь-медь порядка  $10-11^\circ\text{C}$ . По наблюдениям Van Aubel'я (С. R. 153, р. 568—569. 1911) термоэлектродвижущая сила между графитом и медью около 18 милливольт на градус с тенденцией увеличиваться с возрастанием температуры. Таким образом среднее повышение графика I над II порядка двух милливольт вполне объясняется разностью температур спаев на  $10-11^\circ\text{C}$ . Эта разница температур может быть устранена, если графитовый стержень брать более тонкий и увеличить быстроту тока воды. Таким образом график II, на который хорошо ложится график III, может служить для измерения температуры печи термопарой графит-уголь.

Оба графика показывают, что от температуры  $800^\circ\text{C}$  приращение термоэлектродвижущей силы пропорционально приращению температуры, а так как до температуры  $1700^\circ\text{C}$  у графиков нет никакой тенденции к отклонению от прямой, то наблюдения могут быть экстраполированы и для более высоких температур. Тонкость отсчета оптического пирометра  $\pm 10^\circ\text{C}$ . Тонкость отсчета термоэлектродвижущей силы порядка 0,2 милливольт при 30 милливольт и 0,05 милл. при 10 милливольт. Как показывает опыт, колебания в разности температуры спаев графит-медь и уголь-медь до  $2^\circ\text{C}$ , находятся на пределе точности отсчета.

Если температура холодных спаев будет удерживаться одинаковой с точностью до  $2^\circ\text{C}$ , при одинаковых температурах их в пределах от  $0^\circ$  до  $20^\circ\text{C}$ , показания температуры печи будут даваться графиком II с точностью до  $10^\circ\text{C}$ .

Б. И. Зубарев.

## Съезд по стекольной и фарфоровой промышленности, происходивший в Москве с 3-го по 7-ое февраля 1925 г.

Идея устройства съезда по стеклу и керамике возникла весной 1924 г. в среде Государственного Фарфорового завода и Государственного Керамического Института. Советом была составлена краткая записка, которая за подписью председателя проф. П. А. Земятченского, членов Совета: академика А. Е. Ферсмана, проф. В. Е. Тищенко, инж. С. А. Транцеева (директора Гос. Фарф. завода) и инж. Н. Н. Качалова, была разослана по различным учреждениям и заводам СССР, с целью предварительного извещения и выяснения того, насколько желательным и своевременным представляется съезд.

В то же время инж. С. А. Транцеев поехал в Москву, чтобы войти в соглашение с тамошними учреждениями об устройстве съезда в Москве в конце октября или

начале ноября, что было важно по некоторым практическим соображениям.

Как и следовало ожидать, эта идея встретила общее сочувствие, в Москве ее подхватили и взяли дело устройства съезда в свои руки. По целому ряду причин его открытие откладывалось с месяца на месяц, и о дне открытия мы узнали всего за неделю до съезда. Открылся он в Москве в помещении клуба ВСНХ, в 2 ч. дня, 3-го февраля.

Этот съезд, можно сказать, прошел под флагом главным образом Продасиликата, представители которого играли руководящую роль.

На съезд собралось 162 делегата; из них в научно-техническую секцию вошло 40 членов, остальные были



делегаты от профсоюзов, объединений, заводов. При записи в члены требовались командировки, составлялась обычная анкета и выдавались билеты двух сортов: зеленые, с правом решающего голоса только по научно-техническим вопросам, и красные—по всем вообще.

Съезд был открыт представителем ВСНХ т. Юлиным. Почетными членами президиума были избраны—председат. СНК т. Рыков, предс. ВСНХ т. Дзержинский, тт. Богданов, Ипатьев. В состав делового президиума вошли:

от ВСНХ—инж. Трусов и Пуканов;  
от Фарфорового Треста—тов. Белковский Игнатий;  
от Ц. К. Союза химиков—тт. Добровольский Иван, Белковский и Ухин;  
от Ленинградского Союза химиков—т. Ершов;  
от Продасиликата—тт. И. Ф. Соловьев, И. И.

Китай-Городский;  
от Госуд. Института по исслед. силикатов—директор проф. Б. С. Швецов;  
от Госуд. Керамич. Института—директор, проф. С. И. Курбатов.

Заседания общих собраний происходили под председательством кого-либо из этих лиц, а в научно-технич. секции на первом заседании председательствовал проф. В. Е. Тищенко, на втором—проф. И. Ф. Пономарев.

