

1. Введение.

В 1892-м году мною была напечатана краткая брошюра под названием „Кремация“, в которой были описаны с технической точки зрения методы, применявшиеся в то время для сожигания трупов людей. Появление брошюры и сделанные мною доклады не привлекли внимания тогдашнего технического мира; общественное же мнение и духовенство было против применения кремации, как метода погребения, значение которого с санитарной точки зрения недостаточно оценивалось. Таким образом, единственными поборниками применения кремации были лишь немногие гигиенисты, но их голоса не могли преодолеть инерции застоя в этом вопросе.

В последние годы эпидемии холеры и тифа с усиленною смертностью вновь подняли вопрос о применении кремации и только в 1919 году Петроградский Совет Рабочих Депутатов впервые в России объявил два конкурса: один — на составление проекта здания крематориума, а другой — на составление проекта кремационной печи. В результате конкурсов Комиссия по постройке Первого Государственного Крематориума в Петрограде под председательством Б. Г. Каплуна получила проект здания крематория и проект кремационной печи, осуществление которых при современных условиях потребовало бы продолжительное время. Между тем санитарные условия настоятельно требовали быстрого создания возможности производить трупосожигание. Практическим выходом из указанного затруднительного положения явилось решение Комиссии устроить временную кремационную печь в одном из зданий на Васильевском Острове. Эта печь устроена по проекту профессора В. Н. Лилина, признанному конкурсной Комиссией наилучшим из трех проектов, представленных на конкурс. С 14-го декабря 1920 г. в ней впервые в России непрерывно производится сожигание трупов, поступающих из больниц, а равно добровольно пожелавших быть сожженными.

Принимая участие в числе других профессоров в Конкурсной Комиссии, а равно совместно с профессорами Института Гражданских Инженеров А. К. Павловским и С. В. Баниге в Комиссии, наблюдавшей за производством трупосожигания, я получил возможность практически близко подойти к вопросу о кремации с одной стороны, а с другой стороны накопившийся научный и практический материал в области процессов горения при высоких температурах дают возможность обосновать рациональный расчет кремационных печей.

Эти обстоятельства, в связи с значительным интересом, проявляемым различными городами Российской Республики к вопросу об устройстве кремационных печей, создали потребность в кратком техническом руководстве, из которого можно было бы почерпнуть данные о типах, применяемых в настоящее время кремационных печей и о способах определения их размеров. Настоящая книга является попыткой удовлетворить по мере возможности указанной потребности, которая в известной мере дает рамки для самого содержания книги.

Таким образом, в нижеизложенном я не буду касаться исторического хода распространения кремации, ее достоинств в гигиеническом отношении; равным образом, мною будут обойдены молчанием вопросы об оценке кремации с точки зрения: юридической, религиозной, эстетической, этической и народного хозяйства.

Своей задачей я ставлю: описание устройства наиболее рациональных типов современных кремационных печей и приборов, необходимых для их действия, с критической оценкою каждого типа, и выяснение методов расчета этих печей, с указанием необходимых для этого практических и научных данных.

Для сокращения объема книги и облегчения ориентировки в материалах в ней заключающихся, мною будут пропущены описания всех тех типов кремационных печей, которые имеют лишь историческое значение в развитии техники кремации; важно дать описание того, что является пригодным материалом для рационального проектирования новых печей.

II. Техника трупосожигания.

Народы глубокой древности применяли сожигание умерших, как метод погребения; в описаниях путешественников мы находим данные о применении сожигания у кочевых народов Азии. Всем известны также случаи массового сожигания в военное время. Техника этих сожиганий представляет первобытный костер, при массовых же сожиганиях убитых и умерших на полях сражения применялось добавление горючих веществ, как-то: гудрона, нефти, керосина и т. п.; лишь в конце девятнадцатого столетия появляются особые, так называемые кремационные печи, и выясняются некоторые технические условия, при которых должно быть производимо сожигание трупов.

С технической точки зрения кремация представляет собою процесс сожигания органической массы, состоящей из разнообразных частей, как по химическому составу, так и по строению, причем все части содержат значительное количество воды от 10% (в зубах) до 99% (в хрусталике глаза). Сожигание веществ, заключающих большое количество воды, представляет, как известно, технические затруднения, так как на испарение воды требуется затратить значительное количество тепла.

С точки зрения санитарной сожигание должно быть производимо таким образом, чтобы в атмосферу не могли поступать продукты неполного сожигания органических веществ и в том числе зловонные газы.

