

637.23

10076

Г-62

Г. В. Г о л у б е в

488

# ПОСТРОЙКА И ОБОРУДОВАНИЕ МАСЛОДЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ



СЕЛЬХОЗГИЗ  
МОСКВА—ЛЕНИНГРАД  
1930

Г 62

Г. В. ГОЛУБЕВ

7957



Д Е П

# ПОСТРОЙКА И ОБОРУДОВАНИЕ МАСЛОДЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

(с 164 ЧЕРТЕЖАМИ)

46039

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА БССР

**МИНСКАЯ ОБЛАСТНАЯ  
БИБЛИОТЕКА**

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
„СЕЛЬХОЗГИЗ“

„СЕЛЬХОЗГИЗ“

С К В А

1930

ЛЕНИНГРАД



2-я типография  
Транспечати НКПС  
Л е н и н г р а д.  
Улица Правды, 15.  
Ленинградский  
Областлит № 64234.  
Зак. № 2963. 14<sup>1/4</sup> л.  
Тираж 10.000 экз.

123

## Глава I

### Общая часть

#### Рационализация производства

Рационализировать производство значит добиться такого использования человеческого труда, машин, материалов и затраченного капитала, чтобы они давали наивысший эффект, достижимый в данной отрасли производства.

Построить механизированный маслодельный завод и оборудовать его новейшими машинами, не учитывая взаимное соотношение перечисленных факторов между собою, еще не значит рационализировать производство.

Рационализированный маслодельный завод должен быть рассчитан и построен так, чтобы во время работы завода не было никаких простоев, недогрузок и перегрузок, которые, даже при малейших ошибках в расчетах, всегда имеют место и влекут за собою непроизводительные расходы. Последние, в процессе массовой выработки продукта, дают в сумме значительные цифры и уменьшают ту прибыль, которая создает народное богатство и ускоряет строительство социализма.

Поэтому, главнейшие задачи строителя при составлении проекта и выполнении его состоят в том, чтобы избежать ошибок в расчетах, затратить в постройку и оборудование завода как можно меньшие суммы и, вместе с тем, выполнить те условия, которые предъявляет ему производство.

Средствами к достижению этого могут служить: уже накопленный опыт и тщательное предварительное обсуждение не только основных вопросов строительства и оборудования, но и всех без исключения их деталей.

#### План работ по составлению проекта

Прежде чем построить маслодельный завод, необходимо составить проект завода, разработанный до мельчайших подробностей. Чем более детально будет разработан проект, тем меньше может быть ошибок

при выполнении этого проекта. Всякую ошибку в проекте можно исправить одним взмахом резинки, тогда как изменения в начатой постройке могут быть сделаны только с затратой на это сил и средств. В том случае, когда завод строится по плану и проекту уже достаточно разработанному и оправдавшему себя на практике, все же, необходимо еще раз просмотреть проект применительно к выбранному месту и к условиям данного района, составить проект и смету всех дополнительных работ, которые не могут быть предусмотрены общим проектом и только после этого приступать к постройке.

Для того, чтобы составить полный проект маслодельного завода в окончательном виде, нужно:

1. Выбрать место для постройки завода.
2. Выявить общее количество молока, которое должно перерабатываться на этом заводе в год, а равно и в одни сутки, в периоды наибольшего и наименьшего поступления молока на завод.
3. Определить, какое количество молока будет поступать на завод в целом виде и какое количество сливками с пропускных пунктов.
4. Определить силу, которая будет приводить в движение машины завода, т. е. будет ли завод ручной, конноприводный или с механической силой.
5. Выбрать машины, соответствующие данной производительности завода.
6. Выявить необходимые для данного производства количество, взаимное расположение и размеры комнат.

### Выбор места

Доставка молока на завод ложится тяжелым бременем на производство, и одна из задач при выборе места для постройки состоит в том, чтобы сделать это бремя наиболее легким. Кроме стоимости доставки, неудачный выбор места может сказаться на количестве молока и на своевременности его поступления на завод.

Если молоко распределено по району более или менее равномерно, то завод должен занимать центральное положение, так как в этом случае перевозка молока будет производиться по кратчайшим расстояниям. Если же в районе, наряду с мелкими селениями, имеются крупные, доставляющие на завод главную массу молока, то геометрический центр должен уступить свое место центру молочному. Расчеты за перевозку молока производятся разными способами, но каким бы способом расчет ни производился, стоимость перевозки будет тем больше, чем длиннее расстояние, на которое нужно перевезти молоко и чем больше самое количество молока. Отсюда видно, что сумма, затрачиваемая на перевозку, стоит в прямой зависимости от произведения количества молока на длину пути его до завода. Это произведение может быть выражено в килограммо-километрах или в тонно-километрах. Чтобы определить молочный центр района, нужно взять за центр какое-либо

селение и, зная расстояние от него всех остальных селений и количество молока в каждом из них, высчитать число килограммо-километров, которые придется оплатить в данном случае.

Принимая за центр различные селения, мы будем получать различные числа килограммо-километров и там, где эта цифра будет наименьшей, есть действительный молочный центр данного района.

Останавливаясь на каком-либо центре, необходимо учесть топографию местности и общественно-бытовую сторону данного района. К топографическим условиям местности, влияющим на выбор места для постройки, можно отнести существование в районе естественных преград, которые в некоторые времена года делают невозможным сообщение окружающих селений с заводом, например: реки, болота и др. Наличие хороших дорог, ведущих в данное селение, а равно и дороги, соединяющей завод с местом сбыта продуктов, имеют также немаловажное значение.

К общественно-бытовым условиям района можно отнести существование в данном селении кооператива, школы, кредитного товарищества, или каких-либо других общественных организаций, в работе которых население района принимает участие.

Кроме вычислений стоимости перевозки молока в цельном виде следует подсчитать, что выгоднее: возить ли молоко на завод в цельном виде или устраивать в отдельных селениях пропускные пункты и возить на завод только сливки. Здесь нужно сравнить расходы по перевозке молока в цельном виде с расходами по устройству и содержанию пропускных пунктов и по перевозке сливок.

При выборе селения, в котором будет построен завод, необходимо учесть расстояние до того водоема, из которого будет заготавливаться лед для нужд завода, если заготовка льда не производится путем намерзания.

Решив вопрос о селении, нужно выбрать место постройки в самом селении. Важнейшими факторами в этом вопросе будут следующие:

1. Близость источника чистой воды для нужд завода.
2. Возможность удаления сточных вод без больших затрат на первоначальное устройство и последующее обслуживание канализации.

Маслодельный завод не может быть построен там, где нет хорошей и в достаточном количестве воды для нужд завода, так как при плохой воде нельзя получить хорошего продукта.

Что касается канализации, то работа завода будет сильно затруднена, если нет возможности легко и быстро удалять сточные воды завода. Санитарный надзор может запретить пользоваться заводом, если сточные воды портят источники, из которых берут воду другие потребители, нуждающиеся в чистой воде.

Завод должен быть в отдалении от других заводов и фабрик и не ближе 100 метров от жилых домов и скотных дворов.

Если около селения имеется возвышенность, то завод лучше построить на этой возвышенности, но при условии, что она не представляет собою высокой горы. Завод следует поставить так, чтобы сточные воды текли не к селению, а от него. Не нужно ставить завод вплотную к большой дороге, так как пыль с дороги может попадать в завод.

По отношению к странам света здание завода следует расположить так, чтобы ледник, маслохранилище и другие помещения завода, нуждающиеся в более низкой температуре, были расположены на север.

Вокруг завода хорошо посадить деревья и устроить изгородь. Коновязи для лошадей устраивать в отдалении от завода, а не перед входом в завод.

### Количество молока, поступающего на завод

Количество молока, которое может поступить на завод от одной коровы, легко определить по заносу на другие заводы, имеющиеся вблизи данного района. Если вблизи района маслодельных заводов нет, то количество молока определяется некоторой, предполагаемой, средней нормой. Средняя норма заноса молока на завод от одной коровы, в разных местностях, колеблется в широких пределах, но для молочных районов Сибири, Урала и Севера Европейской части Союза, Справочник для маслодельных и сыроваренных артелей, составленный группой специалистов Маслоцентра, дает норму заноса молока на одну корову в год в 640 килограммов.

Зная среднюю годовую норму заноса и число коров в районе, легко определить количество молока, которое может поступить на завод в течение года.

Нужно заметить, что в связи с развитием коллективизации число коров в районе и продуктивность отдельных коров будет увеличиваться и вопрос о том, на какую производительность строить тот или иной завод, нельзя решать исходя лишь из существующего числа коров и их удойности в данное время. Вопрос о производительности завода необходимо каждый раз согласовать с местными органами, планирующими данную отрасль производства.

Если число коров в районе равно  $K$ , то наибольшее дневное поступление молока на завод может быть определено из формулы:

$$X = \frac{640 \cdot K \cdot Y}{100 \cdot 30}$$

где  $Y$  — процент поступления молока на завод в один месяц, в течение которого поступает наибольшее количество молока.

Распределение годового заноса молока по месяцам, для Сибири, Урала и Северного района, в процентах по отношению к годовому заносу, можно принять в следующих цифрах:

| Месяцы             | Урал-Сибирь | Северный район<br>Европейской<br>части |
|--------------------|-------------|----------------------------------------|
|                    | В процентах |                                        |
| Январь . . . . .   | 1           | 4                                      |
| Февраль . . . . .  | 3           | 5                                      |
| Март . . . . .     | 7           | 16                                     |
| Апрель . . . . .   | 5           | 12                                     |
| Май . . . . .      | 19          | 16                                     |
| Июнь . . . . .     | 20          | 16                                     |
| Июль . . . . .     | 19          | 11                                     |
| Август . . . . .   | 15          | 10                                     |
| Сентябрь . . . . . | 8           | 5                                      |
| Октябрь . . . . .  | 2           | 2                                      |
| Ноябрь . . . . .   | 0,25        | 1                                      |
| Декабрь . . . . .  | 0,75        | 2                                      |

### Сила, приводящая в движение машины завода

Прежде, чем решить вопрос о производительности машин, необходимых для данного производства, нужно решить вопрос о силе, которая будет приводить в движение машины завода. Эта сила может быть человеческая (ручные заводы), конная (конноприводные заводы) и механическая (заводы с паровым котлом и механическим двигателем).

На ручном заводе могут быть поставлены только ручные машины и число их отдельных видов весьма ограничено. Из машин на ручном заводе обязательно должны быть; сепаратор, маслобойка и маслообработчик при котле-коробке, в котором происходит подогревание молока для сепарирования и пастеризация сливок.

Кроме этих необходимейших машин на ручном заводе могут быть установлены: холодильник, подогреватель-пастеризатор с непосредственной топкой, парообразователь, оросительные подогреватели, пресс для набивки масла и насос для подачи воды в завод.

Комбинируя расположение перечисленных машин, разумно размещая их в вертикальной и горизонтальной плоскостях и пользуясь самотеком молока всюду, где это можно, легко добиться значительных результатов по рационализации обработки. Человеческая сила в таком рационализированном заводе будет прилагаться почти исключительно на приведение в движение машин, т. е. сепарирование молока, сбивание и отжимание масла.

Завод с конным приводом должен иметь сепаратор, маслобойку и маслообработчик, но эти машины здесь могут быть установлены значительно большей производительности, нежели на ручном заводе.

Наилучшими машинами для небольших конно-приводных заводов будут такие машины, которые позволяли бы работать приводом в период большой нагрузки и не исключали бы возможности приводить их в движение руками, когда на заводе молока недостаточно. С увеличением конно-приводного завода от этой идеи приходится отказаться, так как производительность ручных машин весьма ограничена, а с установкою большого числа мелких машин теряются все выгоды укрупненного производства. При большом конно-приводном заводе ручные машины можно ставить только как дополнительные, с таким расчетом, чтобы на них можно было переработать все молоко без удлинения рабочего дня в то время, когда работа лошадей в приводе становится не рентабельной.

С установкою парового котла или парообразователя, завод с конным приводом может быть механизирован полностью, но пропускная способность такого завода не может быть значительной, потому, что величина машин, которые можно приводить в движение от конного привода, ограничена. (Подробнее см. главу „Силовое хозяйство“).

На заводе с конным приводом могут быть установлены: сепаратор приводной, маслосеялка „Виктория“ или Голштинская, небольшой маслоизготовитель, паровой котел, парообразователь, оросительные подогреватели, холодильник, подогреватели с местной топкой, небольшой приводной подогреватель-пастеризатор и насосы.

На заводе с паровым котлом и механическим двигателем, или, так называемом, „механизированном“, могут быть установлены какие угодно машины, отвечающие данного рода производству.

### Выбор молочных машин для ручных заводов

Маслодельные заводы могут быть трех типов. Первый тип, когда все молоко с района доставляется на завод в цельном виде.

Второй тип,—когда часть молока поступает в цельном виде, а часть в виде сливок с пропускных пунктов.

Третий тип,—когда на завод поступают исключительно сливки с пропускных пунктов.

В зависимости от типа завода и количества поступающего на завод продукта, выбирают и производительность той или иной машины. Всякая машина дает наивысший коэффициент полезного действия только тогда, когда она работает с полной нагрузкой.

Указания на то, что большая машина, работая с малой нагрузкой, прослужит больше времени, нельзя принимать всерьез потому, что самая совершенная современная машина через год может оказаться устарелой. Вредные сопротивления при работе машины с полной нагрузкой остаются почти те же, что и при работе машины в холостую.

Вся трудность выбора производительности машин состоит в том, что маслодельные заводы работают в разное время года с разной нагрузкой. Приобрести машины по наибольшему количеству молока, значит работать большую часть года с низким коэффициентом полезного действия машин.

Большие машины стоят дорого. На покупку их надо затратить значительный капитал, проценты с которого ложатся на производство и уменьшают чистую прибыль. С другой стороны, если взять машины малой производительности, рабочий день на заводе будет слишком длинен в те периоды, когда на завод поступает много молока. Молоко, ожидающее своей очереди переработки, будет портиться и конечный продукт может получиться недоброкачественным.

Рассматривая таблицы поступления молока по месяцам, мы видим, что в Сибири за четыре летних месяца—май, июнь, июль и август—на завод поступает 73% всего годового молока. За остальные 8 месяцев собирается 27%. Из сопоставления этих данных видно, что выработка масла по существу является сезонной и главная переработка молока происходит в жаркие летние месяцы. Растягивать время переработки в жаркий сезон нецелесообразно вследствие возможности порчи продукта и, следовательно, приходится брать такие машины, которые могли бы своевременно переработать все молоко, поступившее на завод.

До тех пор, пока мы не добьемся равномерного в течении года заноса молока на заводы, мы будем нести убытки от установки машин чрезмерной производительности сравнительно с средним дневным поступлением молока на завод.

Тот промежуток времени, в течении которого необходимо переработать молоко, для разных заводов и районов может быть различным, но он должен иметь точные границы, которые определяются наиболее целесообразным расписанием работы завода. С всяким удлинением времени сдачи молока в завод следует бороться, разъясняя сдатчикам все неудобства несвоевременной доставки молока и те убытки, которые несет от этого завод, а вместе с ним и сами сдатчики.

Прежде чем пустить молоко на сепаратор, его необходимо подогреть до 30—35° С. Подогревателей-пастеризаторов для ручных маслодельных заводов, которые вполне отвечали бы своему назначению и, вместе с тем, не были слишком дороги, пока в продаже не имеется. Молоко на ручных заводах обычно подогревают в ушатиках в описанных ниже котлах.

После подогрева молоко поступает на сепаратор, с которого и начинают подбор машин завода.

Сепаратор может работать без остановки его для промывки не свыше 1,5—2 часов, в зависимости от чистоты молока и от системы сепаратора. Сепаратор нужно брать такой производительности, чтобы он мог в течении вышеуказанных полутора—двух часов переработать все молоко, поступившее на завод в течении данного периода приемки.

Если молоко поступает на завод два раза в сутки, и переработка его происходит тоже два раза в сутки, сепаратор рассчитывают по утреннему или вечернему молоку, в зависимости от того, когда молока будет больше.

Количество утреннего и вечернего молока в Сибирских условиях обычно определяется как 40% и 60% дневного заноса и сепаратор рассчитывается по вечернему молоку.

Предположим, что в летнее время на наш завод поступает 2.000 литров молока в день. Переработка производится один раз в сутки. При нормальных условиях доставки, все молоко должно быть обезжирено не более чем в 2 часа. Следовательно, производительность сепаратора должна быть  $2.000 : 2 = 1.000$  литров. Такой сепаратор может быть только приводным. В настоящее время выпущены ручные сепараторы, которые могут перерабатывать 750 литров в 1 час, но они еще не получили распространения в нашем Союзе. Наибольшая производительность имеющегося на рынке ручного сепаратора достигает 600 литров в час и эту производительность пока приходится принимать, как максимальную для ручных сепараторов. Шестисотлитровый сепаратор может переработать данное количество молока в течении  $2.000 : 600 = 3,33$  часа, что неприемлемо. Следовательно, необходимо поставить два сепаратора по 600 литров каждый. Для приводного завода в данном случае наиболее подходящим будет приводной сепаратор производительности 1.000—1.500 литров в 1 час.

При работе завода в два приема, вечером будет  $2000 \times 0,60 = 1.200$  литров молока и для его переработки на приводном заводе можно поставить сепаратор в 1.000 литров, а на ручном заводе можно ограничиться одним сепаратором в 600 литров.

Если на заводе установлены два одинаковых сепаратора, то возможно смешивание частей цилиндров разных сепараторов, в особенности при малоопытном, или невнимательном, обслуживающем персонале. Цилиндр сепаратора тщательно балансируется перед выпуском его с завода и замена отдельных частей цилиндра другими ведет к нарушению баланса и ухудшению работы сепаратора, а потому должны быть приняты все меры к тому, чтобы перемешивание частей цилиндров при мойке и хранении их не происходило.

При выборе маслосбойки можно руководствоваться следующими данными: от 2.000 литров молока получается около 300 литров сливок, которые идут в сбивание на следующий день. В целях получения однородного продукта все сливки следует сбивать за один раз, но это возможно только тогда, когда завод имеет силу, которая может приводить в движение нужную для этого маслосбойку. Самые большие маслосбойки сбивают за один раз 150 литров сливок и чтобы сбить наше количество сливок в ручной маслосбойке необходимо произвести по меньшей мере две сбойки.

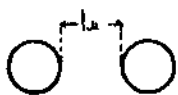
На заводе с конным приводом можно установить Голштинскую маслосбойку, которые могут сбивать за один раз от 70 до 400 литров, при наличии достаточной силы конного привода.

Все остальные машины должны быть подобраны в комплект. Подогреватель должен быть такой производительности, чтобы он успевал нагревать молоко, идущее на сепаратор. Пастеризатор должен успевать пастеризовать сливки, идущие с сепаратора, а равно и те, которые поступают на завод с пропускных пунктов. Холодильники и ванны для хранения сливок также должны быть соответствующих размеров. (Выбор машин для механизированных заводов—см. ниже „Силовое хозяйство“).