Пленарных заседаний было 8, по научно-технич. секции—2.

На первых были доклады более общего характера, касавшиеся вопросов труда, современного положения и перспектив промышленности, сырых материалов, использования топлива и т. д. К научно-технической секции были отнесены вопросы более специальные; но надо сказать, что деление это не вполне было выдержано: некоторые доклады общего характера были прочитаны в научно-технической секции и наоборот.

Всего докладов было заявлено 39, но за неприбытием одних докладчиков (проф. Земятченского, проф. Лысина, проф. Гребенщикова), а также за отказом других (Трусова, проф. Юрганова, проф. Брицке) состоялось 28. Главнейшие доклады были следующие: <sup>1)</sup>

1. И. Ф. Соловьев. Перспективный план развития стекольно-фарфоровой промышленности в связи с механизацией и переходом на минеральное топливо.

Тов. И. Ф. Соловьев, из рабочих-стекольщиков, по поручению Продасиликата, объехал в прошлом году целый ряд стекольных и фарфоровых заводов Европы и Америки и вернулся ярким сторонником механизации стекольного производства, а рядом с этим—укрупнения заводов, введения минерального топлива и строгого научно-технического контроля производства. Он весьма обстоятельно изложил план перевода нашей стекольной промышленности на машины Фурко для оконного и машины Оуэна—для бутылочного стекла.

По этому докладу принята обширная резолюция об осуществлении пятилетнего плана перехода на машинное производство стекла и применение более усовершенствованных машин в фарфорово-фаянсовом производстве. С этой механизацией и укрупнением заводов тесно связан и рабочий вопрос, и вопросы сырья. Если сырье, напр., глина плоха, если стекло получается с камнями, то машинное производство невозможно.

2. Следующий доклад под заглавием „Рабочий вопрос в стекольно-фарфоровом производстве“ находился в связи с докладом И. Ф. Соловьева. Он касался производительности труда, заработной платы (рекомендуется неограниченная сдельщина), тарифных разрядов, лучшей организации труда и производства, механизации, охраны труда, расширения жилищного строительства и т. д.

<sup>1)</sup> Некоторые из них будут полностью напечатаны в дальнейших выпусках нашего журнала. Ред.

Все это очень жгучие вопросы, и неудивительно, что прения по этому докладу и по относящейся к нему резолюции заняли очень много времени.

Неменьший интерес вызвали следующие доклады: 3. Инж. И. И. Китайгородского—О деятельности Всесоюзного Синдиката Силикатной промышленности, так называемого Продасиликата, который за истекший год наряду с торговой и снабженческой деятельностью стал на широкий путь технической помощи заводам.

4. Ею же. „Проблема сырья и снабжение им стекольно-фарфоровой промышленности“.

5. Н. Н. Тихановича—„Основные материалы для стекольно-фарфоровой промышленности в СССР, запасы их и условия разработки в связи с перспективами развития стекольно-фарфоровой промышленности“. Этот доклад имел не столько практический, сколько научно-геологический характер.

6. Инж. Островецкого—„Природа и эксплуатационные возможности жил Беломорского побережья“.  
Инж. Островецкий—представитель Мурманского Горно-Промышленного Товарищества, шесть лет живет на Мурмане

5. Проф. И. Ф. Пономарева—Глины Сибири и их техническое применение.

6. Инж. С. Г. Туманова—„Краски для фарфоро-фаянсовой промышленности“.

Лабораторией Дулевской фабрики изготавливается полная палитра этих красок и жидкое золото. Большинство красок вполне удовлетворительны и не хуже зарубежных.

Ею же—О производстве капсул для обжига фарфора.  
7. Проф. И. Ф. Пономарева—О стекольно-фарфоровой промышленности Сибири.

Производство стекла в Сибири составляет около 400.000 пуд., чего далеко не хватает на 12 милл. населения. Все условия для этой и фарфоровой промышленности есть. Докладчик указал и наиболее удобные места для постройки заводов.

8. Инж. А. И. Крамаренко—О фарфоровой промышленности Украины. Докладчик описал, как возмещались разрушенные заводы, что делается теперь и каковы перспективы будущего.

9. Проф. А. В. Филиппова. О художественных задачах фарфорово-фаянсовой промышленности.