Наконец, эстетические соображения требуют, чтобы остатки, получающиеся от сожигания человеческого тела, состояли исключительно из минеральных веществ, не производящих по своему внешнему виду неприятных впечатлений, т. е. из золы и мелких частиц костей белого цвета.

Таким образом, процесс трупосожигания в начальном фазисе требует затраты довольно значительного количества

тепла на испарение воды, а в последующем — условий, обеспечивающих полноту сжигания твердых и летучих элементов, содержащихся в трупе.

Современная техника трупосжигания достигает вышеуказанных результатов посредством сжигания трупа в предварительно нагретой до высокой температуры камере, в струе сильно нагретого атмосферного воздуха; при таких условиях за счет теплоты, выделяемой стенками камеры в начальном фазисе, происходит испарение воды и выделение газообразных элементов из трупа, которые, встречая струю атмосферного воздуха, сгорают, соединяясь с кислородом в нем заключающимся.

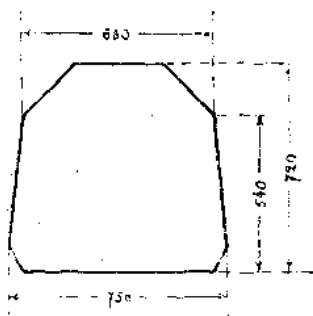
Следовательно, реакция окисления происходит в газообразном состоянии, что гарантирует наилучшие результаты при подаче достаточного количества кислорода и соответственной температуры. Наличие в сожигательной камере определенной высокой температуры является существенно важным, так как для сжигания (воспламенения) некоторых газообразных продуктов разложения человеческого тела требуется температура около 800° ; кроме того, высокая температура необходима для превращения костей в белые легко раздробляемые нажатием пальцев частицы. При низкой температуре (ниже 600°) кости лишь обугливаются и имеют или сплошь черный цвет, или же покрываются только снаружи сероватым слоем; при температуре свыше 1200° фосфорно-кислая известь состава костей сплавляется и остатки костей покрываются стекловидным слоем, препятствующим их раздроблению.

На основании сказанного мною можно наметить схему кремационной печи в следующем виде: камера для сжигания трупов, устройство для нагревания этой камеры и прибор для нагревания воздуха, подаваемого в камеру сжигания.

Камера сжигания трупов должна удовлетворять двум главным требованиям: иметь необходимые размеры и быть нагретою до необходимой температуры в продолжение всего процесса сжигания; размеры камеры сжигания зависят от наибольшего размера гроба, каковые могут быть приняты равными: длина 2250 мм., ширина 750 мм. и высота 720 мм., поперечные сечения гробов и их размеры в миллиметрах показаны на чертежах 1-м и 2-м:

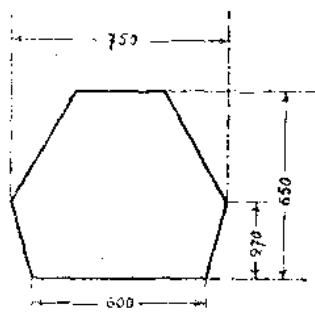
Чертеж 1.

Поперечный разрез.



Чертеж 2.

Поперечный разрез.



Соответственно размерам гроба камера сожигания должна иметь следующие минимальные размеры: длина 2500 мм., ширина 1000 мм. и высота 1000 мм., причем перекрытие камеры следует делать сводчатым.

Сожигание трупа без гроба происходит быстрее, нежели в гробу, но так как транспортирование трупов без гроба и манипуляции подачи в камеру сожигания являются более затруднительными, а для трупов, умерших от заразных болезней, недопустимыми по санитарным соображениям, а с другой стороны у трупа, подвергнутого действию сильно нагретого воздуха и лучистой теплоты, происходят сокращения мышц и сухожилий и обусловливаемое этим передвижение оконечностей, открытие глаз и т. п. явления, производящие неприятное впечатление, то и с эстетической точки зрения является желательным сжигать труп вместе с гробом, скрывающим эти явления.

С точки зрения техники сожигания, гроб создает известные затруднения, а потому заграничная практика трупосожигания выработала некоторые требования, уменьшающие эти затруднения; главные из них следующие:

1) Деревянные гробы должны быть изготовляемы из легких пород дерева: ели, тополя и т. п.

2) Металлические гвозди не допускаются: для сколачивания досок должны быть применяемы деревянные нагеля.

3) Толщина досок гроба не должна превышать 18 мм. для нижней части и 15 мм. для верхней.

4) Металлические ручки, проволока и другие железные части не допускаются.

5) Окраска (масляная) и лакировка гроба должны быть заменяемы протравой.