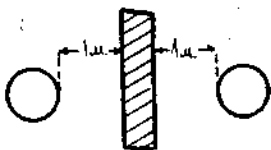
### Количество и расположение комнат

Обилие комнат в маслодельном заводе не есть его достоинство, а скорее — недостаток. Чем больше число комнат, тем дороже будет стоить здание завода, так как на устройство внутренних стен и перегородок приходится затрачивать рабочую силу и материалы.

При одной и той же полезной площади пола наружные размеры здания выходят тем больше, чем более число комнат в здании. В многокомнатном заводе машины будут занимать больше места, нежели в однокомнатном, что вполне ясно из чертежей 1 и 2. На



Черт. 1.



Черт. 2.

чертеже 1 две машины стоят рядом в одной комнате и между ними имеется проход в 1 метр. На чертеже 2 машины отделены друг от друга перегородкою. Здесь проход между каждою машиною и перегородкою должен быть в один метр, а общее расстояние между машинами увеличивается до двух метров, плюс толщина перегородки. Обилие комнат затрудняет работу наблюдающего за производством (мастера), тогда как при сосредоточении производства в одной комнате, он всегда может дать указание в нужный момент.

Таким образом, в целях экономии при постройке, удобства работы и дешевизны обслуживания, надлежит стремиться к тому, чтобы завод имел как можно меньше комнат.

Однако, несмотря на очевидные выгоды однокомнатной системы, сосредоточить все производство в одной комнате не представляется возможным. Некоторые процессы переработки и хранения молочных продуктов нуждаются в полной изоляции от всех остальных и потому маслодельный завод должен иметь, как минимум, следующее число комнат:

1. Приемная.
2. Переработочная.
3. Тамбур.
4. Маслохранилище.
5. Ледник.

Ручные заводы, рассчитанные на переработку значительных количеств молока, могут иметь дополнительные комнаты, как-то:

6. Квасильню.
7. Лабораторию.
8. Раздевальню.

Строительное Собрание, созванное Маслоцентром в апреле 1929 г., установило для механизированных заводов следующее число комнат: (Мол. Хоз. № 9—10 1929 г.).

1. Котельная и машинная.
2. Раздевальня.
3. Лаборатория.
4. Приемная (с повышенным полом), моечная и пастеризационная.
5. Маслодельня и квасильная.
6. Маслохранилище.
7. Тамбур.
8. Ледник.

При одной и той же площади пола и при всех прочих равных условиях наиболее дешевым в постройке зданием будет то, которое имеет площадь основания в форме квадрата. Квадратное здание дает возможность расположить машины более компактно; пути переноски продуктов, или длина трубопроводов в квадратном здании короче, нежели в удлиненном.

Следовательно, при составлении проекта завода, необходимо стремиться к тому, чтобы общая площадь пола здания как можно ближе подходила к форме квадрата. Однако, при больших заводах квадратная форма здания часто не может быть выдержана, вследствие больших размеров комнат и сложных перекрытий, а потому квадратная форма основания здания для маслодельного завода не может считаться обязательной.

Если продолговатая форма здания позволяет расположить машины более компактно и дает в сумме меньшую площадь пола, то, конечно, будет более целесообразно остановиться на продолговатой форме здания или, даже, на такой форме, где отдельные помещения выступают из общей линии здания.

Печи завода должны быть расположены так, чтобы носка дров и топка печей не загрязняли рабочие помещения завода.

### Размеры комнат

Справочник Маслоцентра дает следующие размеры комнат завода в зависимости от количества поступающего на завод молока<sup>1</sup>.

| Название комнат                  | Размеры комнат в метрах при количестве молока в сутки в кг |           |           |            |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|
|                                  | До 1.640                                                   | До 3.280  | До 4.900  | До 6.550   |
| Приемная . . . . .               | 4,25×4,25                                                  | 4,25×5,70 | 6,40×7,10 | 7,10×7,10  |
| Машинная . . . . .               | 5,00×4,25                                                  | 5,70×5,70 | 7,10×7,10 | 8,50×7,10  |
| Молочная (заквасочная) . . . . . | 4,25×4,25                                                  | 6,70×5,70 | 6,40×7,10 | 7,10×7,10  |
| Маслохранилище . . . . .         | 2,84×2,84                                                  | 3,55×3,55 | 4,25×4,25 | 5,00×5,00  |
| Ледник . . . . .                 | 4,60×4,25                                                  | 6,75×5,70 | 8,00×7,10 | 12,80×7,10 |

<sup>1</sup> Размеры комнат указаны с переводом пудов—в килограммы и аршин—в метры.

Размеры комнат, указанные в таблице, могут быть взяты для ручных заводов как действительные размеры, за исключением заквасочной, размеры которой для заводов до 4,900 л и выше несколько увеличены. Что касается ледника, то его величину для каждого отдельного случая необходимо подтвердить калорическими расчетами.

Для механизированных заводов в качестве ориентировочных размеров комнат могут служить размеры, принятые Сибмаслосоюзом для механизированных заводов различной производительности.

Эти размеры приведены в следующей таблице.

| Название комнат          | Годовая переработка молока в кг |                     |                     |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|
|                          | 1.230.000—1.640.000             | 1.640.000—2.460.000 | 2.460.000—4.100.000 |
| Маслодельная . . . . .   | 57,22 кв. м                     | 60,00 кв. м         | 86,25 кв. м         |
| Сепараторная . . . . .   | 26,91 " "                       | 28,37 " "           | 28,37 " "           |
| Приемная . . . . .       | 39,95 " "                       | 45,04 " "           | 43,87 " "           |
| Котельная . . . . .      | 52,50 " "                       | 52,50 " "           | 52,50 " "           |
| Мастерская . . . . .     | 6,48 " "                        | 9,00 " "            | 9,00 " "            |
| Лаборатория . . . . .    | 9,82 " "                        | 13,65 " "           | 13,65 " "           |
| Раздевальная . . . . .   | 7,20 " "                        | 10,00 " "           | 10,00 " "           |
| Маслохранилище . . . . . | 15,73 " "                       | 21,47 " "           | 36,38 " "           |
| Тамбур . . . . .         | 3,90 " "                        | 3,90 " "            | 3,90 " "            |

Маслоцентром в своих последних типовых проектах маслодельных заводов приняты следующие размеры комнат в кв. м.

| Название комнат                           | Дневная производительность, в литрах |        |        |        |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
|                                           | 1.760                                | 3.200  | 6.600  | 10.600 |
| Приемная . . . . .                        | —                                    | —      | 26,25  | 36,64  |
| Приемная, подогрев. и сепарат. . . . .    | 27,00                                | 39,65  | —      | —      |
| Пастеризационная . . . . .                | —                                    | —      | 7,92   | 20,25  |
| Заквасочная . . . . .                     | —                                    | 6,08   | 10,15  | —      |
| Маслоизготовительная . . . . .            | 14,56                                | 18,45  | 25,41  | 61,97  |
| Холодильная . . . . .                     | 9,22                                 | —      | —      | —      |
| Лаборатория . . . . .                     | —                                    | 5,39   | 8,78   | 5,70   |
| Раздевальная . . . . .                    | —                                    | —      | —      | 7,20   |
| Парообразовательная (котельная) . . . . . | —                                    | —      | 16,15  | 37,13  |
| Тамбур . . . . .                          | —                                    | 3,80   | 3,41   | 12,66  |
| Маслохранилище . . . . .                  | 2,55                                 | 5,10   | 7,47   | 12,88  |
| Ледник . . . . .                          | 21,60                                | 29,55  | 20,79  | 26,88  |
| Фригаторная . . . . .                     | —                                    | —      | 3,65   | —      |
| Общая площадь завода . . . . .            | 74,93                                | 108,02 | 129,98 | 221,31 |

Согласно резолюции Строительного совещания при Маслоцентре, размеры маслохранилищ для заводов Сибири и Урала, вырабатывающих экспортное масло, определяется в предположении семидневного хранения масла, устанавливая бочки в два ряда по высоте и полагая 8 бочек на 1 кв. м площади пола. Для заводов Европейской части Союза, вырабатывающих сладко-сливочное масло, площадь маслохранилища определяется из расчета пятидневного хранения масла на стеллажах, в 6 рядов с расстоянием между формами 4 см. Высота маслохранилища установлена в 2,5 м. Световая площадь равна  $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{40}$  площади пола.

Указанные в таблицах размеры комнат могут служить лишь как ориентировочные. Для выявления окончательных размеров комнат механизированных заводов необходимо вычертить все машины, которые будут установлены в каждой отдельной комнате. Машины нужно вычертить в том же масштабе, в котором начерчен план завода с соблюдением необходимых проходов и промежутков между машинами. Проходы и промежутки между некоторыми машинами установлены Строительным совещанием в следующем виде:

Расстояние между маслоизготовителями и стенами устанавливается в 0,75 м; промежутки между двумя маслоизготовителями—1 м. Ширина рабочей площади перед маслоизготовителем—2,5 м.

Расстояние между сливочными ваннами и между продольными стенками ванн и стенами помещения устанавливаются в 0,7 м; между поперечной стенкой ванны и между стеной в 0,5 м при кирпичных стенах и 0,6 м—при деревянных.

Машины в пастеризационном помещении устанавливаются без разрыва. Ширину рабочей площади перед машинами делать 2 м. Расстояние между машинами и уступом приемной делать в 1 м (пол приемной делается выше пола пастеризационной на 0,5 м).

При определении размеров комнат следует иметь в виду, чтобы перекрытия комнат по длине балок не превышали 8 метров. В противном случае балки пришлось бы укладывать слишком толстые и дорогие.

### Составление проекта

После определения числа и размеров комнат приступают к составлению проекта. Сначала составляется эскиз на клетчатой бумаге, в карандаше от руки, но в определенном масштабе. На эскизе наносится взаимное расположение комнат и машин завода, трансмиссий, дверей, окон и выявляется движение продукта и ход работ на заводе. Когда все перечисленные вопросы окончательно разрешены, приступают к вычерчиванию подробного проекта.

Проект состоит из планов всех этажей завода, продольного и поперечного разрезов, фасада и деталей. План представляет собою вид завода сверху в разрезе горизонтальной плоскостью по линии

окон. Разрезом называется вид завода в сечении вертикальной плоскостью. Фасад — вид снаружи. На плане должны быть нанесены все машины и трансмиссии завода. Масштаб для планов берется 0,01—0,02. Проект вычерчивается тушью на плотной бумаге и покрывается красками. Деревянные части завода, пересекаемые плоскостью разреза, покрываются желтой краской (гуммигутом). Существующие деревянные части постройки покрываются темно-желтой краской (жженой сиеной).

Вновь строящиеся кирпичные стены покрываются красным цветом (суриком), а существующие — розовой (кармином). Металлические части покрываются синей краской (лазурью).

Печи делятся диагональю пополам и одна половина покрывается бледно-лиловым цветом, а другая — кармином или суриком, в зависимости от того, существует данная печь или предполагается к постройке.

После того, как проект полностью закончен, составляется строительная смета, по Урочному Положению, на рабочую силу и материалы и смета на полное оборудование завода.

22.00.9

## Глава II

### Строительные материалы

Строительные материалы разделяются на главные и второстепенные. Главными строительными материалами будут те материалы, из которых строятся основные части зданий и без которых не может обойтись ни одна постройка. К ним относятся: камни естественные, камни искусственные, среди которых главную роль играет кирпич, песок, глина, цементы, известь, дерево и железо. К второстепенным материалам относятся краски, стекло, клей и др.

#### Камни естественные

Естественные камни представляют собою горные породы, частицы которых прочно связаны между собою. В зависимости от прочности связи частиц между собою, и камни имеют ту или иную прочность. На постройки идут, главным образом, граниты, известняки и песчаники. Граниты употребляются на постройки монументальных зданий и на устройство фундаментов обыкновенных зданий. Известняки чаще всего употребляются в строительном деле и идут на фундаменты, цоколи, лестницы, а равно и на кладку стен. Песчаники хороши для фундаментов, но они весьма теплопроводны и для кладки стен маслодельных заводов, а в особенности ледников, мало пригодны. Они могут быть использованы для кладки стен в южных районах, но для ледников они непригодны и на юге.

Для сохранения льда стены ледников из песчаников пришлось бы строить очень толстыми или ставить дорогую изоляцию (подр. см. „Холодильное хозяйство“).

Всюду встречающийся „булыжный камень“, в виде кругляков, идет, главным образом, для фундаментов.

#### Кирпич

Искусственными камнями называются камни, изготовленные искусственным путем из соответствующих материалов, например: глины, извести, цемента и др. Кирпич, который имеет широкое приме-

МИНИСТЕРСТВО  
Б. И. ГОРЬКИЙ  
РЕСПУБЛИКА  
Есть...  
МАУС... ШКИН  
... не со...

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ**

24



1

1

10

1

1

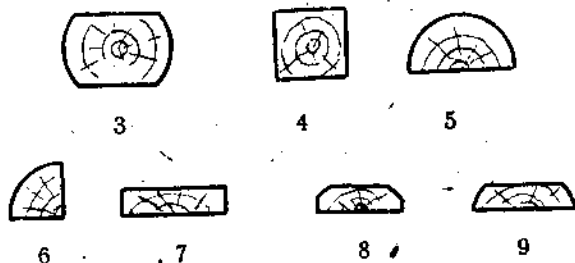
### Бетонные камни

Бетон употребляется для построек или в виде сплошных массивов (см. „Стены“), или в виде отдельных камней. Бетонные камни изготавливаются на ручных и приводных станках специальной конструкции.

Камни изготавливаются весом от 25 до 50 килограммов, с пустотами не свыше 35% общей массы камня.

### Дерево

Дерево, так же, как и кирпич, является одним из главнейших строительных материалов. Признаками хорошего дерева будут следующие: ствол прямой, без трещин, без червоточин, без смолы и с небольшим количеством сучьев. Кора должна быть не винтообразная. При ударе обухом топора по хорошему дереву получается звонкий, чистый, звук. Лес, растущий на северном склоне холмов, лучше леса, растущего на южных склонах. Деревья, растущие внутри леса, лучше деревьев, растущих на опушке.



Черт. 3-9.

Рубить лес для постройки завода следует осенью и зимой, когда всасывание и движение жизненных соков дерева приостанавливается. Обилие соков в срубленном дереве делает его слабым, непрочным и такое дерево скорей загнивает. Если бревна остаются на долгое хранение, то кору лучше не снимать с них. Разность диаметров комля и вершины дерева не должна быть слишком большой. Дерево считается годным к постройке, когда эта разность не превышает 11 миллиметров на каждый метр длины.

Срубленные деревья хранятся в тени, на подкладках и каждый ряд бревен отделяется друг от друга поперечными прокладками. Над костром из бревен устраивается навес из досок. Сплав леса по реке способствует прочности дерева, потому что при сплаве вода вымывает из дерева часть соков; но прежде чем употребить сплавной лес на постройку, ему нужно дать хорошо просохнуть. Для построек чаще всего употребляют сосну и ель. Первая идет на устройство наружных

стен, тогда как вторая чаще употребляется на внутренние поделки: полы, потолки, окна и др. При постройке маслодельных заводов следует избегать сосны в маслохранилищах, так как смолистый запах сосны легко воспринимается маслом. На вырубку наружных стен заводов употребляются бревна толщиной не менее 22 см (5 верш.) при длине от 7 до 10 метров. Так или иначе обделанные бревна носят следующие названия: лежень (черт. 3), брус (черт. 4), пластина (черт. 5), четвертина (черт. 6), доски чистые (черт. 7), полуобрезные (черт. 8), получистые (черт. 9).

## Песок

Два свойства песка весьма важны в строительном деле — это несжимаемость и водопроницаемость. Песок вместе с глиной идет на приготовление кирпичей, на приготовление бетона, связующих растворов и, как основной материал, на устройство фундаментов.

Он встречается повсюду и состоит из отдельных зерен, получившихся вследствие выветривания горных пород. По месту нахождения песок делится на горный, овражный, морской и речной.

Горный и овражный песок имеет зерна с острыми краями, а речной и морской имеет округлившиеся края от действия воды. По составу зерен песок делится на кварцевый, известковый, илистый и др.

По величине зерен песок делится на крупный, — около  $2\frac{1}{2}$  мм в поперечнике; средний — около  $1\frac{1}{2}$  мм и мелкий, — менее одного мм в поперечнике.

Сухой песок, будучи насыпан в кучу, осыпается так, что бока кучи принимают наклон к горизонту под углом в  $30-40^\circ$ . Вес кубического метра сухого песка около 1,500 килограммов. Песок крупнее  $2\frac{1}{2}$  мм в поперечнике носит название гравия или хряща.

На постройках песок и гравий складываются в разборные ящики без дна нужной емкости. После наполнения их песком ящики разбираются и переносятся на другое место. В случаях отсутствия ящиков, песок складывается в конусообразные кучи, объем которых вычисляется по формуле  $\frac{\pi d^2 h}{12}$ , где  $d$  — диаметр основания конуса и  $h$  — высота его.

Песок, идущий на постройку, не должен заключать в себе никаких посторонних примесей, а в случае присутствия их, песок необходимо просеивать перед употреблением в дело.

## Известь

Известь есть один из главнейших строительных материалов. Она получается после обжига известкового камня в особых печах. После обжига известь выходит в виде кусков и называется едкой известью или кипелкой. Если к такой извести приливать воду, то она сильно нагревается и распадается на мелкие куски, или, как говорят, гасится.

Едкая известь считается лучшей для строительных работ, но перевозка и хранение ее сопряжены с большими трудностями.

От попадания влаги в едкую известь нередко бывают пожары, а потому ее необходимо хранить в закрытом помещении, с плотной крышей. Нижний слой кучи должен состоять из гашеной извести, на него накладывается едкая известь, а сверху она снова прикрывается слоем гашеной извести.

Во избежание перечисленных неудобств при перевозке и хранении едкой извести, в продаже чаще встречается уже частично погашенная известь, так называемая пушенка. Частичное гашение извести производится на месте обжига. Это делается путем поливания извести водою в меньшем количестве, чем это нужно для полного гашения, или путем опускания извести в воду на короткое время и, наконец, влагою атмосферного воздуха. Известь, погашенная первым и вторым способом, еще может быть хорошей, что касается гашения извести атмосферною влагою, то здесь известь получается очень плохого качества.

Известь, привезенная на место постройки, высыпается в особые ямы (творила) и здесь окончательно гасится до образования густого теста.

На гашение 1 куб. м едкой извести идет 2.500—3.000 л воды, а на гашение такого же количества пушенки—1.000—1.500 л, или 4 л на 1 кг в первом случае и 2 л во втором.

После гашения, перед употреблением в дело, извести надо дать охладиться, на что уходит 1—2 дня, в зависимости от количества погашенной извести. Для приготовления раствора, к известковому тесту прибавляют песок и воды и смесь хорошо перемешивают. Количество известкового теста, которое нужно прибавить к песку, можно определить следующим способом: песок насыпают в стеклянный сосуд, объем которого определяют заранее. Затем в песок приливают воду до тех пор, пока она не покроет весь песок. Количество прибавленной воды покажет, сколько теста нужно прибавить к данному объему песка, чтобы заполнить все промежутки между песчинками.