По научно-техническим вопросам были прочитаны следующие доклады:

1. Проф. Б. С. Швецова—„Состояние теплового хозяйства и меры к его рационализации в стекольно-фарфоровом производстве“.

2. Инж. В. П. Федорова—„Тепловой режим фарфорово-фаянсовых горнов“.

В связи с этими докладами было постановлено обязать все стекольные и фарфоро-фаянсовые заводы произвести у себя обследование теплового и силового хозяйства и периодически это обследование повторять. Поручить Тепло-Техническому Бюро Продасиликата сосредоточить у себя эту работу, связавшись в этой работе с Бюро Тепло-Технических съездов СССР и Тепло-Техническим Институтом Гриневепкого и Кирша.

3. Проф. В. Е. Грум-Гржимайло—„Новый фарфоровый горн“.

Он же.—Новые идеи стекловаренных ванн печей.

4. Проф. В. Е. Тищенко—Химия и стекольное дело <sup>1)</sup>. Доклад популярного характера, имеющий целью на примере быстрого развития стекольного дела в связи с научным исследованием вопроса о связи между химическим составом и свойствами стекла, показать значение науки для промышленности.

<sup>1)</sup> Доклад этот помещен в этом номере.

5. Инж. Н. Н. Качалова. Значение исследовательской деятельности в керамической промышленности. Указывая на необходимость исследований в области природных богатств республики, докладчик подчеркивает значение и роль в этом вопросе исследовательских институтов; попутно касается деятельности и работ в области стекла и керамики Ленинградского Государственного Керамического Института.

6. Проф. Б. С. Швецова—«Работы Института Спектров».

Отчет о деятельности Института, его планы на будущее.

7. Проф. В. И. Искюля—«О каолинах в условиях высоких температур»<sup>2)</sup>.

Весьма интересный научный доклад. Автор проследил ход изменений каолина с температурой.

8. Проф. И. Ф. Пономарева—«Теория стекла».

9. Ею же—«Принудительный метод кристаллизации».

10. Инж. И. И. Китайгородского—«Рецептура различных стекол и формула Чейшнера».

11. Ею же—О производстве стеклянных изоляторов для токов высокого напряжения.

Это попытка приготовить стекло в роде американского стекла «Ругех».

12. Проф. И. Е. Вайнциенкера—«Стекло, как материал для ламп накаливания».

13. Ею же—«Водяной газ, как топливо для стеклоплавильных печей».

В заключение надо отметить, что хотя съезд был организован спешно, и без тщательной подготовки, но своей цели он достиг: собрал работников одной специальности, познакомил друг с другом, дал возможность высказаться по насущным вопросам специальности; поставил на очередь разрешение весьма важных задач:

<sup>2)</sup> Резюме помещено в этом номере.

1. О переходе на машинное производство оконного и бутылочного стекла.

2. Об определении запасов керамического сырья, о необходимости новых промышленно-геологических изысканий сырья в различных областях СССР; очистки сырья, установления определенных, постоянных сортов, марок песку, глины, шпата и пр. и постоянного их контроля; о необходимости постоянного научно-технического контроля производства на заводах.

О необходимости устройства заводских лабораторий установления связи государственных научно-исследовательских институтов с заводами и участия этих учреждений в вышеуказанных исследованиях.

Об учреждении русского научно-технического общества стекольной и керамической технологии и издании специальных журналов по стеклу и керамике.

О периодическом повторении съездов по стекольно-керамической промышленности.

С полной очевидностью подчеркнул наш вековой недостаток:

«Земля наша велика и обильна, да порядку в ней нет».

Всем нас щедро наделила природа, но мы еще мало знаем свои богатства; а что знаем, того не умеем толком использовать. Требуется еще основательные геологические и минералогические исследования, целый ряд технических мероприятий: установка правильной добычи, способов очистки, сортировки, марок сырья, способов хранения, перевозки его, постоянного лабораторного контроля, заводских испытаний и прежде всего научных исследований. Работа огромная, и невольно приходит в голову, сколько же квалифицированного труда нужно на это дело и как дорог должен быть у нас каждый научно-подготовленный работник.

Проф. В. Тищенко.