6) Под труп не должны быть подкладываемы вещества, препятствующие прониканию тепла, как-то: подушки всякого рода, уголь, зола, солома и т. п.; допускаются лишь древесные стружки (древесная шерсть).

7) Одежда трупа должна быть возможно легкая.

8) Металлические гробы допускаются лишь из цинка, толщиной не более 1 мм., причем никакие другие металлы, хотя бы в виде легких украшений, не допускаются.

Цинк, при температуре около 900 гр., превращается в пары.

Температура камеры сжигания имеет существенное значение на ход процесса сжигания и на его результаты: чем выше температура, тем энергичнее идут процессы сжигания; кроме того, высокая температура в камере сжигания является, в связи с достаточным притоком воздуха, гарантией полноты сжигания. Но, рассматривая процесс сжигания трупа, как практический метод наилучшего с санитарной точки зрения захоронения умерших, следует обращать внимание и на экономическую сторону дела, т. е. на расход топлива; в экономическом отношении, чем ниже температура камеры сжигания, тем меньше расход топлива.

Таким образом, в отношении температуры камеры сжигания следует установить такой минимум, при котором процесс сжигания получался бы полным, при наименьшем расходе топлива.

Для полноты сжигания трупа необходимо, чтобы оно происходило при такой температуре, при которой сгорают самые стойкие газообразные и твердые составные части трупа; к первым следует отнести аммиак, воспламеняющийся при температуре 700 — 860 гр. По отношению других частей человеческого тела наблюдения показали, что наиболее медленно сгорают некоторые внутренние органы, как-то: легкие, сердце, печень, почки, селезенка, мозг и кости; медленность сжигания внутренних органов обуславливается не огнестойкостью.

их составляющей материи, а значительным содержанием в них воды (легкие — 79%, печень — 74%, почки — 81%, селезенка — 80% и мозг — 81%) и их строением; при таких условиях для сжигания этих органов необходимо сначала выпарить из них воду, для чего требуется известное время, тем более, что эти органы сокрыты внутри трупа и непосредственное воздействие на них тепла и нагретого воздуха начинается лишь после сгорания покрывающих их мягких частей тела. Кости, в главной массе, состоят из фосфорно-известковой соли и азотистого органического вещества — оссеина, дающего клей; при обжигании оссеин сгорает и остается масса, содержащая 90% фосфорно-известковой соли $Ca_3(PO_4)_2$ и небольшого количества углекислой извести. Для сгорания костей и превращения их в легко раздробляющийся белый остаток, необходимо сжечь оссеин, для чего нужна такая же температура, как и для других составных частей тела, но так как оссеин находится во внутренних ячейках костного вещества, то необходимо некоторое время для нагрева костей и их внутренних полостей до необходимой для сгорания оссеина температуры.

Наблюдения показывают, что сгорание трупа одинаково по продолжительности при температуре камеры сжигания в 860 гр. и в 1000°; кроме того, известно, что при температуре свыше 1200° начинается плавление фосфорно-кислой извести и кости покрываются с поверхности стекловидным слоем, препятствующим их раздроблению.

На основании изложенных соображений следует признать, что минимальная температура камеры сжигания должна быть около 900°; при этой температуре безусловно будет обеспечена полнота сгорания всех частей тела и получения остатков, вполне удовлетворяющих санитарным и эстетическим требованиям.

По отношению продолжительности сжигания следует указать, что, по имеющимся литературным данным, таковая составляет не менее 1½ часа, причем по некоторым данным можно предположить, что при такой продолжительности происходит еще в последующем догорание некоторых частиц в местах собирания остатков; в некоторых же случаях имеются указания, что продолжительность сжигания равнялась 2-м и 2½ часам.

По моим наблюдениям для индивидуальных сожиганий требуется не менее $1\frac{3}{4}$ — 2 часов времени, для коллективных же, когда нет нужды выделять остатки каждого трупа особо, эта продолжительность может быть понижена до 1 часа.

Для предварительного и последующих нагреваний камеры сожигания могли быть применены обыкновенные топливники, но, как известно, успешное сожигание твердого и жидкого топлива требует значительного притока кислорода, а так как таковой вводится вместе с азотом, в виде воздуха, то чрез топливник проходит много бесполезного для горения газа (азота), который понижает значительно температуру горения (до 800° — 700°), а следовательно и ту температуру, до которой может быть нагрета камера сожигания продуктами горения топлива в топливнике.