К полученному объему извести нужно прибавить еще 10—15% для обеспечения прочной связи между частицами раствора. Обычно известь принимает от 2 до 3 объемов песка.

При недостатке извести в растворе кладка не будет иметь прочной связи; при излишке извести раствор будет медленно твердеть и здание больше оседет. Песок для раствора следует брать не очень мелкий и обязательно чистый.

Хороший раствор должен быть вполне однороден, в разрезе не иметь комков и белых полос.

Если взять известь с примесью глины до 25% и обжигать ее при пониженной температуре, то можно получить гидравлическую известь, обладающую свойством твердеть не только на воздухе, но и под водою. В настоящее время гидравлическая известь почти совершенно вытеснена цементами.

Нижеследующая таблица показывает, сколько нужно взять извести и песку для приготовления 1 куб. м раствора.

| Для извести, принимающей<br>на 1 объем теста песку | Раствора | Песку | Теста | Гашеной<br>в порошок<br>извести | Негашеной<br>извести |
|----------------------------------------------------|----------|-------|-------|---------------------------------|----------------------|
| 4 объема . . . . .                                 | 1        | 1     | 0,25  | 0,417                           | 0,139                |
| 3,5 " . . . . .                                    | 1        | 1     | 0,286 | 0,467                           | 0,17                 |
| 3 " . . . . .                                      | 1        | 1     | 0,333 | 0,537                           | 0,215                |
| 2,5 " . . . . .                                    | 1        | 0,937 | 0,375 | 0,597                           | 0,255                |
| 2 " . . . . .                                      | 1        | 0,86  | 0,429 | 0,63                            | 0,36                 |
| 1,5 " . . . . .                                    | 1        | 0,75  | 0,5   | 0,714                           | 0,476                |
| 1 " . . . . .                                      | 1        | 0,60  | 0,60  | 0,831                           | 0,723                |
| 0,5 " . . . . .                                    | 1        | 0,375 | 0,75  | 1,015                           | 0,914                |
| Не принимающей песку . . .                         | 1        | 0     | 1     | 1,312                           | 1,25                 |

Кубический метр извести весит:

Не гашеной . . . . . 800— 930 кг

Гашеной в порошок 500— 810 "

Гашеной в тесто 1,320—1,420 "

Для гашения 1 куб. м едкой извести до состояния густого теста по § 353 Уроч. Пол.

Рабочих от 0,4 до 0,5.

Для гашения пушенки в тесто по § 354 Уроч. Пол.

Рабочих от 0,3 до 0,5.

Для ручного смешения составных частей раствора, имея загашенную в тесто известь, по § 359 Уроч. Пол. на куб. м раствора.

Рабочих от 0,5 до 0,9.

### Роман-цемент

Из всех цементов главную роль в строительном деле играют романский цемент и портландский цемент.

Романский цемент получается из магнезиальных или известковых мергелей, путем умеренного обжига и через последующее измельчение обожженного продукта в тонкий порошок желто-бурого цвета.

Роман-цемент продается в мешках или бочках. Чем мельче цемент, тем он лучше для работы. Этот цемент принадлежит к быстро схватывающимся цементам. Быстрое схватывание (через 15 минут) роман-цемента создает значительные неудобства в работе, так как заготавливать из него раствор приходится очень маленькими порциями с расчетом, чтобы

она могла быть израсходована в 10—15 минут. Он одинаково схватывается, как в воздухе, так и в воде; дает растворы менее крепкие, чем портланд-цемент и идет главным образом там, где от раствора не требуется особой крепости.

Хранить роман-цемент весьма затруднительно, так как он легко впитывает в себя влагу и от этого портится.

### Портланд-цемент

Портланд-цемент готовится большею частью из искусственной смеси извести с глиною, но есть и природные известняки, которые после обжига и измельчения дают прямо портланд-цемент. После измельчения продукт просеивается и получается порошок серо-зеленоватого цвета. Портланд-цемент твердеет как на воздухе, так и в воде, но в отличие от роман-цемента он начинает твердеть через 40—45 мин. Портланд-цемент продается всегда в бочках, выложенных внутри бумагою. Вес бочки с цементом 180 кг, чистый вес—170 кг.

При покупке и приемке портланд-цемента следует обращать внимание на следующее: порошок должен быть мелкий без комьев и крупинок, а если крупинки в цементе имеются, значит, в бочки попала сырость и цемент попорчен. Порошок должен быть серо-голубоватого или серо-зеленоватого цвета. Бурый и желтый цвет признаки плохих цементов. На ощупь цемент должен быть мягким. Для ответственных работ, как, например, полы в маслодельных заводах, можно произвести следующую пробу: взять цемента в пробирку и погрузить пробирку с цементом в воду. Если пробирка лопнет не ранее как через 5 дней, цемент можно считать хорошим. Хранить бочки с цементом следует в сухом складе с полом и с окном для проветривания.

### Приготовление цементных растворов

Для приготовления цементного раствора, на платформу из досок насыпают песок и цемент в нужной для данного раствора пропорции. Смесь тщательно перемешивают и отделяют от нее такое количество, которое при работе может быть израсходовано не более, чем в полчаса, поливают эту часть водою и снова тщательно перемешивают. Раствор заготавливают небольшими порциями, потому что, пролежав без употребления более полчаса, он начнет схватываться и твердеть. Затвердевший и вновь размешанный раствор для работ уже не пригоден.

Раствор может быть жирным, средним и тощим, в зависимости от количества песка, добавленного к единице цемента. Жирный раствор 1:1 употребляется там, где нужна полная непроницаемость. В среднем растворе отношение объемов цемента и песка делают 1:3—4, при хорошем цементе—1:5. Такой раствор идет обыкновенно на кладку стен. В тощем растворе отношение объемов доходит до 1:7—8, такой раствор употребляется для набивных работ.

Таблица, определяющая количество цемента, песку и воды для составления одного кубического метра цементного раствора.

| Сотношение объема<br>песку к объему цемента |   | На 1 куб. м раствора |       |               |       |                   |             |
|---------------------------------------------|---|----------------------|-------|---------------|-------|-------------------|-------------|
|                                             |   | Портл.-цемента       |       | Роман-цемента |       | Песку<br>в куб. м | Воды<br>в л |
|                                             |   | Куб. м               | Кг    | Куб. м        | Кг    |                   |             |
| 0                                           | 1 | 1,46                 | 1.690 | 1,46          | 1.430 | —                 | 480         |
| 0,5                                         | 1 | 0,98                 | 1.130 | 0,98          | 960   | 0,48              | 360         |
| 1                                           | 1 | 0,74                 | 860   | 0,74          | 730   | 0,73              | 300         |
| 1,5                                         | 1 | 0,60                 | 690   | 0,60          | 590   | 0,88              | 270         |
| 2                                           | 1 | 0,50                 | 580   | 0,50          | 490   | 0,98              | 240         |
| 2,5                                         | 1 | 0,41                 | 470   | —             | —     | 1                 | 220         |
| 3                                           | 1 | 0,34                 | 390   | —             | —     | 1                 | 190         |
| 3,5                                         | 1 | 0,29                 | 335   | —             | —     | 1                 | 180         |
| 4,0                                         | 1 | 0,26                 | 300   | —             | —     | 1                 | 170         |

### Железо

Железо получается выплавкой из железной руды в особых печах, называемых домнами.

Из доменных печей выходит чугун, а из чугуна, посредством особой переплавки, вырабатываются железо и сталь. Из указанных разновидностей в строительном деле больше всего идет железо в виде: полового, брускового, таврового, балочного, листового, проволоки, гвоздей и др. Полосовое железо продается в виде полос шириною до 150 мм и толщиной до 25 мм. Брусковое железо продается брусками квадратного или круглого сечения от 6 до 150 мм. Тавровое железо имеет Т-образное сечение. Балочное (двутавровое) железо имеет тавро с обеих сторон. Оно изготовляется разных размеров, но обычно ширина балки около половины ее высоты. (См. таблицы). Из листового железа в строительном деле идет кровельное, котельное и волнистое. Кровельное железо продается листами  $1,41 \times 0,71$  метра и  $0,71 \times 0,71$  метра (метровое и полуметровое). Отдельный лист метрового железа весит 3,27; 4,09; 4,5; 4,91 килограммов (8, 10, 11, 12 фунтов), причем для крыши идут листы весом не менее 4,09 кг (10 ф.).

Хорошее кровельное железо имеет блестящую синевато-темную поверхность, без дырок по середине и трещин по краям листов.

Для испытания качества кровельного железа сгибают угол листа и приколачивают его молотком. Хорошее кровельное железо при разгибании загнутого угла не должно давать трещин и пленка не должна отставать от железа.

Котельное железо толще кровельного и имеет наименьшую толщину листа в 0,1 дюйма. Котельное железо употребляется на изготовление клепаных балок и разного рода котлов. Волнистое железо идет на перекрытия, на кровли и др.

Все виды железа, употребляющиеся при постройке и соприкасающиеся с атмосферным воздухом, должны быть обязательно окрашены масляной краской. Не окрашенное железо быстро ржавеет на воздухе. Окраске не подлежит только белое и оцинкованное железо. Белое железо представляет собою обыкновенное железо, покрытое тонким слоем олова (луженое). Оцинкованное железо покрыто тонким слоем цинка. Белое железо идет на приготовление молочной посуды, тогда как оцинкованное для этой цели не пригодно, потому что цинк легко разъедается даже слабыми кислотами, всегда находящимися в молочных продуктах.

Железная проволока бывает: светлая, черная, бронзированная и оцинкованная. Проволока продается мотками на вес.

Гвозди употребляются в большом количестве при всякой постройке. По своей выработке гвозди делятся на кованые и проволоочные. Кованые гвозди в настоящее время почти выходят из употребления, потому что они дороже проволоочных и при вколачивании раскалывают доски. Употребляются они там, где нужны широкие шляпки, например: для прибивки простых петель и т. п. Длина гвоздя, употребляемого в каком либо деле, должна быть не менее, как в два с половиною раза больше толщины прибиваемого куска дерева. Гвозди продаются ящиками, на вес и измеряются по длине в дюймах.

Таблица, определяющая вес одного погонного метра двутаврового железа по русскому нормальному сортаменту.

| №№<br>профили | Размеры, в мм |        | Вес<br>пог. м,<br>в кг | №№<br>профили | Размеры, в мм |        | Вес<br>пог. м,<br>в кг |
|---------------|---------------|--------|------------------------|---------------|---------------|--------|------------------------|
|               | Высота        | Ширина |                        |               | Высота        | Ширина |                        |
| 8             | 80            | 50,6   | 6,406                  | 24            | 240           | 101,8  | 33,983                 |
| 10            | 100           | 57,0   | 8,659                  | 26            | 260           | 108,2  | 38,960                 |
| 12            | 120           | 63,4   | 11,257                 | 28            | 280           | 114,6  | 44,274                 |
| 13            | 130           | 66,6   | 12,678                 | 30            | 300           | 121,0  | 49,934                 |
| 14            | 140           | 69,8   | 14,193                 | 32            | 320           | 127,4  | 55,931                 |
| 16            | 160           | 76,2   | 17,474                 | 34            | 340           | 133,8  | 62,266                 |
| 18            | 180           | 82,6   | 21,093                 | 36            | 360           | 140,2  | 68,939                 |
| 20            | 200           | 89,0   | 25,049                 | 38            | 380           | 146,6  | 75,956                 |
| 22            | 220           | 95,4   | 29,343                 | 40            | 400           | 153,0  | 83,312                 |
| 23            | 230           | 98,5   | 31,610                 | —             | —             | —      | —                      |

## Второстепенные материалы

Из второстепенных строительных материалов следует обратить внимание на краски.

Краски употребляются для защиты разных частей здания от влияния воздуха и сырости. Наибольшей прочностью обладают масляные краски, которые употребляются как для наружных частей зданий, так и для внутренних.

Предмет, подлежащий окраске, сначала грунтуют, т. е. покрывают тонким слоем олифы с добавлением небольшого количества краски. Если грунтуется железо, то в олифу добавляют сурик; при грунтовке дерева к олифе добавляется краска того цвета, в который думают окрасить данный предмет. После огрунтовки и просушки предмета приступают к его шпатлевке. Шпатлевка составляется из 5 весовых частей мела, 2 частей клею, 1 части масла и 2 частей охры. Тонкими слоями шпатлевки замазывают все углубления и щели предмета и, после просушки, окрашивают один или два раза.

Для окраски кровель весьма важно выбрать время окраски. Не следует красить кровли в жаркий день, потому что железо в жаркий день сильно нагревается. От теплоты железа краска разжижается, стекает по железу и ложится слишком тонким слоем. Не следует красить кровли рано утром и поздно вечером, когда на железе держится роса. Лучше всего красить кровлю в теплую, но не жаркую погоду, после дождя, когда с крыши смыты пыль и грязь и крыша просохла.

Важнейшей составной частью масляной краски является олифа. Она получается из льняного или конопляного масла, посредством варки, добавления сикатива, зильберглета и свинцового сурика. Для испытания качества олифы наливают несколько капель на стекло, прибавляют немного охры и растирают пальцами по стеклу. В сухой комнате, через 12 часов, масса должна затвердеть настолько, чтобы к ней не прилипал палец. Через сутки должна образоваться пленка, которая, будучи снята со стекла ножом, должна быть эластичная и не ломкая.

Жирное пятно на белой бумаге, прижатой к пленке, есть признак присутствия в олифе минерального масла. Чистая олифа при нагревании не пенится.

## Глава III

### Части здания

#### Грунты

Фундамент всякого здания должен быть основан на таком грунте, который, не оседая и не раздаваясь в стороны, мог бы принять на себя все давление здания. Каменное здание не может быть основано на насыпи, а только на грунте, который еще не тронут рукою человека, так называемом „материке“.

Здание может быть основано на всяком грунте-материке; на одних грунтах непосредственно, а на других — с искусственными укреплениями грунта. Скалистые грунты, хрящ, чистый песок и сухая глина не нуждаются в искусственном укреплении. Твердость этих грунтов должна быть такова, чтобы для копания их требовалась, по крайней мере, заостренная металлическая лопата.

Плывуны, чернозем, торф и мокрый глинистый грунт являются слабыми грунтами и требуют искусственного основания для каменных зданий.

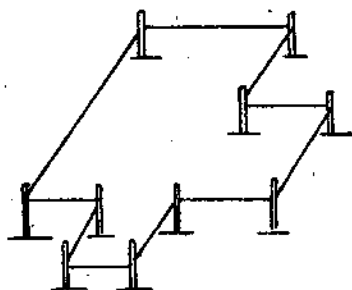
Для определения пригодности грунта к постройке на нем каменного здания прибегают к исследованию грунта. Исследования грунта могут быть поверхностные и глубокие. При поверхностном исследовании ударяют по грунту торцом бревна и чистый звук удара показывает пригодность данного грунта к возведению на нем постройки.

Более глубокие исследования производят шупом, т. е. вколачиванием длинного железного стержня, бурением, рытьем колодцев и забиванием свай.

Искусственные основания для здания устраивают в виде уширения книзу фундамента здания с целью передать давление стен на большую площадь грунта, трамбования грунта, подсыпки песку и камня, устройства бетонного слоя, укладки лежней и ростверков и забивки свай.

### Разбивка здания

Первая работа при постройке завода будет планировка местности, т. е. снятие верхнего растительного слоя, выравнивание и приведение в горизонтальный вид площадки, которая предназначена для постройки завода.

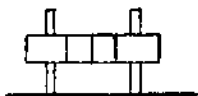


Черт. 10.

После планировки местности приступают к разбивке здания. Когда здание небольшое, разбивка состоит в том, что на всех углах будущего здания и на месте пересечения внутренних стен с наружными вколачивают деревянные колья и от кола к колу протягивают тонкие веревки (шнур) (черт. 10).

Для разбивки здания значительной величины устраивают так называемую „обноску“. Устройство „обноски“ состоит в том, что на расстоянии около 2 м от

углов стен вколачивают в землю колья и к ним прибивают доски (черт. 11). Доски прибиваются перпендикулярно направлению стены и на доске делают отметки цветным карандашом или зарубками, где должны проходить оси и края стен. Протянув шнуры от одной доски к другой, определяют линии средин стен и фундаментов. Отложив от шнура в ту и другую сторону половину ширины фундамента, можно приступить к рытью ямы и закладке фундаментов.



Черт. 11.

Для планирования места по § 46 Урочн. Пол. на кв м.

Землекопов — 0,028.

Для копания земли из рвов, глубиною до 2 м по §§ 30 и 32 Урочн. Пол.

Землекопов на 1 куб. м — от 0,1 до 0,86, смотря по крепости грунта.

### Фундаменты каменных заводов

Фундамент всякого здания должен быть заложен на глубину промерзания, т. е. подошва фундамента должна стоять на грунте, который бы не замерзал в самую холодную зиму. Там, где летом происходит не полное оттаивание земли, фундамент должен быть основан на грунте, который не оттаивает в самое жаркое лето.

При замерзании и оттаивании грунта происходит перемещение его частиц. Силы, действующие при этом, столь велики, что они приподнимают и опускают стены здания, как бы высоко оно ни было. Поднятие и опускание здания происходит не равномерно, в стенах здания появляются трещины и наступает полное разрушение здания.

Назначение фундамента — дать твердую опору стенам здания и защитить подпольное пространство от заливания водою и от промерзания. Следовательно, фундамент должен быть крепким, водонепроницаемым и малотеплопроводным.

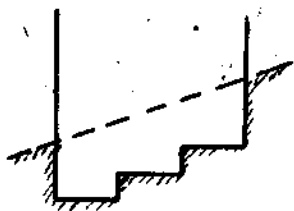
Фундаменты каменных зданий бывают трех видов: 1) сплошные, 2) в виде стен и 3) в виде отдельных столбов.

Сплошные фундаменты устраиваются лишь в исключительных случаях, а потому мы не будем на них останавливаться.

Фундаменты в виде стен устраиваются чаще всего и могут быть сделаны из гранита, известняка, песчаника, кирпича-железняка и из бетона.

Нижняя плоскость фундамента называется подошвою, наклонные или вертикальные его плоскости — боковыми поверхностями, а форма его поперечного сечения — профилем.

Подошва фундамента всегда должна быть строго горизонтальна, и если здание строится на крутом откосе, — фундамент приходится делать уступами, как показано на черт. 12.



Черт. 12.

Кладка фундаментов в виде стен из каменной неправильной формы производится следующим способом: сначала укладываются в ряд наиболее крупные камни, между ними кладутся более мелкие, промежутки между ними засыпаются щебнем и весь ряд сильно уколачивается трамбовками. Второй и последующие слои кладутся на растворе, с заливкою пустот между камнями более жидким раствором.

При кладке фундаментов из булыжного камня последний лучше раскалывать, чтобы получить более ровные поверхности камней и лучшую связь камней с раствором.