15/II-1925

## К вопросу о стеклоплавильных горшках.

Одним из наиболее острых вопросов стекольной промышленности настоящего времени бесспорно является вопрос об изготовлении стеклоплавильных горшков. Переход с традиционной «кассельской» глины на отечественные материалы дается с большим трудом, и наши заводы прилагающие все усилия к выполнению задачи дня по подъему производительности, встречают со стороны горшкостроения, по крайней мере, не преодолимые затруднения. Состоявшееся летом минувшего года в Ленинграде совещание по вопросам Оптической промышленности выдвинуло настоятельную необходимость немедленно же приступить к серьезному и планомерному разрешению этого вопроса, имеющего особую важность в области оптического стекловарения. Совещание обратилось к Госуд. Кер. Исследов. Ин-ту с просьбой принять участие в работах на эту тему Ленинградского завода оптического стекла. Несколько месяцев тому назад подобное же обращение к Керамическ. Институту поступило и со стороны Продавильных и некоторых заводов.

Учитывая создавшееся положение, Госуд. Керамич. Институт и Государств. завод оптического стекла, тесно связанные территориально, а равно и общностью многих совпадающих интересов, объединили свои силы в изучении больших сторон современного положения горшкостроения. Работы распределяются таким образом, что научно-лабораторные исследования ведет Керамический Институт, тогда как приготовление опытных масс

и экспериментирование в производственных условиях выполняются силами и средствами завода оптического стекла.

Первым шагом в названной работе явилась разработка весьма подробной анкеты и рассылка ее в количестве более 150 экземпляров на все стекольные заводы и в заинтересованные учреждения. Цель этой анкеты возможно обстоятельно осветить действительное положение горшкостроения на местах и выявить его слабые стороны.

От тщательности и вдумчивости при заполнении вопросного листа будет, конечно, целиком зависеть ценность собранного материала, совершенно необходимого для дальнейшего развития работ.

Надо надеяться, что на местах отнесутся с должным вниманием к этому вопросу и окажут всемерное содействие и помощь столь важному и полезному для стекольной промышленности делу.

Горшковый вопрос является началом ряда работ по исследованию огнеупорных масс и для других целей, главным образом для ответственного печного припаса значение которого в стекольной промышленности особенно выдвигается в связи с намеченной широкой механизацией стекольного производства.

Н. К.

J. of th. Fr. Inst. № 2 vol 198  
Aug. 1924, p. 230.

## БИБЛИОГРАФИЯ.

**В. Ф. Гиллебранд.** Химия силикатов. Методы анализа силикатных и карбонатных пород. Перевод А. Ф. Фиолетовой, с дополнениями А. Ф. Добрянского. Под редакцией В. И. Искюля, заведующего химическим отделом Государственного Керамического Исслед. Института. Научно-Химико-Техническое Издательство. Научно-Технический Отдел В С Н Х. Ленинград. 1925.

Появление в русском переводе руководства по анализу силикатов столь известного американского ученого, специалиста в области силикатов, как В. Ф. Гиллебранд, нельзя не приветствовать. Книга эта выдержала по несколько изданий на английском и немецком языках и пользуется заслуженным доверием у специалистов химиков, геологов, минералогов, агрономов и лиц, связанных с керамикой, стекольным производством цемента, извести и т. д. По полноте материала, точности изложения, строгому разбору предлагаемых методов анализа это руководство едва ли не лучшее в области анализа силикатов. Поэтому, как редактор, решившийся взять на себя нелегкий и ответственный труд редактирования перевода, так и переводчики, и Научно-Химико-Техническое Издательство, напечатавшее это капитальное сочинение, оказали большую услугу своим русским собратьям по науке. Перевод сделан с изданного в 1910 г. немецкого перевода, дополненного автором, и дополнен по американскому изданию 1919 г. преподавателем Ленинградского Государственного Университета А. Ф. Добрянским.

В книге 276 стр. с 28 рисунками и таблицами, именным и предметным указателями. Содержание ее распадается на два отдела:

Анализ силикатных пород и карбонатных пород.

Первый отдел состоит из введения и главы, посвященной описанию методов самого анализа силикатов. Так как книга предназначена для специалистов, то во введение автор не останавливается на описании элементарных приемов анализа, а говорит о более специальных сторонах вопроса, каковы:

- 1) важное научное значение полных и точных анализов силикатных пород, включая определение редких составных частей;
- 2) главнейшие составные части силикатных пород;
- 3) нахождение и распространение в горных породах и минералах некоторых менее важных составных частей;
- 4) оценка результатов анализов и допустимые границы ошибок;
- 5) порядок расположения данных анализа;
- 6) продолжительность анализа;
- 7) полезные инструменты и приборы (щипцы, бани, колориметры);
- 8) предварительный качественный анализ;
- 9) качество посуды и реактивов.