Между тем выше было указано, что температура камеры сожигания должна быть около 900° , следовательно обыкновенным методом сожигания твердого и жидкого топлива нельзя достигнуть этой температуры, а потому при устройстве кремационных печей применяют для нагревания камеры сожигания, так называемый генераторный газ, который получается в специально устраиваемых при кремационной печи генераторах, в которых перерабатывается в газ твердое топливо, как-то: дрова, торф, бурый уголь, каменный уголь, кокс, древесный уголь и всякие прочие отбросы.

Генераторный газ может быть практически сожигаем с значительно меньшим притоком воздуха, а потому и температура его горения может быть доведена до 1200° , а следовательно, сожигая этот газ в самой камере сожигания трупов, мы можем легко достигнуть желаемой степени ее нагрева.

Устройство генераторов и их расчет будет рассмотрен ниже.

Выше было указано, что для полного сгорания трупа в накалившую камеру сожигания должен быть вводим нагретый воздух в достаточном количестве и чем сильнее будет нагрет воздух, тем выше будет температура горения трупа, а следовательно тем более будет гарантирована полнота этого горения. Для нагревания воздуха, вводимого в камеру сожигания, при кремационных печах устраиваются особые калориферы двух систем: в первой — горячие продукты горения трупа и газа движутся по каналам или трубам, с наружной

стороны которых движется в противоположном направлении атмосферный воздух, вводимый в камеру сжигания. Этой системы калориферы носят название рекуператоров; они являются непрерывно действующими приборами и высшая температура нагрева в них воздуха зависит, как от температуры продуктов горения, так и от материала и толщины стенок труб или каналов, чрез которые происходит передача тепла от продуктов горения к воздуху.

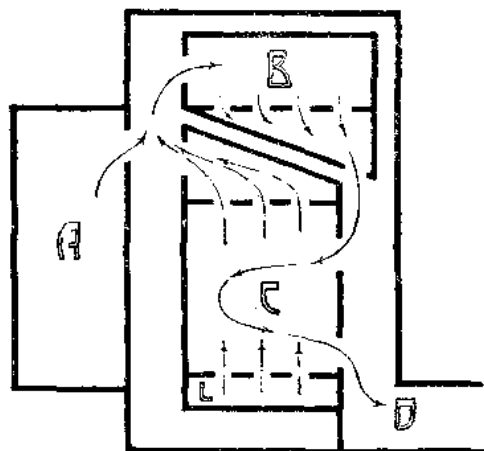
Во второй системе — продукты горения, выйдя из камеры сжигания, поступают в особую камеру, заполненную огнеупорным кирпичем, уложенным на ребро в клетку с промежутками, достаточными для прохода продуктов горения; это заполнение носит название насадки. Продукты горения, проходя насадку сверху вниз, накаливают ее и, таким образом, насадка аккумулирует теплоту; если в дальнейшем направить продукты горения в другую камеру с насадкою, а чрез первую пропускать атмосферный воздух, то последний, соприкасаясь с накалиною поверхностью кирпичей насадки, нагреется до высокой температуры. Такого устройства нагреватели воздуха носят название регенераторов и являются приборами переменного действия, а потому для непрерывного действия печи их должно быть два.

Из сравнения конструкций регенераторов и рекуператоров ясно, что, при одной и той же температуре продуктов горения чрез них проходящих, температура нагрева воздуха будет выше в регенераторах, нежели в рекуператорах, но работа рекуператоров, как непрерывная, не требует особого ухода; в регенераторах же требуется периодическая перестановка клапанов для переменного направления продуктов горения, то в один, то в другой регенератор.

На основании всего сказанного кремационную печь с рекуператором можно представить в виде схемы, изображенной на чертеже 3-м, на котором изображены следующие ее части:

- A* — генератор,
- B* — камера сжигания трупа,
- C* — рекуператор,
- D* — дымоход,
- L* — приток атмосферного воздуха.

Чертеж 3.
Схема разреза.



При первоначальном нагревании камеры сжигания в нее из генератора *А* поступает горючий газ, а из рекуператора *С* сильно нагретый воздух, происходит сгорание газа при высоком пирометрическом эффекте (жаропроизводительной способности), что дает в результате высокую температуру нагрева камеры; продукты же горения газа поступают в рекуператор *С*, где отдают значительную часть своего тепла воздуху, поступающему через канал *Л*; а затем продукты горения выходят по дымоходу *В* в дымовую трубу и в атмосферу. На схеме движение газов и движение воздуха показано соответствующими стрелками.

Когда в камеру сжигания вводится труп, тогда приток в нее газа прекращается, который в этот период направляется непосредственно в рекуператор, где встречается с продуктами горения трупа, содержащими излишек воздуха, вследствие чего происходит возгорание газа и попутно вторичное сжигание продуктов горения, выходящих из камеры.