При плохой укладке фундаменты из круглых булыжных камней легко могут дать неравномерную осадку под действием тяжести здания, что может повлечь за собой разрушение стен.

Фундаменты кладутся на известковом, гидравлическом и цементном растворе. Не следует производить засыпку фундамента землею сейчас же после выведения его выше уровня земли, а чем дольше стоит фундамент незасыпанным, тем лучше происходит схватывание раствора.

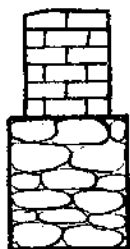
Профиль фундамента может быть различна. Она зависит от нагрузки на фундамент, от плотности грунта и материала, из которого сделан фундамент.

В зависимости от плотности грунта, нагрузки на фундамент и материала, боковые поверхности фундаментов могут быть отвесными, наклонными и уступами (черт. 13, 14 и 15).

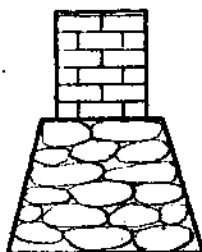
Форма расширения фундамента, показанная на черт. 14, более свойственна фундаментам из бутового камня, форма же уступами применяется при кладке фундаментов из плитняка или из кирпича.

Ширина уступов при кладке фундамента из плитняка делается не более 20 см, а при кладке из кирпича — не более 12 см.

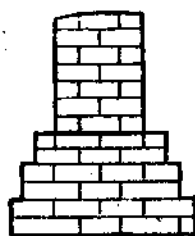
Наибольшая допускаемая нагрузка на разные грунты в кг на кв. см выражается в следующих цифрах: скалы — 20 — 25 кг; мягкие каменные породы — 7 — 15 кг; хрящ, чистый песок и сухая глина — 3 — 4 кг; мокрая глина — 0,5 — 2 кг; растительная земля — 0,5 кг.



Черт. 13.



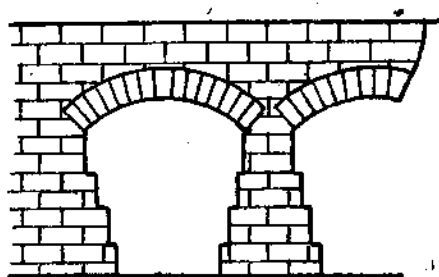
Черт. 14.



Черт. 15.

Фундамент в виде отдельных столбов под каменным зданием устраивается в целях экономии, когда материк залегает слишком глубоко. Столбы располагаются под углами здания, под местами пересечения стен, под простанками и вообще там, где предполагается большая нагрузка. Столбы располагаются друг от друга на расстоянии не более 4 м.

Общая площадь подошвы столбов должна быть такова, чтобы соответствующая им площадь грунта могла выдержать все давление здания. Сверху столбы соединяются между собою арками, вершины которых не должны выступать на поверхность земли (черт. 16). Пазухи арок забучиваются под один уровень с верхом арок и представляют собою подошву сплошного фундамента, идущего выше арок.



Черт. 16.

Кладка фундамента в виде стен из кирпича ничем не отличается от кладки стен здания, о которой будет сказано ниже.

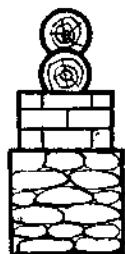
### Фундаменты деревянных заводов

Фундамент деревянного завода может быть основан и не на материке, но ниже линии промерзания грунта. В то время как фундаменты каменных заводов при слабых грунтах приходится уширять

книзу, фундаменты деревянных заводов уширять книзу нет надобности, потому что деревянные стены не оказывают такого большого давления на грунт, как каменные стены.

Фундаменты под деревянные заводы могут быть в виде стен, в виде отдельных каменных столбов и в виде деревянных стульев, т. е. бревен, врытых в землю. Они могут быть выложены из естественных камней, из кирпича и из бетона. Способ кладки фундаментов под деревянные заводы тот же, что и для каменных заводов.

Фундаменты из кирпича делаются одинаковой толщины от подошвы до первого ряда бревен стен завода, а из бутового камня в земле выкладываются на 13 см с каждой стороны шире той части фундамента, которая выступает над землей и носит название цоколя (черт. 17).



Черт. 17.

Лучшими фундаментами для деревянных заводов являются фундаменты в виде стен, но в целях экономии под деревянные заводы часто устраивают фундаменты в виде отдельных столбов. Столбы располагаются под всеми углами здания, под всеми местами пересечения стен и не должны отстоять друг от друга далее чем на 3 м, считая от оси одного столба до оси другого. Они делаются в два с половиною кирпича, т. е.  $0,65 \times 0,65$  м.

Промежутки между столбами выше уровня земли забираются бревнами, концы которых заправляются в пазы, оставляемые в каменных столбах.

Вместо бревен промежутки между столбами можно забрать двумя рядами досок, проложив между ними слой изоляционного материала.

Иногда заполнение между столбами состоит в том, что от столба до столба прокапывается канава. На дно канавы укладывается бревно, которое входит своими концами в пазы столбов.

Промежутки между бревном, лежащим на дне канавы (лежнем), и нижним венцом строения плотно забирают вертикально поставленными обрубками бревен или пластинами. Концы бревен или пластин входят в соответствующие пазы на лежне и на нижнем венце завода.

Деревянные стулья в качестве основания здания маслодельного завода можно допустить только в крайнем случае, при самых скудных средствах и как временное основание. Для них выкапываются ямы и в ямы устанавливают столбы, толщиной 30 — 40 см. Для передачи давления на большую площадь грунта под столбы подкладываются крестообразно связанные между собою доски или большие камни. Столбы следует просмолить. Промежутки между столбами забираются одним из способов, указанных выше.

Для бучения фундамента крупным булыжным камнем по известковому раствору на 1 куб. м бута по § 366 Урочн. Пол.

|                      |      |
|----------------------|------|
| Каменщиков . . . . . | 0,52 |
| Рабочих . . . . .    | 0,41 |

|                         |      |
|-------------------------|------|
| Камня, куб. м . . . . . | 1,11 |
| Щебня, " " . . . . .    | 0,14 |
| Раствора, " " . . . . . | 0,37 |

Для бучения фундамента кирпичом на 1 куб. м бута по § 411  
Урочн. Пол.:

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Каменщиков . . . . .              | 0,41 |
| Рабочих . . . . .                 | 0,21 |
| Кирпича железняка, штук . . . . . | 337  |
| Раствора, куб. м . . . . .        | 0,3  |

### Цоколь

Когда фундамент выведен на поверхность земли, необходимо принять меры против возможности поднятия влаги по стене завода вследствие законов волосности.

Для предохранения от поднятия по стене влаги, стену отделяют от фундамента каким-либо водонепроницаемым слоем. Таким водонепроницаемым слоем может служить:

1. Толь, листы которого кладутся в два ряда и склеиваются между собою гудроном или древесным цементом.

2. Асфальт, толщиной 13—15 мм, состоящий из 5 весовых частей асфальтовой мастики, 1 части гудрона и 2 частей песка. Асфальт наливается в горячем состоянии ровным слоем на выровненную и высушенную кладку.

3. Руберойд (войлок, пропитанный мастикой).

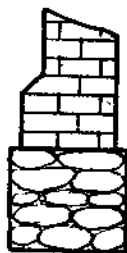
4. Специальные изоляционные плиты, состоящие из двух слоев толя с прокладкой между ними вара или свинца.

5. Цемент портландский, смешанный с 1—2 частями песка. Слой цемента делается 15—20 мм. Такая изоляция считается наименее надежной вследствие своей хрупкости.

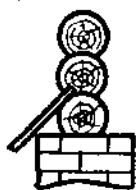
6. Береста в два—три слоя.

Нижняя часть здания, расположенная выше линии земли, называется цоколем. Цоколь делается для удаления стен от влаги грунта и для красоты здания. Высота цоколя бывает от  $\frac{1}{20}$  до  $\frac{1}{10}$  всей высоты стены, но не ниже 53 см. Цоколь представляет собою как бы переход от фундамента к стене и делается несколько толще стены (черт. 18). Верхняя часть цоколя, выступающая вперед относительно расположенной над ним стены, называется отливом цоколя. Отлив цоколя подвергается действию атмосферных осадков, а потому его делают наклонным или устраивают над цоколем разного рода карнизы. В каменных заводах цоколь делают из того же материала, из которого сделаны стены, или же в виде облицовки стены каким-либо естественным камнем.

Цоколь деревянных заводов, устроенных на каменном фундаменте, ничем не отличается от цоколя каменного завода. Он делается тол-



шиною в два с половиною кирпича и высотой не ниже 53 см. В деревянных заводах цоколь выступает вперед значительно больше, чем в каменных заводах, а потому здесь необходимо сильнее защитить отлив цоколя от разрушающего действия атмосферной воды. Для этой цели отлив цоколя делают наклонным, а сверху оштукатуривают цементным раствором. Иногда его обивают кровельным железом, или, наконец, накрывают досками (черт. 19).



Черт. 19.

При деревянном цоколе отлив состоит из доски, прибитой наклонно или вставленной в паз нижнего или второго венца здания.

При деревянных полах в цоколе должны быть сделаны отдушины для того, чтобы в летнее время подпольное пространство могло проветриваться.

В зимнее время отдушины должны плотно заделываться, иначе помещения будут сильно охлаждаться с пола.

### Стены заводов

Стены маслодельных заводов по своему устройству ничем не должны отличаться от соответствующих стен жилых домов. Наружные каменные стены не должны быть тоньше 80 см; кирпичные — не тоньше 65 см или 2,5 кирпичей, считая по длине кирпича; деревянные не тоньше 22 см. В южных районах толщина наружных стен может быть допущена несколько меньшая, а именно: каменных до 70 см и кирпичных — до 51 см, т. е. до 2 кирпичей. Наилучшим материалом для кладки стен является кирпич. В некоторых местностях камень, как строительный материал, бывает очень дешев, но кладка стен из него все же нередко обходится дороже, чем из кирпича, потому что при каменной кладке идет значительно больше раствора, нежели при кирпичной кладке. В некоторых местностях стены из естественного камня кладут на глине, но такие стены чрезвычайно непрочны, потому что глина не связывает камни между собою, а лишь заполняет пустоты между ними. От дождей глина вымывается и стены могут развалиться.

Стены завода разделяются на наружные и внутренние, продольные и поперечные. Те стены, которые несут на себе груз балок, стропил, трансмиссий и др., называются капитальными стенами, и они не должны быть тоньше, чем в 2 кирпича.

Внутренние стены, не несущие на себе груза, делаются в 1,5 кирпича.

### Кладка кирпичных стен

Кирпичные стены, как говорит Уточное Положение, должны быть выложены по шнуру, отвесу и ватерпасу. Шнур определяет собою прямую линию стены и ровную кладку кирпичей. Отвесом проверяют правильность стены в вертикальном положении и по ватерпасу проверяют горизонтальность каждого ряда кирпичей.

Несоблюдение хотя бы одного из перечисленных правил кладки влечет за собою разного рода вредные последствия. Неровность кирпичей по фасаду стены влечет за собою нарушение правильности перевязки швов. Выкладка стены не по отвесу перемещает давление стены к краю фундамента и стена получается мало устойчивая. При кладке стен не по уровню (ватерпасу) может оказаться, что ряды кирпичей не горизонтальны, тогда сила тяжести верхней части стены будет разлагаться и часть этой силы будет вызывать скольжение одного ряда кирпичей по другому (черт. 20 и 21).



Прежде чем положить кирпич на место, его необходимо помочить в воде, так как сухой кирпич быстро вытягивает влагу из окружающего раствора и кладка получается непрочная. Швы кладки должны располагаться в перевязку, т. е. вертикальный шов каждого ряда не должен совпадать с швами выше и ниже лежащих рядов по крайней мере на четверть длины кирпича. Каждый шов должен быть совершенно заполнен раствором и толщина слоя раствора не должна быть больше 6 мм.

Горизонтальные швы должны быть непрерывны во всю длину и толщину стены. Вертикальные швы двух соседних рядов, проходя по возможности через всю толщину стены, не должны совпадать друг с другом.

Если здание предполагается штукатурить, то шов заполняют раствором не полностью, а снаружи стены оставляют углубления для того, чтобы штукатурка лучше держалась.



Черт. 21.

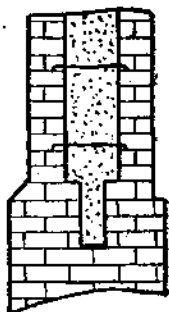
### Кирпичные стены по системе инж. Герарда

В настоящее время получили довольно значительное распространение экономические стены из кирпича по системе инж. Герарда. Кладка стен из кирпича по системе Герарда состоит в том, что на широком сплошном основании выкладываются две параллельные кирпичные стенки, толщиной от 0,5 до 1 кирпича каждая.

Стенки ставятся друг от друга на расстоянии от 9 до 25 см и скрепляются между собою железными скобами (черт. 22). Скобы делаются из проволоки от  $\frac{1}{16}$  до  $\frac{5}{16}$  дюйма в диаметре. Они ставятся в фундаменте и цоколе через каждые 3—4 ряда кладки, а по горизонтали — на 0,7 м друг от друга. В самых стенах скобы ставятся несколько реже, а именно, через 4—5 рядов кладки и в расстоянии 1—1,5 м друг от друга по горизонтали. Лучший способ закладки скоб состоит в том, что в кирпичах просверливают коловоротом отверстия и туда закладывают загнутые концы скоб. По мере выкладки стен, проме-

жутки между ними заполняют каким-либо нетеплопроводным материалом с тщательной утрамбовкой его. Если засыпка изолирующего материала производится после выкладки всей стены и самая кладка ведется на цементном растворе, концы скоб можно закладывать в швы между кирпичами. Выпускать концы скоб наружу стен не следует, так как в этих местах во время морозов будут пятна от инея.

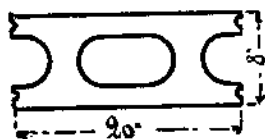
Промежутки между стенами могут быть засыпаны измельченным углем, шлаком, золою и другими изолирующими материалами. При кладке стен по системе инж. Герарда во всех случаях следует предусматривать возможность пополнения оседающей изоляции.



Черт. 22.

### Бетонные стены

Бетонные стены маслодельных заводов могут быть сделаны из пустотелых бетонных камней, изготовленных на фабрике и привезенных на место постройки в готовом виде, или из сплошного бетона, приготовляемого на месте постройки.



Черт. 23.



Черт. 24.

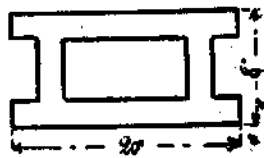
Некоторое время тому назад постройки из пустотелых бетонных камней начали быстро распространяться благодаря своей огнестой-

кости, легкости и долговечности, но они не вполне оправдали возлагавшиеся на них надежды, потому что наряду с перечисленными достоинствами обладают

довольно значительными недостатками. К числу недостатков стен из пустотелых бетонных камней следует отнести: теплопроводность, дороговизну, трудность пробивки отверстий, частое появление трещин, трудность



Черт. 25.



Черт. 26.

изменения какой-либо части после начала постройки и требования высоко квалифицированного персонала для наблюдения за постройкой.

По мнению одних строителей, пустоты в бетонных камнях должны совпадать друг с другом, образуя сплошные вертикальные воздушные столбы. По мнению других — вертикальные столбы должны быть разделены горизонтальными прослойками, чтобы не получилось слишком высоких воздушных столбов и сильных течений воздуха. Так как

в этом отношении среди строителей нет единодушного мнения, стены из пустотелых бетонных камней делаются с сплошными вертикальными воздушными столбами, с столбами, перекрытыми через известные промежутки, и с горизонтальными воздушными каналами, идущими вокруг всего здания.

Пустотелые бетонные камни изготавливаются разной величины, формы и состава. Наиболее употребительные из них: Торонто (черт. 23), Лилипут (черт. 24), Ливчак (черт. 25), Геркулес (черт. 26) и др.

Для определения стоимости стены из пустотелых бетонных камней могут служить следующие данные (Магинский. Техника сельского огнестойкого строительства. Т. II).

На 100 штук полых камней системы „Лилипут“, размерами  $15\frac{3}{4} \times 10 \times 8$ , при составе 1:3:5

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Цемента бочек . . . . .  | 1,75 |
| Гравия, куб. м . . . . . | 1    |
| Песка „ „ . . . . .      | 0,6  |
| Воды, л . . . . .        | 288  |
| Рабочих . . . . .        | 1,5  |

Погашение станка, подкладок — 30—40 коп. На выдержку воды л — 288, рабочих — 0,5.

На 1 кв. м стены в один камень идет 12 штук.

Сплошные стены делаются набивкою бетона в невысокие деревянные ящики без дна и без крышки, сделанные по форме стен. Набивка идет слоями на толщину около 130 мм и каждый слой крепко уколачивается трамбовками. Набив один слой, дают бетону окрепнуть, на что требуется не менее 6 часов времени. После этого переставляют формы выше, проверяют их по отвесу и производят набивку нового слоя бетона. Подготовка бетона для набивки стен ведется обычным способом. Сначала готовится сухая смесь цемента с песком. Отдельно от этой смеси перемешивают смоченный щебень с другими примесями, а затем соединяют обе части вместе, тщательно перемешивая их, и постепенно добавляют в смесь воду. Если в составе цементирующих веществ есть известь, то ее предварительно гасят и, выдержав некоторое время в виде теста, разводят в резервуаре с водой. В этот же резервуар сначала всыпают сухую смесь цемента с песком, все вместе перемешивают, а затем всыпают смоченный щебень и вся масса снова перемешивается.

Тщательное перемешивание составных частей бетона есть непременное условие его прочности, особенно для тощих бетонов, каковые и употребляются для набивки стен. Бетонная масса в готовом для набивки виде должна быть только лишь влажная, но отнюдь не мокрая.

Укладывать балки и устанавливать стропила можно через 5—10 дней по окончании набивки стен. Такой промежуток времени необходим для того, чтобы бетон в стенах несколько окреп.

Соотношение между составными частями бетона для набивки стен всецело зависит от материалов, которые входят в состав бетона. Сор-

тированный и чистый балласт дает возможность составить более тощий бетон; наоборот, бетон делается более жирным при несортированном балласте. В общем при сортированных материалах на одну часть цемента можно полагать до 15 частей песка и щебня или гравия. На каждую часть извести берется не свыше 4 частей песку. В перемычках над окнами и дверями бетон несколько усиливается увеличением порции цемента. Высота усиленного яруса делается 25—30 см.

### Деревянные стены

Подавляющее большинство маслодельных заводов СССР построено из дерева. Принимая во внимание сроки службы каменного и деревянного завода, затраты на их последующий ремонт, содержание в чистоте и условия работы в том и другом заводе, конечная стоимость деревянного завода может оказаться больше стоимости каменного, но все же деревянные заводы строят чаще каменных. Это объясняется тем, что первоначальные затраты на постройку деревянного завода, в большинстве случаев меньше, чем затраты на постройку каменного завода; тем более, что кирпич не всегда и не везде можно легко достать.