Во второй части излагаются собственно методы, употребляемые при анализе силикатных пород. Она включает:

- 1) предварительные замечания о порядке определения отдельных составных частей;
- 2) способы определения удельного веса силикатных пород;
- 3) приготовление средней пробы для анализа, измельчение, растирание, изнашивание ступки и пестика, вес валовой пробы.
- 4) Вода. Состояние водорода в минералах; изменение содержания воды при измельчении; важность употребления воздушного порошка для анализа; необходимость указания „гигроскопической“ воды в окончательном результате анализа.
- 5) Методы определения воды.

В 25 следующих параграфах, занимающих 149 страниц, подробно излагается ход анализа силикатов, начиная с описания различных методов разложения их и определения кремнезема. Затем идет описание способов определения: Al, Fe, Ti, Zr,  $H_2PO_4$ , Mn, Ni, Co, Cu, Zn, Ca, Sr, Ba, Mg, Cr, V, Mo, K, Na, Li,  $CO_2$ , угля, Cl, F, S в различных ее соединениях  $B_2O_3$  и пр. Каждый предлагаемый метод подробно обсуждается и критически освещается, что дает возможность аналитику выбрать наиболее подходящий и вести уверенно свою аналитическую работу.

Отдел II. Анализ карбонатных пород занимает всего 37 страниц. Он изложен по тому же плану, как первый и состоит из трех частей: 1) введение, 2) точные методы анализа с изложением способов определения не только обычных, но и редких составных частей карбонатов, 3) сокращенный анализ карбонатов.

Книга содержит много ценных разъяснений и практических указаний; где нужно иллюстрируется схематическими рисунками и, что особенно важно, изобилует ссылками на литературу, что дает возможность читателю, в случае какого либо сомнения, проверить приводимые указания по оригинальным статьям или капитальным руководствам. Перевод сделан вполне удовлетворительно, корректура проведена тщательно. С внешней стороны

книга издана хорошо: формат удобный, шрифт (даже ястык) достаточно крупный, четкий, бумага довольно хорошего качества, а это, конечно, важно для долговечности подобного практического руководства.

Нет сомнения, что этот капитальный труд профессора Гиллебранда сделается настольной книгой не только во всех наших учебных аналитических лабораториях, но и в специальных научных, технических и заводских, имеющих дело с анализом силикатных и карбонатных пород.

В. Т.

С января месяца текущего года под редакцией инж. А. Литинского начал выходить в Лейпциге в издании Отто Шпамера новый журнал „Feuerfest“, посвященный вопросам добычи, обработки, исследования и применения огнеупорных материалов.

Журнал ставит себе одной из главнейших задач служить связующим звеном между производителем и потребителем в области огнеупорных материалов и изделий. Он стремится, с одной стороны, стать регулятором чрезмерных, иногда не выполнимых, требований потребителя, с др. стороны—содействовать выяснению подчас очень запутанных явлений, имеющих место в производстве надлежащего качества фабрикатов.

„Feuerfest“, обещает издаваться по следующей программе:

- 1) Месторождения, добыча и подготовка сырья.
- 2) Изготовление из сырья огнеупорных камней, полых изделий, сосудов, далее—огнеупорных обмазок, замазок, растворов, огнеупорных изоляционных материалов и т. д. Применение всех этих материалов и изделий в промышленности.
- 3) Требования, предъявляемые различными отраслями промышленности к огнеупорным материалам и изделиям и пути и средства к удовлетворению этих требований.
- 4) Характерные особенности отдельных процессов производства и зависимость между применяемым сырьем, топливом и т. д. и огнеупорным материалом.
- 5) Испытание (химическое, физическое, пирометрическое, микроскопическое, механическое, термическое и т. д.) и оценка огнеупорных материалов и изделий.

6) Вопросы нормализации, нужды потребляющей промышленности, нововведения, машины и аппаратура огнеупорной промышленности, изобретения, хозяйственные основы, печные и топливные вопросы в огнеупорной промышленности, тепловое хозяйство в огнеупорном деле, измерительные, испытательные и контрольные приборы, собрания, общества профессионально-учебное дело, заграничная практика и все остальные вопросы, так или иначе связанные с огнеупорной промышленностью.

Если принять во внимание, что огнеупорным материалам до настоящего времени далеко не уделялось того внимания, которого они заслуживают в виду их огромного значения в промышленности, ибо, нельзя, повидимому, даже назвать такой отрасли ее, которая бы прямо или косвенно не пользовалась огнеупорными материалами и изделиями из них, то можно считать, что журналу, сосредоточившему свое внимание на вопросах добычи, обработки, применения и исследования огнеупорных материалов, обеспечены на ряду с другими печатными органами, посвященными важнейшим вопросам промышленности, все права гражданства.

С точки зрения керамической и стекольной промышленности, с ее многообразными горнами, печами, муфелями, каленицами, горшками, капсулами, припасом и пр. и пр. для производства фарфора, фаянса, каменного товара, разного рода стекла, эмали и т. п., промышленности являющейся одним из крупнейших потребителей огнеупорных материалов и изделий из них, „Feuerfest“, как специальный орган крайне целесообразен, своевременен и желателен.

Первый номер „Feuerfest“, построенный по типу „Sprechsaal“ и „Keramische Rundschau“, содержит среди напечатанного материала статьи нашего известного знатока печного дела проф. В. Е. Грум-Гржимайло „Особенности огнеупорных кирпичей с точки зрения металлургии“ и Г. Бенфлей „Современная подготовка шамотных масс“. Последняя статья приобретает особый интерес для нашего читателя, с одной стороны вследствие неудобств у нас положения дела с некоторыми очень важными шамотными изделиями, с другой—вследствие осознания только что состоявшимся в Москве Съездом по керамической и стекольной промышленности необходимости механизации производства. В виду этого статья Бенфлей предлагается вниманию читателя на страницах одного из ближайших номеров „Керамики и Стекла“.

В. И.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

### Электрическая проводимость и точка трансформации в стекле.

H. Schönborn (Zeit. f. Phys. Vol 22 № 5).

Исследования коэффициента термического расширения стекла при высоких температурах доказали, что наблюдаемые при указанных температурах отступления в коэффициенте расширения, по видимому, указывают на перегруппировку в стекле молекул. При температурах 350—500° С, в зависимости от сорта стекла, имеет место почти линейное расширение.

В стекле, свободном от внутренних натяжений, тогда наступает критическая зона, в пределах которой расширение быстро возрастает. При еще более высоких температурах появляется другой порядок линейного расширения, где коэффициент его в 2—7 раз больше, чем ниже критической зоны. Дальнейшее повышение температуры ведет уже к размягчению стекла.

Эти наблюдения имели место при исследовании электропроводности различных стекол и, главным образом, отношения этой проводимости к критической зоне. Были подвергнуты исследованию около дюжины разных сортов стекла и во всех найдена по крайней мере одна температура, при которой сопротивление меняется так, что указывает на трансформацию в стекле.

В некоторых случаях наблюдались две такие температуры. Во всех наблюдениях эти температуры почти совпадали с одним или обоими пределами критической зоны, как то имеет место при опытах над термическим расширением стекла.

В некоторых стеклах, когда температура была выше точки трансформации, электрическое сопротивление при охлаждении шло по другой кривой, отличавшейся от кривой, полученной при повышенной температуре. При той же температуре сопротивление меньше в случае охлаждения, чем при нагревании.

И. В.

### Стекло с низким коэффициентом расширения.

В Соед. Шт. Сев. Америки некто Fred. M. Locke получил патент за № 1.431.166 на стекло с весьма низким коэффициентом расширения и большей механической и химической прочностью. Согласно его объяснению это боросиликат с содержанием щелочей не более 5% при составе SiO<sub>2</sub>—78%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—15%, Na<sub>2</sub>O—4%, CaO—1%, K<sub>2</sub>O—1% и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—1%. Состав сырых материалов будет следующий: кремнезема—69,5%, борной кислоты—20%, криолита 6%, натриевой селитры 4% и ок. кальция 0,5%.

Линейный коэффициент расширения такого стекла приблизительно равен 35 · 10<sup>-7</sup>.