По своей природе дерево является прекрасным строительным материалом и плохим проводником тепла. Теплопроводность кирпича по Пекла 0,5—0,6, в то время как теплопроводность сосны поперек волокон равна 0,1265. Из этих цифр видно, что деревянная стена могла бы быть в 4—5 раз тоньше кирпичной, но критическим местом деревянной стены является паз, т. е. место соприкосновения отдельных бревен между собою.

Чтобы стены завода не промерзали в местах соприкосновения бревен друг с другом, паз должен быть не уже 9 см, и чтобы получить паз такой ширины, необходимо брать для постройки бревна, толщиной не менее 22 см. В самых северных районах паз должен быть 13 см, а следовательно, и бревна нужны не тоньше 27 см. Паз должен выбираться весьма тщательно и глубина его должна строго соответствовать толщине ниже лежащего бревна. Если паз сделать глубже чем следует, то в здании всегда будет холодно, несмотря на кажущуюся хорошую пригонку бревен друг к другу, так как верхнее дерево будет плотно прижато к нижнему только острым краем паза. Пазы прокладываются войлоком, паклей и мохом, при чем мох для прокладки пазов хуже, чем войлок и пакля.

Нижний ряд бревен называется окладным венцом. Самые нижние бревна кладутся в продольные стены. Бревна поперечных стен кладутся на полбревна выше соответствующих бревен продольных стен.



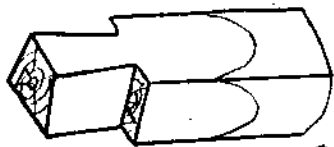
Черт. 27.



Черт. 28.

Бревна соединяются между собою в углах различными способами, из которых наиболее распространены рубка в чашку и рубка в лапу.

Рубка в чашку дает более плотное соединение и проще к вырубке, но она уменьшает размеры здания, так как часть бревен не используется, выходя своими концами наружу. Рубка в лапу более экономна, так как здесь используется вся длина бревен и при одинаковой длине бревен внутренние помещения получаются больших размеров, чем при рубке в чашку, но лапа дает менее плотные соединения в углах. У нас обычно рубят чашку в верхней стороне бревна (черт. 27). В этом случае в чашку попадают атмосферные осадки, углы быстро загнивают и концы бревен отваливаются. Чашку следует делать не в верхней



Черт. 29.

стороне бревна, а в нижней (черт. 28), так как в этом случае атмосферная влага не может попадать в чашку, и здание живет дольше. Выемка чашки в нижней стороне бревна более затруднительна, чем в верхней, а потому плотники делают ее неохотно, но этого следует добиваться. При обшивке стен завода снаружи досками, чашку можно делать и в верхней стороне бревна. Чашка делается в виде круглого углубления, отступя от конца на расстояние, равное толщине бревна.

При рубке в лапу, на конце бревна выделяется шип, похожий на шип обыкновенного ящичного соединения. Шип имеет вид усеченной пирамиды, основание которой обращено наружу (черт. 29).

Каждый венец бревен, кроме соединения по концам, скрепляется шипами с лежащими выше и ниже его венцами. Шипы ставятся на 2 м друг от друга по всей длине бревна. Кроме того, шипы должны быть около углов и в концах каждого бревна при стыке их между собою. Шип делается  $3 \times 9 \times 13$  см и загоняется на половину своей длины в нижний венец, а на половину — в верхний.

Внутренние капитальные стены рубятся одновременно с наружными стенами из бревен такой же толщины, как наружные стены. Бревна внутренних стен соединяются между собою пазами и шипами, но паклю прокладываются только те стены, которые отделяют друг от друга помещения с разными температурами.

Расстояние между внутренними капитальными стенами не должно быть больше 8 м. В тех случаях, когда помещение требуется более обширное, на наружных стенах устраивают так называемые „сжимы“. Сжимы предохраняют наружные стены от выпячивания и ставятся друг от друга на расстоянии 6—8 м. Сжимы представляют собою брусья, которые устанавливаются вертикально с обеих сторон стены и скрепляются с нею посредством завершенных закреп (черт. 30).



Черт. 30.

Как бы ни был сух лес, идущий на постройку, деревянное здание всегда осадет. Эта осадка деревянных стен в первый год постройки выражается в следующих цифрах:

|                               |      |        |
|-------------------------------|------|--------|
| При сухом лесе . . . . .      | 1/30 | высоты |
| "    годовалом лесе . . . . . | 1/24 |        |
| "    сплавном лесе . . . . .  | 1/20 |        |

Указанную осадку следует принимать во внимание при установке дверных и оконных косяков и разного рода стоек внутри здания. Конопатка стен и обшивка их досками производится через год по окончании постройки завода.

Для рубки стен в присек или лапу, с обтескою бревен, с посадкою на шипы, с припазовкою, обтескою комлей, прокладкою паклей и обделкою окон и дверей косяками, а печных проемов стойками, по § 153 Уроч. Пол. на 1 кв. м стены:

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Плотников . . . . .                               | 0,85 |
| Бревен 22 см (5 вершк.) в отрубе пог. м . . . . . | 5,2  |
| "    26 см 6 " " " пог. м . . . . .               | 4,2  |
| "    31 см 7 " " " пог. м . . . . .               | 3,5  |
| Пакли, кг . . . . .                               | 0,90 |

Для окончатки стен по окончании осадки на 1 пог. м шва с одной стороны:

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Конопатчиков . . . . . | 0,023 |
| Конопати, кг . . . . . | 0,19  |

## Перегородки

Количество капитальных стен в маслодельном заводе должно ограничиваться строгою необходимостью. Все остальные стенки, отделяющие одно помещение от другого, делаются в виде перегородок.

Перегородки должны быть легки, тонки, по возможности огнестойки и там, где это требуется, малотеплопроводны.

Перегородки в каменных заводах могут быть из кирпича, бетона, железо-бетона и дерева.

В деревянных заводах перегородки бывают почти исключительно из дерева.

Устройство кирпичных и бетонных перегородок ничем не отличается от устройства стен из соответствующих материалов, а потому на них мы останавливаться не будем.

Деревянные перегородки могут быть сделаны чистые и под оштукатурку. Для устройства чистой перегородки по полу и потолку укладываются брусья (обвязка), которые прикрепляются своими концами к стенам посредством завершенных закреп. В обвязках выбираются пазы и в них вставляются концы досок, составляющих перегородки. Чистые перегородки устраиваются из строганных досок, сплоченных между собою впритык (черт. 31), шипами (черт. 32) или в четверть (черт. 33). Иногда на швы с обеих сторон перегородки накладываются

узкие рейки во избежание появления в перегородке щелей при усыхании досок.

Перегородки под оштукатурку состоят из обвязок и стоек, к которым с обеих сторон приколачиваются гвоздями полужесткие доски, толщиной 25 мм. Доски предварительно раскалываются, чтобы они менее коробились и штукатурка не трескалась. К доскам крестообразно приколачивается штукатурная дрань и накладывается слой штукатурки. Чтобы сделать перегородку малотеплопроводной, до прибивки драни перегородка с обеих сторон обшивается войлоком.



Черт. 31.



Черт. 32.



Черт. 33.

Для сделания из досок чистой перегородки по § 184 Уроч. Пол. на 1 кв. м перегородки:

|                                              |      |
|----------------------------------------------|------|
| Плотников . . . . .                          | 0,45 |
| Бревен 18-см, пог. м . . . . .               | 0,78 |
| Досок чистых 27-см × 65 мм, пог. м . . . . . | 4,5  |
| Закреп железных в 18 см, шт. . . . .         | 0,22 |

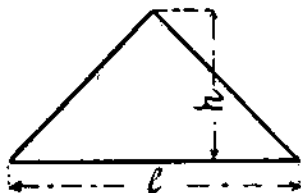
Для сделания перегородки под оштукатурку с обеих сторон по § 182 Урочн. Пол. на 1 кв. м перегородки:

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| Плотников . . . . .                  | 0,20 |
| Бревен 18 см, пог. м . . . . .       | 1,5  |
| Досок 25 мм, пог. м . . . . .        | 10,3 |
| Гвоздей дюймовых 150 мм, шт. . . . . | 19   |
| Закреп железных в 18 см, шт. . . . . | 4    |

## Крыши

Крыша всякого строения состоит из двух частей: 1) оболочки, которая служит для защиты здания от атмосферных осадков и называется кровлею, 2) связей и подпор разного рода, придерживающих кровлю и называемых стропилами. Пространство между кровлею и верхней частью потолка называется чердаком.

Расстояние от горизонтальной плоскости, проходящей через начало крыши, до верхней точки или линии крыши, называется подъемом.

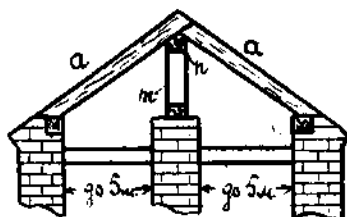


Черт. 34.

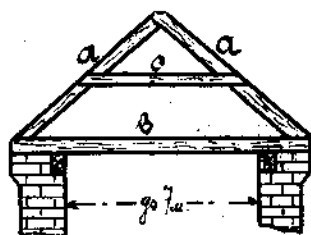
Линия пересечения двух основных скатов крыши называется коньком. Пересечение двух скатов, образующее двугранный угол с вершиной, обращенной вниз, называется разжелобком. Если крыша имеет два ската, то продолжение боковых стен на чердаке, имеющее вид треугольника, называется фронтоном или щипцом.

Покатость крыши или наклон кровли к горизонту зависит от свойств материала, из которого делается кровля. Чем глаже и тверже материал кровли, тем лучше стекает с него вода и тем положе может быть кровля. Если обозначить ширину перекрываемого пространства (пролет) через  $l$  и подъем крыши через  $h$  (черт. 34), то отношение  $h:l$  для кровель из разного материала будет следующее:

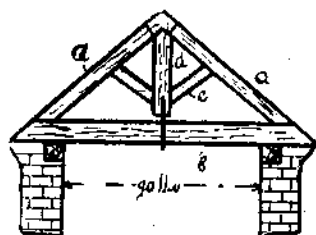
| Материал кровли             | $h:l$                             | Соответствующий угол с горизонтом в круглых числах |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|
| Железные и цинковые . . . . | $\frac{2}{7}$                     | $30^\circ$                                         |
| Толевые . . . . .           | $\frac{1}{6}$                     | $18^\circ$                                         |
| Черепичные желобчатые . . . | $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$       | $34^\circ - 45^\circ$                              |
| шпунтовые . . .             | $\frac{1}{4}$                     | $26^\circ$                                         |
| Гонтовые и тесовые . . . .  | $\frac{1}{2}$                     | $45^\circ$                                         |
| Соломенные и камышовые . .  | от $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ | $45^\circ - 60^\circ$                              |



Черт. 35.



Черт. 36.



Черт. 37.

### Стропила

Все виды стропил можно разделить на две группы: наслонные (черт. 35) и висячие (черт. 36 и 37).

Отдельные части стропил носят следующие названия:  $a$ —стропильные ноги,  $b$ —затяжка,  $c$ —ригель,  $d$ —бабка,  $e$ —подкосы,  $п$ —прогон,  $т$ —стойка. Бревна, лежащие вдоль стены, на которые непосредственно опираются стропила, называются мауэрлатами. Они имеют назначение передать давление стропил на всю длину стены здания. Все части стропил, связанные между собою врубками и железными скреплениями, образуют стропильную ферму. На стропила употребляется

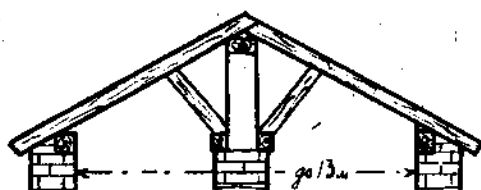
Все виды стропил, связанные между собою врубками и железными скреплениями, образуют стропильную ферму. На стропила употребляется

лес толщиной от 18 до 27 см и самые фермы ставятся на 2 м друг от друга. Для поддержания кровли сверху стропил накладываются бруски или доски, называемые обрешеткой. Расстояние между решетинами зависит от того, под какую кровлю производится обрешетка.

### Наслонные стропила

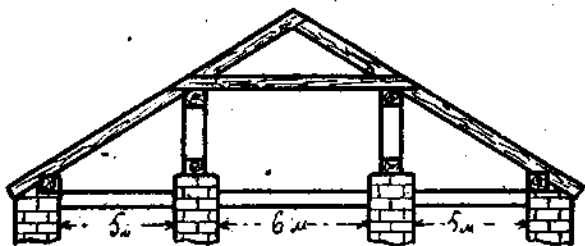
Наслонные стропила устраиваются там, где есть возможность подпереть оба конца стропильных ног посредством кирпичных столбов или деревянных стоек, основанных на капитальных стенах.

Наслонные стропила являются самыми простыми и дешевыми стропилами и их можно рекомендовать всюду, где есть возможность установить их. Установка наслонных стропил возможна там, где внутри завода имеется одна или две продольные капитальные стены, или несколько поперечных, отстоящих одна от другой не далее 8 метров.



Черт. 38.

Для устройства наслонных стропил при одной продольной капитальной стене на ней выкладываются кирпичные столбики в 2 кирпича на высоту подъема крыши. Столбы ставятся на 4—6 м друг от друга. Поверх столбов, во всю длину крыши, кладется деревянный брус (прогон) и над ним соединяются верхние концы стропильных ног (черт. 35).



Черт. 39.

Иногда вместо кирпичных столбов по всей длине продольной стены укладывается деревянный брус, а

в него врубаются вертикальные стойки. Поверх стоек, как и поверх кирпичных столбов, укладывается прогон, а на него кладутся верхние концы стропильных ног, связанные между собою врубкой и железными креплениями.

Стропилами, которые показаны на черт. 35, можно перекрывать пролеты до 10 м.

Если пролет превышает 10 м, стропильные ноги необходимо подпереть подкосами, как показано на черт. 38. Подкосы должны упираться в стропильную ногу на расстоянии от конька, несколько боль-

шем  $\frac{1}{3}$  всей длины стропильной ноги. Они врубаются в стропильные ноги шипами и скрепляются с ними железными скобами.

Нижние концы подкосов врубаются в брус, на котором установлена стойка. Если для поддержания верхнего конца стропил выложены кирпичные столбы, то для упора подкосов по обеим сторонам столбов, вдоль стены, прокладываются упорные брусья (черт. 38). Наслонными стропилами, изображенными на черт. 38, можно перекрывать пролеты до 13 м.

При двух продольных капитальных стенах, поддерживающие кирпичные столбы или деревянные стойки устанавливаются на обеих стенах, и стропильная ферма принимает вид, указанный на черт. 39. Такими стропилами можно перекрывать пролеты до 16 м.

Для обтески и положения по каменным стенам мауэрлатов по § 156 Урочн. Пол. на 1 пог. м бруса — плотников 0,079.

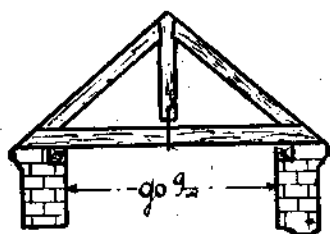
Для связки и установки на место простых и наслонных стропил по § 158 Урочн. Пол. на 1 пог. м бруса:

|                                              |                     |       |
|----------------------------------------------|---------------------|-------|
| Плотников . . . . .                          | от 0,1 до . . . . . | 0,126 |
| Скоб железных на каждое скрепление . . . . . |                     | 1—2   |

### Висячие стропила

Если здание завода не имеет надлежащих опор для установки наслонных стропил, устраивают висячие стропила (черт. 36 и 37).

Нижние концы стропильных ног в висячих стропилах соединяются между собою посредством бруса, называемого затяжкой.



Черт. 40.

Висячие стропила могут служить основанием для всякой кровли. По мере увеличения пролета конструкция висячих стропил усложняется и стоимость их увеличивается. Стропила, изображенные на черт. 36, могут быть установлены для всяких кровель при пролетах до 7 м. При меньших пролетах ригель можно не ставить и стропильная ферма будет состоять только из стропильных ног и затяжки.

Для пролетов до 9 м ферма состоит из двух ног, затяжки и висячей бабки (черт. 40).

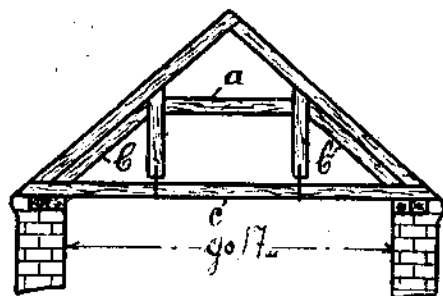
Верхние концы ног упираются в висячую бабку, а бабка поддерживает затяжку посредством железного хомута и болтов. Бабка не должна упираться в затяжку.

Между концом бабки и затяжкой всегда должен остаться промежуток.

Для пролета до 11 м ферма состоит из двух ног, затяжки, бабки и пары подкосов, которые нижними концами упираются в бабку, а верхними концами — в стропильные ноги на расстоянии от конька, несколько большем  $\frac{1}{3}$  всей длины стропильной ноги (черт. 37).

Для пролетов до 17 м—две ноги, две висячих бабки с распоркою *a* между ними, затяжка *c* и две подмоги *b* для усиления стропильных ног (черт. 41).

При дальнейшем увеличении пролета устройство стропил усложняется. Около указанного предела в 17 м бывает выгодно перейти к устройству стропил смешанной конструкции, т. е. одни части стропил делать деревянными, а другие — железными. В таких случаях стропильные ноги делают деревянными, а бабки и затяжки — железными.



Черт. 41.

В местах соединения отдельных частей стропил врубка должна быть выполнена весьма тщательно, кроме того, части должны быть соединены между собою железными скобами.

Для связки сложных (висячих) стропил, установки их на место и укрепление железом по § 159 Урочи. Пол. на 1 ног. м бруса:

Плотников . . . . . от 0,22 до 0,37

Бревна исчисляются по действительной надобности.

### Кровли

Кровля представляет собою оболочку, которая служит для защиты здания от атмосферных осадков. Главные условия, которым должна удовлетворять кровля, это — водонепроницаемость и безопасность в пожарном отношении.

Кроме этих основных требований, кровля должна быть прочная, долговечная, гладкая и легкая.

Материалом, лучше всего удовлетворяющим этим требованиям, является железо. К недостаткам железной кровли, по отношению к маслодельным заводам, можно отнести ее теплопроводность.

При железной кровле в жаркое время года на чердаке бывает очень высокая температура, которая может отражаться и на температуре помещения завода, если потолок недостаточно хорошо изолирован. Каменные заводы чаще всего кроют железом и черепицей; деревянные заводы кроют железом, тесом, дранью, гонтом и т. д.

### Железные кровли

Для кровель употребляется листовое железо с размерами листа  $1,4 \times 0,7$  м весом от 4,1 до 5,74 кг.

Первая работа по подготовке железа для крыши состоит в том, что листы железа с обеих сторон покрывают олифой с добавлением небольшого количества железного сурика или охры. Особенно важно

хорошо проолифить железо с нижней стороны, потому что сверху железо будет покрыто краской, а снизу железо не красится. После того, как олифа на железе просохнет, приступают к покрытию крыши. Для этого, еще внизу, на верстаке, заготавливают „картины“ из 2 — 3 листов, соединенных между собою короткими сторонами.

Соединение отдельных листов железа между собою производится так называемым лежащим фальцем (черт. 42).

Длинные стороны полученных картин загибают под прямым углом, с одной стороны—на 2,2 см, с другой—на 4,4 см. После этого железо укладывается по обрешетке так, чтобы короткая закраина одной картины примыкала к длинной закраине соседней картины. Длинная закраина отгибается вокруг короткой один или два раза (черт. 43).

Черт. 42.

Полученные соединения называются стоячими фальцами. В фальцы закладываются узкие полоски того же кровельного железа, называемые клямерами, свободные концы которых прибиваются к обрешетке гвоздями.

Покрытие ведется снизу вверх, причем нижняя часть кровли, где не делается стоячих фальцев, называется карнизом.

Вода, стекающая с крыши, отводится надстенными желобами в водосточные трубы.

Водосточные трубы прикрепляются к стене железными ухватами концы которых стягиваются вязальной проволокой. Водосточные трубы располагаются друг от друга на расстоянии от 8 до 12 м.

Обрешетка под железную кровлю делается из брусков квадратного сечения 65 × 65 мм.

Конек, разжелобки и карниз обрешечиваются досками такой же толщины, как и бруски. Иногда обрешетку под всю кровлю полностью делают из досок толщиной 38—50 мм.

Для обрешечивания стропил под железную, черепичную и гонтовую кровлю по § 161 Урочн. Пол. на 1 кв. м кровли;

|                                                                   |       |
|-------------------------------------------------------------------|-------|
| Плотников .....                                                   | 0,03. |
| Брусков, толщ. 65 мм, пог. м .....                                | 3,8   |
| Гвоздей брус, 150 мм, шт. ....                                    | 2,4   |
| На прибавку 1 пог. м доски по коньку<br>и карнизу плотников ..... | 0,039 |

Для покрытия по готовой обрешетке гладкой железной крыши с проолифкою железа по § 577 Урочн. Пол. на 1 кв. м крыши:

|                                         |      |
|-----------------------------------------|------|
| Кровельщиков .....                      | 0.1  |
| Железа листов .....                     | 1,17 |
| Сверх того, железа на клямеры .....     | 5%   |
| Гвоздей кровельных, 76 мм, шт. ....     | 5,8  |
| Костылей железных, шт. ....             | 1,4  |
| Гвоздей круглошляпных, 150 мм, шт. .... | 8,42 |
| Крючьев жел. весом, 0,8 кг, шт. ....    | 1,4  |

Для сделания водосточных труб с установкою их на место по § 584 Урочи. Пол. на 1 лог. и трубы:

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| Кровельщиков .....              | 0,24  |
| Железа листов .....             | 0,51  |
| Стремян, весом 1,2 кг, шт. .... | 0,7   |
| Проволоки кровельной, кг. ....  | 0,036 |

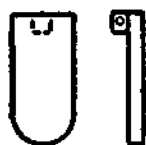
Для сделания воронки со стаканом и лотком:

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Кровельщиков .....                | 0,22 |
| Железа полуметрового листов ..... | 1    |

### Черепичные кровли

Черепица изготовляется из глины ручным или машинным способом и после некоторой просушки на воздухе обжигается в особых печах.

Хорошая черепица должна иметь правильный вид, без всяких ненужных искривлений, при ударе должна издавать металлический звук, при толщине не более 0,5" должна выдерживать груз стоящего на ней человека среднего веса.



Черт. 44.

Черепичные кровли, сделанные из хорошего материала, очень долговечны. Они пользуются широким распространением, особенно за границей.

Черепичные кровли негоряемы, малотеплопроводны и сравнительно недороги.

Стропильные фермы под черепичную кровлю устанавливаются друг от друга на расстоянии 1—1,5 м и должны быть прочной конструкции. Обрешетка устраивается так же, как и под железную кровлю, но требует весьма тщательного выполнения. Черепичной кровле следует давать значительный подъем, иначе вода будет плохо стекать с нее.

Самые употребительные сорта черепицы будут:

1. Плоская (черт. 44). Такой черепицей обычно кроют

крыши в 2 ряда. 2. Голландская черепица (черт. 45),

которая имеет то преимущество, что она имеет

желобки, способствующие стоку воды. Голландской

черепицей кроют крыши в один ряд, а потому

крыша получается значительно легче, чем при плоской черепице. Оба

эти вида черепицы снабжены на нижней поверхности шипом, для за-

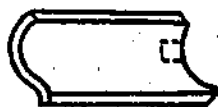
цепления черепицы за обрешетку. В шипах имеются отверстия, через

которые продевается проволока для привязывания к обрешетке.

Горизонтальные и вертикальные швы между черепицами должны быть расположены в перевязку.

Наиболее удобная форма крыши для черепицы будет односкатная, так как устройство из черепицы ребер и разжелобков весьма затруднительно.

Ребра и конек кроются желобчатой черепицей, а разжелобки—цинком или оцинкованным железом. Швы между черепицами при



Черт. 45.

желобчатой и гладкой черепице замазываются известковым раствором, смешанным с шерстью.

На покрытие кровли черепицей по § 422 Урочн. Пол. на 1 кв. м крыши:

1. Желобчатую черепицу с подмазкою известковым раствором:

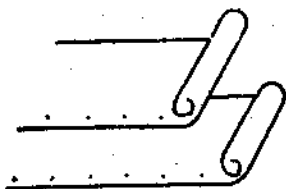
|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| Каменщиков .....                | 0,33      |
| Рабочих .....                   | 0,22—0,44 |
| Черепицы, 40 × 22 см, шт. ....  | 18,5      |
| Раствора, куб. м .....          | 0,032     |
| Шерсти коровьей битой, кг. .... | 0,036     |

2. Прямую черепицу с замазкою швов:

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Каменщиков .....                 | 0,52      |
| Рабочих .....                    | 0,52—0,75 |
| Черепицы, 35,5 × 18 см, шт. .... | 33        |
| Раствора, куб. м .....           | 0,051     |
| Шерсти коровьей, кг. ....        | 0,061     |

### Толевые кровли

Кровельный толь встречается в продаже двух видов. Первый состоит из картона, пропитанного асфальтовым лаком и серою. Второй—из картона, пропитанного каменноугольной смолою. Первый толь лучше и дороже второго. Тот и другой толь продаются свертками по 20 м длиною при ширине 0,7—1,06 м.



Черт. 46.

Толевые кровли пользуются большим распространением благодаря своей легкости, дешевизне и водонепроницаемости. К недостаткам толевых кровель следует отнести их слабую сопротивляемость механическим усилиям. Толь легко разрывается при ходьбе по крыше и при очистке снега. Подъем толевой кровли

не должен быть крутым, потому что при крутом подъеме с толя стекает смола, расплавляемая солнечными лучами. Отношение подъема к пролету для толевых кровель колеблется от  $\frac{1}{10}$  до  $\frac{1}{8}$ .

Толевая кровля требует сплошной опалубки из досок, прибиваемых перпендикулярно стропильным ногам. Стропила под толевую кровлю можно устраивать легкими, но фермы ставятся друг от друга не далее 1,5 м, во избежание прогибания досок опалубки.

Опалубка должна быть гладкая и ровная, стыки досок опалубки располагаются в перевязку.

Покрытие толем производится двумя способами: без брусков и с брусками.

При покрытии по первому способу полотнища толя раскатывают параллельно коньку крыши, начиная снизу. Каждое полотнище толя приколачивается к опалубке толевыми гвоздями с широкими шляп-

ками. Следующее полотнище кладут так, чтобы оно захватывало ниже-лежащее полотнище на 10 см и так ведут покрытие до верху (черт. 46).

Этот способ покрытия не дает удовлетворительных результатов, потому что при усыхании опалубки происходит срыв толя с гвоздей и в крыше появляются отверстия.

Более рациональным будет покрытие в два слоя. Первый слой приколачивается к опалубке гвоздями и покрывается сверху горячим асфальтовым лаком. На горячий лак накладывается второй слой толя, но уже без прибивки его гвоздями. В этом случае кровля получается более прочная, так как опалубка при усыхании может разорвать только нижний слой, верхний же остается цельным.

Второй способ покрытия кровель толем состоит в том, что к опалубке крыши прибивают бруски трехугольного сечения. Бруски прибиваются перпендикулярно коньку крыши на расстоянии друг от друга несколько меньшем, чем ширина толя. Полотнище толя раскатывают перпендикулярно коньку крыши и края полотнищ соединяют на брусках одним из способов, указанных на черт. 47, 48 и 49.



Черт. 47.



Черт. 48.



Черт. 49.

Этот способ лучше первого, потому что здесь толь не связан непосредственно с опалубкой. Доски опалубки могут свободно расширяться и сжиматься, не разрывая толя.

Для тщательной настилки под картонную крышу досок в один ряд, с обтескою у них кромок, по § 164 Урочн. Пол. на 1 кв. м крыши:

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| Плотников .....                          | 0,136 |
| Досок чистых, 38 мм × 22,5 см, пог. м. 5 |       |
| Гвоздей однотесу шт. ....                | 9,7   |

Для покрытия толем 1 кв. м крыши с брусками:

|                                                    |       |
|----------------------------------------------------|-------|
| Плотников на изготовление и прибивку брусков. .... | 0,008 |
| Кровельщиков на покрытие и осмолку. ....           | 0,030 |
| Толы кусков при ширине 1 м. ....                   | 0,088 |
| Гвоздей брусковых, кг. ....                        | 0,076 |
| "    толевых, кг. ....                             | 0,070 |

### Тесовые кровли

Тесовые кровли устраиваются из чистообрезных сосновых досок, в 25 мм толщиной и до 20 см шириною. Более широкие доски не пригодны для кровель, потому что они коробятся. Доски кладут в два ряда, перпендикулярно коньку крыши. Обрешетка под тесовую кровлю состоит из брусков, прибываемых перпендикулярно стропильным ногам,

в расстоянии около 1 м друг от друга. Нижний ряд досок кладут вплотную друг к другу, соковой стороной вверх, предварительно острогав ее. Второй ряд досок строгают со всех сторон (снизу, сверху и с кромок) и накладывают соковой стороной на нижний ряд так,



Черт. 50.

чтобы стык досок нижнего ряда приходился против середины доски верхнего ряда. Нижние и верхние доски продоразживаются, т. е. около краев доски выбираются полукруглые канавки для стока воды. Каждая нижняя доска приколачивается 1 гвоздем, а верхняя доска—двумя широкошляпными гвоздями (троетесом) к каждой решетине. По коню и ребрам крыши приколачивают по две доски, называемые отливинами (черт. 50). Подъем

тесовым кровлям дают не менее  $\frac{1}{4}$  пролета. Хорошо устроенная тесовая кровля может служить очень долго. Много способствует прочности кровли окраска ее масляною краскою. Для обрешечивания стропил под тесовую кровлю по § 161 Урочн. Пол. на 1 кв. м крыши:

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Плотников .....             | 0,009 |
| Брусков 65 мм, пог. м ..... | 1,2   |
| Гвоздей 150 мм, шт. ....    | 0,7   |

Для покрытия крыши в два ряда досками по § 162 Урочн. Пол. на 1 кв. м.

|                                                        |       |
|--------------------------------------------------------|-------|
| Плотников .....                                        | 0,21  |
| Досок чистых до 20 см ширины, в 25 мм толщ., пог. м .. | 11,30 |
| Гвоздей одновесу 75 мм, шт. ....                       | 5,30  |
| „ троетесу 125 мм, шт. ....                            | 11    |

### Драневые кровли

Драневые кровли пользуются большим распространением в сельских местностях. Дрань представляет собою сосновую, еловую или осиновую лучину. Длина драни колеблется от 53 см до 2 м; ширина—от 9 до 13 см и толщина—от 4 до 6 мм.

Дрань кладут в 3 или 4 слоя. Дранью кроют в 3 слоя в целях экономии, но трехслойная кровля часто не удовлетворяет своему назначению, так как обладает слабою прочностью и нередко пропускает воду. Экономия получается лишь при первоначальном устройстве, а частые ремонты целиком поглощают эту экономию, и потому лучше сразу крыть дранью в 4 слоя. Каждая драница приколачивается к обрешетке одним гонтовым гвоздем. Вышележащий ряд драни перекрывает нижележащий ряд на  $\frac{2}{3}$  длины драни при трехслойном покрытии и на  $\frac{3}{4}$  длины при четырехслойном покрытии. Конек крыши закрывают отливинами, как это делается при тесовой крыше. Хорошо

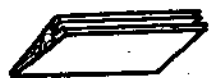
устроенная драневая кровля является довольно прочной кровлей, но она обладает крупным недостатком — огнеопасностью.

Для покрытия крыши дранью в 4 ряда по готовой обрешетке на 1 кв. м:

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Плотников .....             | 0,22  |
| Драни длиной 53 см, шт..... | 137   |
| Гвоздей гонтовых, кг.....   | 0,135 |

### Гонтовые кровли

Гонтом или деревянной черепицей называются небольшие дощечки, изготовленные ручным или машинным способом. Отдельные гонтины делаются длиной около 0,7 м, шириной—13 см, толщиной в одном ребре—18 мм в другом—6 мм (черт. 51). В толстом ребре гонтины имеется паз, в который закладывается тонкое ребро соседней гонтины. Гонтом кроют в 3 и 4 ряда. Обрешетка под гонтовую кровлю состоит из брусков 65 мм, которые приколачиваются к стропильным ногам на расстоянии друг от друга на  $\frac{1}{3}$  или  $\frac{1}{4}$  гонтины, в зависимости от числа рядов гонта. Покрытие ведется снизу рядами, параллельными коньку крыши. Каждая гонтина своим тонким ребром входит в паз соседней гонтины и приколачивается к обрешетке двумя специальными гонтовыми гвоздями. Следующий ряд накладывается на первый так, чтобы он прикрывал первый ряд на  $\frac{2}{3}$  длины гонта в случае покрытия в три ряда и на  $\frac{3}{4}$  длины гонтины, когда покрытие производится в 4 ряда.



Черт. 51.

Вертикальные швы отдельных рядов гонта не должны совпадать друг с другом и все ребра с пазами должны быть обращены в одну сторону.

Конек и ребра крыши покрываются досками, как при тесовой кровле. Покрытие нужно производить сырым гонтом или нарочно смачивать гонт водою, иначе от первого же дождя кровля попортится вследствие разбухания гонта.

Для покрытия крыши шпунтовым гонтом в 3 ряда по § 166 Урочн. Пол. на 1 кв. м:

|                                             |       |
|---------------------------------------------|-------|
| Плотников .....                             | 0,173 |
| Гонтин длиной 55 см, шириною 11 см, шт..... | 55    |
| Гвоздей гонтовых с изломом, шт.....         | 60    |

То же в 4 ряда:

|                  |      |
|------------------|------|
| Плотников .....  | 0,20 |
| Гонтин, шт.....  | 70   |
| Гвоздей, шт..... | 77   |

На обделку ребер и разжелобков на погонную единицу полагать плотников столько же, как на соответствующую квадратную единицу кровли.

### Окна и двери

Оконные и дверные проемы в каменных заводах обделывают закладными или прислонными рамами, а в деревянных заводах — косяками.

Закладные рамы, иначе называемые колодами, выделяются из бревен и закладываются в проемы еще во время кладки стен. Рама устанавливается на расстоянии около 14 см от наружной грани стены.



Черт. 52.

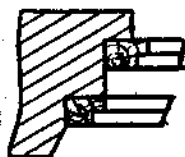
Со стороны кладки рама покрывается смолой и обивается войлоком для того, чтобы предохранить раму от проникновения в нее сырости из кладки. Прежде чем начать закладку рамы кирпичом, необходимо тщательно проверить правильность установки рамы. Горизонтальные брусочки рамы проверяются по уровню, вертикальные — по отвесу, при чем середина рамы должна точно соответствовать ранее намеченной оси окна или двери. После проверки рама заделывается кирпичом, но не полностью, а часть рамы, шириною 5—6 см,

к внутренней стороне окна или двери, остается не заделанной для прикрепления к раме оконных переплетов или дверных полотен (черт. 52).

Закладные рамы (колоды) хороши тем, что кладка оконных и дверных проемов выходит правильной, между рамой и стеной достигается плотное соединение и тепло в помещениях в зимнее время хорошо сохраняется. Наряду с указанными достоинствами, закладные рамы обладают крупными недостатками. Они дороги, потому что их приходится вытесывать из толстых бревен; кроме того, раму невозможно вынуть для ремонта, не произведя при этом значительных разрушений в кладке. При наличии в маслодельных заводах постоянной сырости, оконные и дверные рамы весьма трудно уберечь от порчи, а потому в маслодельных заводах следует избегать устройства закладных рам, и устраивать прислонные рамы.

Прислонные рамы делаются одиночные, т. е. для обоих переплетов одна рама, и двойные, когда для каждого переплета устанавливается отдельная рама. Прислонные рамы дешевле закладных и легко снимаются для ремонта без порчи кирпичной кладки.

Оконные и дверные проемы для установки прислонных рам обделывают уступами и в эти уступы впоследствии вставляют прислонные рамы, покрывая их смолой и прокладывая войлок в местах соприкосновения рамы с кирпичной кладкой. Прислонные рамы укрепляются железными завершенными закрепками, которые вколачиваются в куски дерева, закладываемые специально для этого еще во время кладки стен. Промежутки между рамами обделываются кирпичом и оштукатуриваются (черт. 53).



Черт. 53.

В деревянных заводах, как уже было сказано, оконные и дверные проемы обделываются косяками. Косяки выделяются из бревен, тол-

щиною в 31 см. На стороне косяка, обращенной к простенку, выбирается паз, в который входят концы бревен, обделанные в виде шипов и обложенные войлоком. Паз выбирается глубиною 5 см и шириною 10 см. На поверхности косяков, обращенной внутрь окна, выбираются четверти для летних и зимних переплетов (черт. 54 и 55).

Четверти выбираются глубиною 2—3 см, а шириною 5—6 см. При обделке окон косяками внизу окна кладется с войлочной прокладкой широкая доска, толщиною в 9 см, называемая подоконником. Бревно, на которое кладется подоконник, сверху стесывается для того, чтобы получить большую площадь соприкосновения между бревном и подоконником.

Верхняя перекладина, обделанная снизу так же, как и косяки, надевается своими гнездами на верхние концы косяков. Между верхней перекладиной и вышележащим ее бревном должен быть оставлен промежуток для того, чтобы не получилось щелей в простенках при осадке здания. Этот промежуток заделывается с двух сторон клинообразными досками, которые выколачиваются по мере осадки здания. По окончании осадки здания промежуток заделывается наглухо.