J. of the Soc. of Glass Techn. № 32. Дек. 1924 г. р. 244.

### Новый состав для бутылочного стекла.

D. Wilh. Schmidt в Keram. Rundsch. за 1924 г. (32, 408) приводит испытанный им в ванной печи богатый глино-земом состав для бутылочного стекла, состоящий из 100 частей полевого шпата, 17 базальта, 18 извести, 4 соды, 28 сульфата и 3: угля, что соответствует: SiO<sub>2</sub>—57,1%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—15,1, CaO—7,1 MgO—0,5 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—1,8, K<sub>2</sub>O—7,7 и Na<sub>2</sub>O—10,7.

Употребление в состав стекла глинозема в виде полевого шпата дает, по мнению автора, лучшие результаты, чем каолин, гидрат Al и т. п. Бутылки из такого стекла блестяще выдержали довольно жесткие испытания на механическую и химическую прочность.

J of. the Soc. of Glass Techn № 32 Дек. 1924, р. 243.

### Окрашивающее действие висмута в стекле.

Висмут в виде основного карбоната [(Bi O)<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> H<sub>2</sub>O] окрашивает стекло в разные цвета, причем будучи прибавлен в количестве от 2,5 до 5% придавал оттенки от серого до бурого. Боросиликат окрашивается слабее, чем поташное стекло; последнее гораздо темнее.

При вторичном нагревании окрашенных висмутом стекол коричневый цвет усиливается до того, что стекло получается глухим.

Внимательное исследование указывает на коллоидальное состояние висмута в стекле. Азотнокислый Bi дает окрашивание менее интенсивное.

of the Soc. of Glass Techn № 32., р. 251.

### Окись олова окрашивает стекло в зависимости от состава в следующие цвета.

Формула стекла.	Кол-во, прибавленного олова в %	Вид стекла.	Вид после обогрева.
1,3 Na <sub>2</sub> O CaO 6SiO <sub>2</sub>	25,0	Прозрачный	Вид после обогрева.
1,3 K <sub>2</sub> O CaO 6SiO <sub>2</sub>	30,0	"	тоже
1,3 Na <sub>2</sub> O MgO 6SiO <sub>2</sub>	20,0	Свет. голуб. опал.	тоже
1,3 Na <sub>2</sub> O MgO 6SiO <sub>2</sub>	30,0	Опаловый	тоже
1,3 K <sub>2</sub> O MgO 6SiO <sub>2</sub>	10,0	Пох. на алеб.	тоже
1,3 Na <sub>2</sub> O ZnO 6SiO <sub>2</sub>	25,0	Прозрачный	Тоже с ирризацией.
1,3 Na <sub>2</sub> O ZnO 6SiO <sub>2</sub>	40,0	"	тоже
1,3 Na <sub>2</sub> O BaO 6SiO <sub>2</sub>	25	"	тоже
1,3 Na <sub>2</sub> O BaO 6SiO <sub>2</sub>	30	Белоопаков.	тоже
1,3 K <sub>2</sub> O BaO 6SiO <sub>2</sub>	30	Прозрачный	Небольшая ирризация.
1,3 Na <sub>2</sub> O PbO 6SiO <sub>2</sub>	20	Зеленоопаков.	Серый по поверхности.
1,3 K <sub>2</sub> O PbO 6SiO <sub>2</sub>	20	Опаковый	тоже

J. of the Soc. of Glass Techn № 32 Дек. 1924, р. 252.

И. В.

## ВОПРОСЫ И ОТВЕТЫ.

Помещаются только вопросы, поступившие за подписью и с указанием адреса автора.

Эти сведения остаются достоянием одной только редакции, не печатаются и не оглашаются.

Присланные в редакцию и помещенные в журнале ответы оплачиваются.

За срочность ответа редакция не отвечает.

Ответственный редактор проф. И. Е. Вайншенкер и Е. П. Душевский.

Продолжается прием подписки на журнал „Керамика и Стекло“, посвященный вопросам стекольной и керамической промышленности и издаваемый Ленинградским Государственным Керамическим Исследовательским Институтом.

Подписная цена с пересылкой для СССР на 12 мес.—10 руб., на 6 мес.—6 руб. Стоимость отдельного номера 1 руб. Для заграницы на год 20 руб., на 6 мес.—10 руб.

Подписка принимается в конторе Редакции в Ленинграде по адресу: Вас. Остр., 12 лин., д. 29, кв. 17, а также по почте.

Продолжается также прием объявлений для помещения в журнал.

Стоимость одной страницы объявлений впереди текста 180 руб., позади—150 руб., на 4-й странице обложки—200 руб. При даче объявления для ряда номеров делается скидка по соглашению.