Обделка дверных проемов в деревянных заводах производится подобно тому, как обделываются оконные проемы, но нижние подушки (пороги), возвышающиеся над уровнем пола на 2—3 см, кладутся только в наружных дверях или дверях, ведущих в холодильные помещения завода.

Размеры окна считаются по внутренним размерам оконной рамы. Умножая высоту окна на его ширину и на число окон, мы получим световую площадь. Разделив световую площадь на площадь пола, получим отношение световой площади к площади пола. Для рабочих комнат маслодельного завода это отношение можно брать от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{6}$ . Если комната продолговатая и освещается она с короткой стороны, то световая площадь может быть взята несколько больше, потому что по мере удаления от окна сила света ослабевает.

При большем числе мелких окон световая площадь берется больше, чем при малом числе больших окон, потому что в первом случае много света задерживается относительно большим числом горбылей.

Слишком больших окон в маслодельных заводах следует избегать, в особенности с южной стороны, потому что в летнее время в помещениях завода будет слишком высокая температура от действия прямых солнечных лучей.

Если принять ширину окна за единицу, то отношение высоты к ширине окна обычно делается от  $2\frac{1}{4}$  до  $1\frac{1}{2}$  в каменных заводах и от  $1\frac{3}{4}$  до  $1\frac{1}{3}$  — в деревянных заводах.

Оконные переплеты делаются глухими и створчатыми. Если окна слишком высоки, то створчатые переплеты делают из трех частей.



Черт. 54.



Черт. 55.

Цельная верхняя часть называется фрамугою и делается высотой, равной  $\frac{2}{7}$  всей высоты окна. Нижняя часть состоит из двух частей, называемых створками. Высота подоконника от пола делается равной 80 см.

Всякий оконный переплет должен быть сделан из чистых сухих досок без сучков и синевы. Все части переплета должны быть плотно подогнаны друг к другу. Горбыли и перевязка должны иметь с внешней стороны отливы, чтобы дождевая вода могла свободно стекать с переплета, не попадая в щели. Расстояние между зимними и летними переплетами делается не меньше 10 см.

Двери завода, в зависимости от величины проема, могут быть одностворные, полуторные, двустворные и многостворные. По месту нахождения они разделяются на внутренние и наружные. Внутренние двери делаются более легкими, тогда как наружные двери всегда делаются более массивными. Если дверные полотна заполняют не весь дверной проем по высоте, то верхняя часть проема называется фрамугою.

Иногда бывает необходимо увеличить освещение за дверями, тогда фрамугу делают решетчатую и вставляют в нее стекла, или же делают над дверью низкое окно, шириною равное ширине двери.

В маслодельных заводах нередко приходится вносить и выносить громоздкие предметы, которые не могут быть разобраны. Следовательно, наружные двери должны быть сделаны достаточно широкими. Их лучше всего делать двустворными, причем ширина каждой створки должна быть такова, чтобы она была достаточна для обычной повседневной работы завода, а в случае надобности могли бы быть открыты обе половины двери.

Высота дверей сообразуется с высотой помещений, однако, двери в рабочих помещениях не должны быть ниже 2,25 м. Двери, ведущие в холодильные помещения, делаются всегда двойными, но размеры их должны быть минимальными. Дверь в тамбуре может быть сделана высотой в 1,75 м, а дверь, ведущая в маслохранилище, может быть еще ниже. Одностворные двери делаются шириною от 80 см до 100 см. Шире указанных размеров, во избежание провисания, одностворные двери делать не следует, если же требуется сделать более широкий проход, то приходится переходить к двустворным дверям.

Для приготовления прислонной рамы на выстругку и зафальцовку на 1 пог. м доски полагают:

Столяров..... 0,09

На вязку каждого угла:

Столяров..... 0,09

На установку каждой рамы:

Столяров..... 0,25

Досок сосновых, шириною 25 см, толщиной 75—100 мм на 1 пог. м рамы — 0,5 пог. м и на каждый угол — по 9 см.

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| Закреп железных на каждую раму, шт. . . . . | 4    |
| Войлоков на пог. м, кв. м . . . . .         | 1,6  |
| Смоли, кг . . . . .                         | 1,95 |
| Гвоздей штукатурных, шт. . . . .            | 42   |

На оконопатку рам по § 497 Урочн. Пол. на 1 пог. м.

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Штукатуров . . . . .    | 0,031 |
| Пакли, кг . . . . .     | 0,46  |
| Алебаstra, кг . . . . . | 0,7   |

Для сделания оконных переплетов с установкою на место по § 280 Урочн. Пол. на 1 кв. м:

а) Летнего створного:

|                                              |       |
|----------------------------------------------|-------|
| Столяров . . . . .                           | 1,17  |
| Досок сосновых чист. 65 мм, пог. м . . . . . | 2,4   |
| Клею кг . . . . .                            | 0,022 |
| Приборы по потребности                       |       |

б) Зимнего глухого на 1 кв. м:

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| Столяров . . . . .                            | 0,83 |
| Досок сосновых чистых 50 мм, пог. м . . . . . | 2,25 |
| Клею, кг . . . . .                            | 0,02 |

Для сделания обыкновенных филенчатых дверей, с постановкою на место, по § 286 Урочн. Пол. на 1 кв. м:

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| Столяров . . . . .                 | 2,25 |
| Досок 65 мм, пог. м . . . . .      | 4,20 |
| на филенки 38 мм, пог. м . . . . . | 2,80 |
| Клею, кг . . . . .                 | 0,08 |

Для сделания гладких дверей в наконечник, одинарных и створных, с установкою на место, по § 288 Урочн. Пол. на 1 кв. м:

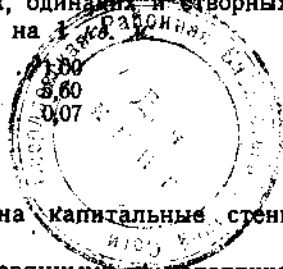
|                                         |      |
|-----------------------------------------|------|
| Столяров . . . . .                      | 1,80 |
| Досок сосновых чистых, пог. м . . . . . | 3,60 |
| Клею столярного, кг . . . . .           | 0,07 |

### Потолочные балки

Для перекрытия отдельных помещений на капитальные стены завода укладываются потолочные балки.

В каменных заводах балки могут быть деревянными и металлическими; в деревянных заводах укладываются исключительно деревянные балки.

Расстояние от нижней грани балки до верхней грани называется высотой балки. При обыкновенной нагрузке высота деревянной балки делается равной  $\frac{1}{24}$  ее длины, так, например: при перекрытии пролета в 8 м, высота балки должна быть  $8 \times \frac{1}{24} = 0,33$  м. Деревянные балки можно класть без особых подпор при пролетах до 8 м.



При пролетах свыше 8 м является выгодным устраивать разного рода подпоры или под серединою всех поперечных балок уложить одну прочную балку, называемую прогоном.

Ширина балки определяется ее высотой и если балка обтесана с четырех сторон, то ширина балки делается равной  $\frac{5}{7}$  высоты.

Если балка обтесывается только с двух сторон, то ее ширина остается равной диаметру того бревна, из которого балка сделана.

Смотря по тому, как устраивается потолок в заводе, соответственным образом обделываются и балки. На черт. 56 изображена балка, обделанная со всех 4 сторон в виде чистого бруса. Обтеска балок со всех 4 сторон невыгодна как в смысле прочности балки, так и стоимости ее, потому что для выделки такой балки приходится брать толстые бревна.

Балки, обтесанные с четырех сторон, употребляются там, где потолок настилается поверх балок и штукатурится без дополнительной обшивки его досками.



Черт. 56.



Черт. 57.



Черт. 58.

Если потолок кладется не поверх балок, а между ними, то к балк приколачиваются бруски квадратного сечения. На эти бруски своими концами укладываются доски или пластины, составляющие заполнение между балками (черт. 57). В этом случае на бревне остается часть заболони, благодаря чему балка получается более прочная.

Чаще всего балки не обделываются на брусья, а лишь обтесываются снизу. С боков таких балок выбираются черепа (черт. 58), в которые закладываются концы пластин или досок. Такие потолки обычно подшиваются досками. Пазы между пластинами или досками проконопачивают паклей и по всему потолку делается смазка. Смазка состоит из глины, с выстилкой по ней ломаным кирпичом, с заливкою последнего известковым раствором. Иногда вместо глиняной смазки поверх пластин насыпают слой земли или песка.

Железные балки для потолочных перекрытий употребляются трех видов: 1) двутавровые балки, 2) железнодорожные рельсы и 3) клепаные железные балки.

Наибольшим распространением из железных балок заслуженно пользуются двутавровые балки. Двутавровые балки изготовляются высотой от 10 до 40 см и длиною до 12 м. По нормальному русскому сортаменту соотношение между отдельными элементами двутавровой

балки выражается в следующих цифрах:  $b = 0,32 h + 25$  мм;  $d = 0,03 h + 1,5$  мм;  $t = 1,4 d$  (черт. 59).

Железнодорожные рельсы употребляются при малых пролетах и не могут в полной мере заменить собою двутавровые балки. При одинаковом весе сопротивление рельса изгибу в 2,5 раза меньше сопротивления двутавровой балки. При укладке рельсов вместо балок в каждом случае необходимо произвести точные расчеты на сопротивление изгибу для существующих условий нагрузки и пролета.

Клепанные железные балки употребляются там, где имеющиеся в продаже двутавровые балки по своим размерам недостаточны.



Черт. 59.

### Укладка балок

Деревянные балки как в каменных заводах, так и в деревянных, укладываются поперек перекрываемого пространства, одна от другой на расстоянии 1 м, считая от центра одной балки до центра другой, и не менее чем на 40 см от дымовых труб.

Расстояние между железными балками делается различным, в зависимости от устройства заполнения между балками (смотри ниже). При назначении высоты каждого отдельного помещения деревянного завода следует иметь в виду, что стены здания осадут на  $\frac{1}{20}$  своей высоты в течение первого года после рубки. Эту осадку следует принять во внимание при укладке потолочных балок деревянного завода, прибавляя к заданной высоте помещений соответствующую величину на усушку стен.



Черт. 60.



Черт. 61.

В деревянных заводах потолочные балки врубаются своими концами в стены полулапою (сковороднем) (черт. 60), или шпунтом сверху и снизу (черт. 61).

Если завод не обшивается снаружи досками, то балки нужно врубать так, чтобы концы их не были видны снаружи. Ниже потолочных балок над окнами должно быть не менее одного цельного венца, не считая тот, в который балка врубается.

В каменных заводах металлические и деревянные балки должны быть уложены так, чтобы концы их не доходили до внешней грани наружных стен на 40 см — при толщине стен в 2,5 кирпича и на 27 см — при толщине стен в 2 кирпича.

Для предохранения деревянных балок от гниения под действием сырости кладки, концы балок покрывают смолой и обивают войлоком или обкладывают досками.

Над оконными и дверными проемами, перекрытыми перемычками в 1,5 кирпича, балки могут быть уложены непосредственно на кладку,

если проем не шире 140 см. Когда проем шире 140 см, под концы балок подкладываются рельсы или двутавровые балки для того, чтобы передать давление балок и потолок на простенки.

Под концы металлических балок хорошо подкладывать чугунные или каменные плиты не только над оконными или дверными проемами, но и всюду, с целью передать давление балки на большую площадь стены.

Конец металлической балки не следует упирать в стену, а между концом балки и кладкой нужно оставить небольшой промежуток (не менее 0,01 длины балки) для того, чтобы при расширении балок от повышения температуры, в особенности при пожаре, балки не разрушили стены.

Для обтески бревен на потолочные балки, с уложением их на место, с осмолением и обивкой войлоком, по §§ 172 и 174 Урочн. Пол. на 1 пог. м:

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| В каменных строениях плотников . . . . . | 0,15. |
| „ деревянных „ „ . . . . .               | 0,14. |

Для подноски с расстояния до 85 м и укладки железных двутавровых балок с заделкой концов, на 1 кг балки, в зависимости от высоты подъема и веса балки от 100 до 400 кг. требуется каменщиков:

|                                          |        |    |         |
|------------------------------------------|--------|----|---------|
| При высоте подъема до 4 м. каменщиков от | 0,0006 | до | 0,0015. |
| „ „ „ „ 8 „ „ „                          | 0,0009 | „  | 0,0023. |
| „ „ „ „ 12 „ „ „                         | 0,0012 | „  | 0,003.  |

На отнятие кромок и припазовку обливин, вынутые четвертей, поперечное перерезывание и настилку подборов из досок или пластин по брускам, прибитым к бокам балок, или вынутые в балках четверти, по § 175 Урочн. Пол. на 1 кв. м подборов без исключения балок:

|                                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| Плотников . . . . .                             | 0,14. |
| Досок получ. 65 мм, пог. м . . . . .            | 4,2.  |
| Или пластин, шириною до 18 см, пог. м . . . . . | 5,6.  |

То же число плотников требуется и для настилки потолков досками сплошь по балкам.

Для смазки потолков глиной, выстилки по ней ломаными кирпичом и заливкой известковым прыском, по § 463 Урочн. Пол. на 1 кв. м:

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| Печников . . . . .              | 0,13          |
| Глины и песку по . . . . .      | 0,024 куб. м. |
| Кирпича половняку . . . . .     | 0,075 „ „     |
| Известкового раствора . . . . . | 0,0064 „ „    |

Для смазки потолков глиной с насыпкой по просушке смазки песку или просеянной земли:

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Печников . . . . . | 0,105.       |
| Глины . . . . .    | 0,045 куб. м |
| Песку . . . . .    | 0,13 „ „     |

### Подшивка потолков

Потолки, которые имеют открытые снизу балки, называются чистыми потолками. Чтобы придать потолку более красивый вид, сделать его менее теплопроводным и избежать возможности падения частиц смазки через щели между пластинами, потолок подшивают снизу досками. Нижние грани балок для подшивки потолков выравниваются под уровень. Подшивка может быть сделана чистая и под оштукатурку.

Чистая подшивка состоит в том, что к нижним граням балок прибивают гвоздями чистые строганные доски. Чистая подшивка по способу выполнения разделяется на:

1. Подшивка в ножовку (черт. 62), когда доски прибиваются в один ряд и края досок скашиваются, чтобы в случае усыхания досок прощелы между ними не были видны.



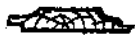
Черт. 62.



Черт. 63.

2. Польская подшивка (черт. 63), или подшивка в разбежку, делается в два ряда. Доски первого ряда прибиваются с промежутками между ними в  $\frac{1}{2}$  —  $\frac{3}{4}$  ширины доски. Доски второго ряда закрывают собою промежутки между досками первого ряда. При этом способе подшивки щели между досками образоваться не могут.

3. Вагонная подшивка, которая делается из досок, выпускаемых с лесопильных заводов в строганом виде, с четвертями, шпунтами и разного рода калевками (черт. 64).



Черт. 64.

Из вагонки получается весьма крепкая и красивая подшивка. Всякая подшивка выходит тем прочнее и красивее, чем уже доски, из которых она сделана. Широкие доски легко коробятся и трескаются.

Подшивка под оштукатурку делается из нешироких полочистых досок, толщиной в 25 мм. Доски, идущие на подшивку, предварительно раскалываются, чтобы при усушке они не коробились и не разрушали наложенную на них штукатурку. К доскам приколачивается крестообразно, под углом в  $45^\circ$ , штукатурная дрань и на нее накладывается слой штукатурки.



Черт. 65.

Потолок может быть оштукатурен и без подшивки, но тогда подборы следует укладывать так, чтобы балки не выступали из общей плоскости потолка, для чего в концах подборов выбираются четверти, в которые входят черепа или прибитые к балкам бруски (черт. 65).

Чистые и подшивные потолки имеют свои достоинства и свои недостатки. К достоинствам чистых потолков можно отнести их чи-

стый и опрятный вид, малую теплопроводность и меньшую опасность в пожарном отношении.

К недостаткам подшивных потолков можно отнести сравнительно быстрое загнивание балок, трудность ремонта, появление трещин и нередкое отпадение штукатурки.

По § 178 Урочн. Пол. на подшивку 1 кв. м потолков:

а) под оштукатурку с расколотием и расклинкою досок с прибавкою гвоздями и деланием подмостей:

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| Плотников                                     | 0,057.    |
| Досок полустых шир. 20 см, толщ. 25 мм, . . . | 5,6 п. м. |
| Гвоздей троетесу 125 мм . . . . .             | 10,5 шт.  |

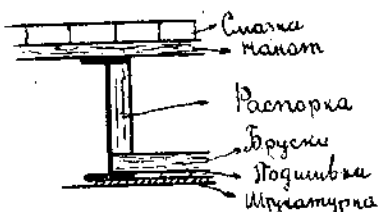
б) Для чистой подшивки в разбежку с остружкою:

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| Плотников                                     | 0,23.     |
| Досок чистых 25 мм толщиной, 22,5 см шир. . . | 5,6 п. м. |
| Гвоздей троетесу 125 мм . . . . .             | 5,7 шт.   |
| „ одготесу . . . . .                          | 2,9 шт.   |

в) Для чистой подшивки в ножовку:

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| Плотников                                     | 0,173.    |
| Досок чистых 25 мм толщиной, 22,5 см шир. . . | 5,6 п. м. |
| Гвоздей троетесу 125 мм . . . . .             | 10,5 шт.  |

### Заполнение между железными балками



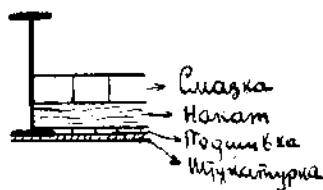
Черт. 66.

Заполнение между железными балками может быть сделано из дерева или из огнестойкого материала.

Простейшее заполнение из дерева состоит в том, что поверх балок настилают доски или пластины, а сверх последних делают смазку. Для подшивки такого потолка начисто или под оштукатурку, в пролет между балками, перпендикулярно осям балок, на нижнее тавро загоняют бруски, к которым и прибаваются доски подшивки.

Чтобы бруски не отходили кверху, между ними и верхним тавром балки устраиваются деревянные распорки, и весь потолок принимает вид, указанный на черт. 66.

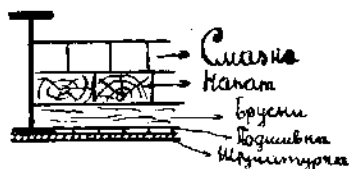
Пластины или доски можно класть и не поверх балок, а на нижнее тавро перпендикулярно осям балок, и тогда штукатурная дрань подколачивается непосредственно к подбору (черт. 67).



Черт. 67.

Однако, деревянное заполнение между железными балками чаще всего делается следующим образом (черт. 68): На нижнее тавро, поперек балок, кладутся бруски на расстоянии

1 м друг от друга. На бруски сверху кладется подбор и смазка, а снизу к ним приколачивается чистая или под оштукатурку подшивка. Для того, чтобы штукатурка лучше держалась на железных балках, их обертывают металлической сеткой или тонкой проволокой.



Черт. 68.

Металлические балки весьма теплопроводны, а потому не следует допускать, чтобы балка выходила одной своей гранью в теплое помещение, а другой в холодное, не будучи изолирована сверху или снизу.

### Огнестойкие заполнения

Из огнестойких заполнений между балками чаще всего употребляются: 1) кирпичные своды, 2) бетонные своды, 3) железобетонные своды и 4) плоские железобетонные перекрытия.

Кирпичные своды делаются при расстоянии между осями балок от 1 до 1,4 м. Если вместо двутавровых балок уложены железнодорожные рельсы, то расстояние между ними при кирпичных сводах не должно превышать 0,9 м.

Для устройства сводиков к балкам подвешиваются кружала, на расстоянии 1 м друг от друга, перпендикулярно осям балок. Кружала делаются из толстых досок, верхнее ребро которых обделывается по окружности сводов. Подъем сводов

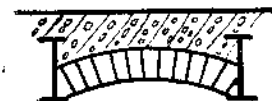
обычно делается равным  $\frac{1}{12}$  пролета (черт. 69 и 70).

Кружала прикрепляются к балкам посредством крючков, хомутов и клиньев. На верхние ребра кружал, параллельно осям балок, кладутся доски в 38 мм толщиной, называемые опалубкой, по которым и делаются своды в пол-кирпича, на цементном растворе.

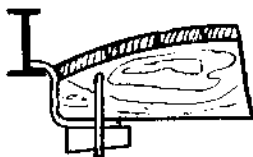
Кружала и опалубку можно вынимать из-под сводов не ранее как через две недели по окончании работ по устройству сводов, а еще лучше — по окончании всех черных работ по постройке здания. Пазухи сводов сверху заполняются строительным мусором или тощим бетоном и весь свод сверху принимает горизонтальный вид.

Бетонные своды делаются при расстоянии от 1 до 2 м между железными балками и не свыше 1 м — между рельсами. Для бетонных сводов, так же, как и для кирпичных, делаются кружала и опалубка, причем подъем бетонным сводам дают в  $\frac{1}{18}$  пролета.

Толщина сводов в замке, т. е. в средней его части, делается 9—11 см. Верхняя часть сводов обычно делается горизонтальной.



Черт. 69.



Черт. 70.

Для лучшей связи бетона с железными балками последние смазывают цементным раствором, состоящим из 1 части цемента и 2 частей песка.

Бетон для сводов готовится из 1 части портландского цемента, 3 частей песка и 3 — 4 частей щебня. Смесь тщательно перемешивается, накладывается в сыром виде на опалубку и крепко уколачивается трамбовками. После набивки сводов, для лучшего схватывания цемента, их поливают водою один или два раза в день.



Черт. 71.

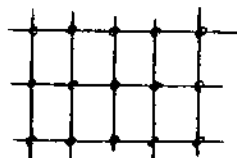
Кружала и опалубку из-под бетонных сводов можно вынимать не ранее, как через две недели по окончании работ по устройству сводов.

Плоские бетонные перекрытия делаются тем же способом, как и бетонные своды, но пролеты между балками при плоских перекрытиях не должны превышать 1,25 м. Состав бетона берется тот же, что и для сводов.

Слой бетона около балок делается несколько толще, чем в середине, для лучшего скрепления бетона с балками и для большего сопротивления срезыванию (черт. 71). Кружала и опалубку здесь делают плоскими.

Железобетонные перекрытия по своей прочности и легкости превосходят вышеописанные огнестойкие перекрытия и в настоящее время они устраиваются чаще всего. Железобетонные перекрытия делаются как плоские, так и сводчатые. Те и другие требуют для своего устройства установки кружал и опалубки.

По опалубке, вдоль и поперек перекрытия, укладывается железная проволока (арматура). Продольная проволока укладывается толщиной до 10 мм, а поперечная — до 8 мм. Расстояние между проволоками по длине и ширине делается от 50 до 100 мм. В местах перекрещивания проволоки связываются между собою тонкой вязальной проволокой (черт. 72).



Черт. 72.

Под проволоку и сверх нее набивается слой бетона, состав которого берется 1:2:3 до 1:2:4 (цемент, песок, щебень). Слой бетона под сеткою должен быть в 6 раз тоньше слоя над сеткою, так как при этих соотношениях получается наибольшая прочность железобетонного перекрытия. Толщина слоя бетона при сводчатых перекрытиях делается от 5 до 15 см при пролетах от 1 до 3 м.

Плоские железобетонные перекрытия делаются при пролетах от 1 до 2 м.

При изготовлении всякого рода бетонных перекрытий особенно важно взять то количество воды, которое необходимо для получения наибольшей прочности бетона. Воды берется в среднем 15% объема сухой смеси бетона. Если взять воды мало, то сцепление частиц

бетона будет недостаточно, если же воды взять с излишком, то при уколачивании бетона трамбовками вода будет вытекать из него и вымывать главную составную часть бетона—цемент.

Железобетонные перекрытия можно делать и при более значительных пролетах, но тогда необходимо производить точные расчеты для каждого отдельного случая.

Таблица, определяющая количество цемента, песку и щебня, для 1 куб. м, бетона при щебне, имеющем 50% пустоты.

| Пропорция составных частей бетона | На 1 куб. м бетона |               |               |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|---------------|
|                                   | Цемент, кг         | Песку, куб. м | Щебня, куб. м |
| 1 : 1,5 : 2                       | 492                | 0,520         | 0,667         |
| 1 : 2 : 3                         | 379                | 0,535         | 0,771         |
| 1 : 2 : 4                         | 336                | 0,474         | 0,910         |
| 1 : 3 : 4                         | 284                | 0,604         | 0,768         |
| 1 : 3 : 5                         | 259                | 0,551         | 0,876         |
| 1 : 4 : 6                         | 211                | 0,598         | 0,860         |

На приготовление 1 куб. м бетона с подноской материала из расстояния до 85 м, по § 363 Урочн. Пол.:

|                     |      |
|---------------------|------|
| Бетонщиков. . . . . | 0,1  |
| Рабочих. . . . .    | 1,65 |

На укладку 1 куб. м бетона с доставкой его из расстояния до 85 м по горизонтальному пути, по § 364 Урочн. Пол.:

|                        |      |
|------------------------|------|
| Бетонщиков. . . . .    | 0,1  |
| Рабочих. . . . .       | 0,62 |
| Бетон, куб. м. . . . . | 1,05 |

На заготовку арматуры и установку на место при диаметре от 6 до 10 мм на 100 кг железа:

|                                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| На заготовку — арматурщиков. . . . .            | 0,916 |
| На подноску и установку — арматурщиков. . . . . | 0,793 |
| Железа от 6 до 10 мм, кг. . . . .               | 105   |

На устройство опалубки с кружалами и лесами на кв. м:

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| Плотников. . . . . | 0,2 — 0,276 |
|--------------------|-------------|

## П о л ы

Пол маслодельного завода должен быть водонепроницаемым, гладким, но не скользким, легко поддерживаемым в чистоте и прочным в механическом и химическом отношении. На устройство полов в заводе необходимо обратить особое внимание.

Лучшим полом для маслодельных заводов можно считать терракотовый пол (плитчатый), но вследствие дороговизны устройства этих полов в большинстве случаев от них приходится отказываться.

Наибольшим распространением в маслодельных заводах пользуются цементные полы, которые, будучи вполне доступны по цене для широкого круга артелей, являются вполне удовлетворительными полами, если они выполнены достаточно тщательно. Вся беда в том, что цементные полы часто выполняются без соблюдения элементарных требований техники бетонного дела и в результате полы получают с трещинами, неровные, скоро выбиваются и требуют частого ремонта, хотя из затраченных материалов можно было сделать вполне удовлетворительный пол.

Асфальтовые полы совершенно водонепроницаемы, но они мягки, легко продавливаются, трудно ремонтируются и выполнение их в сельских местностях весьма затруднительно.

Деревянный пол в маслодельном заводе можно допустить только как неизбежное зло. Деревянный пол водопроницаем. В него впитываются остатки молочных продуктов и чистка деревянного пола очень затруднительна. Через щели между досками в подпольное пространство проникает вода с молочными отбросами, которые гниют под полом. От гниения отбросов образуются газы, имеющие гнилостный запах, и эти газы проникают в завод. Существует мнение, что деревянный пол дешевле всех прочих полов, но это не так. Срок службы деревянного пола очень невелик. Он быстро загнивает, загнивают балки, на которых лежит пол, и нижние венцы здания, что влечет за собою быструю порчу всего здания.

Несмотря на все перечисленные недостатки, деревянные полы все-таки делают в маслодельных заводах, потому что первоначальные затраты на устройство деревянного пола все же меньше, чем на устройство какого-либо другого пола, в особенности в местностях богатых лесом. Незначительные первоначальные затраты в этом случае не оправдывают себя и деревянные полы в конечном результате получаются дороже цементных.

### Терракотовые полы

Как уже было сказано выше, полы из терракотовых плиток являются лучшими полами для маслодельных заводов и вообще для молочных. Они прочны, красивы, гладки, водонепроницаемы, легко моются и не разрушаются от действия молочных продуктов. На сыроваренных заводах плитчатые полы разрушаются от действия на них сыворотки, но сыворотка разъедает лишь цементный раствор, связывающий плитки между собою, а не самые плитки.

Терракотовые плитки изготавливаются из смеси огнеупорной глины с полевым шпатом. Указанную смесь формируют под сильным прессом и обжигают при высокой температуре. Плитки изготавливаются разной

формы, всевозможных цветов и разнообразных рисунков. Плитки идут не только на устройство полов, но и на облицовку стен в заводах и молочных; для облицовки стен обычно берутся глянцевые плитки и более тонкие, чем для полов.

Нормальные размеры квадратной плитки  $160 \times 160$  мм при толщине 18—20 мм. Квадратный метр плиток весит около 40 кг.

Терракотовые плитки встречаются в продаже под разными названиями и лучшими из них являются Метлахские плитки, Харьковские и Рижские.

Для полов из терракотовых плиток требуется бетонная подготовка, состоящая из слоя бетона толщиной 120—150 мм. На бетонную подготовку кладется слой жирного цементного раствора, а на него накладываются плитки.

Каждую плитку следует сначала положить несколько отступя от соседних плиток, а затем крепко прижать плитку к раствору и придвинуть ее к ранее уложенным плиткам с тем, чтобы между ребрами плиток получился тонкий слой раствора, и выравнивать плитку с другими, приколачивая ее молотком. При несоблюдении указанных правил укладки, под плиткой, в ее неровностях, всегда останется воздух, который будет препятствовать соединению между плиткой и раствором. По окончании укладки плиток пол следует залить жидким цементным раствором и смыть его с плиток, прежде чем раствор окончательно затвердеет. Это делается для того, чтобы залить раствором могущие быть промежутки между ребрами плиток, так как пол получается много прочнее, если плитки держатся не только снизу, а связаны друг с другом и с боков.

В довоенное время полы из метлахских плиток по готовому бетонному основанию с материалом и работой стоили от 5 до 6 руб. за 1 кв. м.

### Цементные полы

Цементные полы делаются как в каменных заводах, так и в деревянных. В том и в другом случае цементный пол должен быть защищен от действия на него мороза. В каменных и деревянных заводах, основанных на фундаментах в виде стен, это условие выполняется само собой, так как фундаменты всегда делаются достаточной толщины, чтобы предохранить подпольное пространство от промерзания. В деревянных заводах, основанных на кирпичных столбах или на деревянных стульях, всегда имеется опасность, что грунт под полом промерзнет и вследствие этого пол может быть попорчен.

Вследствие замерзания происходит выпучивание грунта, которое бывает тем сильнее, чем больше содержит грунт воды, так как вода при замерзании расширяется весьма значительно. Расширяясь кверху, грунт надавливает на слой бетона, поднимает его и, вследствие этого, в бетоне появляются трещины. Чтобы избежать этого, цоколь дере-

деревянного завода, основанного на столбах, следует делать как можно менее теплопроводным. Вторым предохранительным средством от появления в бетонном полу трещин вследствие промерзания грунта может служить какая-либо прокладка, изолирующая бетонный слой пола от промерзшего грунта и принимающая на себя давление последнего. Такой изоляционной прокладкой может служить слой плотно утрамбованной глины, песок, шлак, строительный мусор и др.

Деревянные стены завода с течением времени дают осадку. Если пол непосредственно прилегает к стенам здания, то последние при своей осадке нажимают на края пола и увлекают их за собой вниз.

Вследствие этого в бетоне появляются трещины, идущие параллельно стенам здания. Во избежание порчи пола вследствие осадки стен, между полом и стеной необходимо проложить доску, чтобы стены могли скользить по ней при своей осадке, не увлекая за собой края пола и не обламывая их (черт. 73).

Во всем остальном устройство бетонного пола в каменных и деревянных заводах совершенно одинаково.

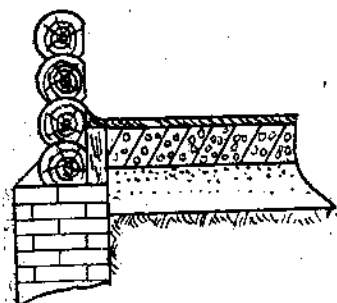
Для устройства цементного пола снимается верхний растительный слой и на его место кладут изоляционный слой, который чаще всего состоит из глины. Слой глины делают толщиной 150—170 мм при сплошном фундаменте и 300—350 мм при фундаменте в виде отдельных столбов. Если пол делается в подвале, где под пол может подходить вода, глина должна быть хорошо промята. Во всех случаях глина плотно уколачивается трамбовками, потому что плохо утрамбованная глина будет давать неравномерную осадку, а вслед за глиной и бетон будет осаживаться неравномерно.

По глине хорошо сделать подсыпку шлака, строительного мусора или щебня с заливкою их гидравлическим раствором. Такая подсыпка особенно желательна в деревянных заводах, основанных на столбах. Подсыпка может быть сделана толщиной 80—100 мм.

Поверх глины или подсыпки делается бетонное основание, толщиной 150—170 мм.

Бетонное основание обычно делается так: насыпается слой щебня, уколачивается трамбовками и заливается цементным раствором; но этот способ укладки бетона не дает плотного основания для тонкого верхнего цементного слоя, так как связь между частицами бетона при такой укладке очень слаба, а местами частицы бетона остаются не связанными вовсе и полы быстро портятся.

Всякий бетон, служащий основанием для тонкой корки верхнего чистого пола (плитчатого, цементного и др.), должен быть сделан тщательно. Для этого составные части бетона должны быть хорошо



Черт. 73.

перемешаны в сухом виде, затем политы водою и перемешаны еще раз. Готовый материал насыпается слоями не толще 7 см и каждый слой трамбуется до тех пор, пока на поверхности не выступит вода. Особое внимание следует обратить на то, чтобы в щебень для бетона не попали недожженные куски извести, выбрасываемые из творил. Они впоследствии гасятся, увеличиваются в объеме и поднимают пол в местах своего нахождения. По окончании работы поверхность бетона еще несколько дней поливается водою.

Бетон для оснований под цементные и плитчатые полы может быть сделан на известковом, цементном и смешанном растворе. Состав его делается разным, но в среднем можно принять как 1:3:6 (цемент, песок, щебень).

Приступать к работе по устройству чистого цементного пола можно через 4—5 дней по окончании работ по устройству бетонной подготовки. По бетонному основанию делается чистый пол, состоящий из слоя поргландского цемента с песком, или чистого романского цемента. Чистый пол делается толщиной 25—35 мм. Отношение поргландского цемента к песку нужно брать 1:1 или 1:1,5, смотря по качеству цемента. В тех комнатах, где работа производится короткое время и полы подвергаются меньше механическим воздействиям, отношение цемента к песку можно уменьшить до 1:2.

В целях экономии цементный раствор часто делают еще более тощим, но тощие растворы вынашиваются скорее жирных и в конечном результате пол из тощего раствора оказывается не дешевле пола, сделанного из жирного раствора.

Только тщательно сделанный чистый пол может служить долго, оставаясь гладким и ровным. Малейшая небрежность при выполнении пола скоро даст себя почувствовать, а потому к устройству цементного пола следует отнестись с полным вниманием. Для чистого пола цемент в сухом виде тщательно перемешивается с промытым и после промывки высушенным речным песком. Песок промывается для того, чтобы удалить из него частицы земли, которые являются вредными примесями при всяких растворах. Когда цемент с песком достаточно хорошо перемешаны, к смеси постепенно приливают воду, все время перемешивая смесь лопатами. Приливать воду и перемешивать смесь нужно до тех пор, пока не получится густое тесто. Полученное тесто ровным слоем, с нужным уклоном, накладывается на бетонное основание, уколачивается трамбовками, подшитыми снизу листовым железом, и затирается железными терками. На больших заводах, где во время работы расходуется много воды, уклон пола делается равным 0,015; где воды расходуется мало, уклон пола можно делать до 0,01.

Как уже было сказано выше, раствор из поргландского цемента начинает схватываться через  $\frac{1}{2}$  часа после его приготовления, а раствор из романского цемента схватывается через 15 минут.

Раствор, не использованный в течении указанного времени, становится негодным для дальнейшего употребления, потому что цемент

уже потерял свою силу. Следует обратить особое внимание на то, чтобы раствор из портландского цемента для чистого пола заготавливался только в таком количестве, которое может быть израсходовано не более как в 20 минут. Срок использования раствора из романского цемента ограничивается 10 минутами.

Прежде чем начать набивку чистого пола, по бетонной подготовке делают небольшие возвышения из цемента на толщину предполагаемого чистого пола. Эти возвышения (маяки) выравнивают под рейку, придавая маякам нужный уклон, и в уровень с маяками набивают чистый цементный пол. Такой способ устройства чистого пола является наилучшим и наиболее экономным.

Когда маяки будут поставлены по всей площади пола, они дают возможность заранее точно определить толщину чистого пола в любом месте и подбить более тощего бетона там, где это нужно, чтобы не затрачивать излишнее количество дорогого жирного раствора.

Вновь сделанный цементный пол ни в каком случае не следует подвергать действию прямых солнечных лучей. Те места пола, на которые могут падать солнечные лучи через окна, следует прикрыть влажными соломенными матами или рогожами. Кроме того, новый цементный пол, в течении 6—7 дней по окончании работ по его устройству, необходимо ежедневно поливать водою. При этих условиях, пол, как и всякие другие цементные изделия, схватывается медленно, но крепко, образуя весьма прочную массу, которая не боится механических воздействий. Повседневную работу по заводу можно вести на цементном полу через 10—12 дней после окончания работ по его устройству.

Как бы хорош пол ни был, с течением времени он все же подвергается порче и в полу появляются выбоины и трещины. Если выбоины и трещины в полу образовались, то для ремонта их нужно обработать зубилом до крепкого, не пропитанного молочными продуктами бетона; в противном случае между старым бетоном и новым наложением не будет прочной связи. Обработанную выбоину нужно смочить водою и затереть ее жирным цементным раствором, или чистым цементом.

Для мятя глины с тщательной утрамбовкой, с навалкой и подвозкой ее не далее 50 м по § 50 Урочн. Пол. на 1 куб. м — землекопов... 1.

Приготовление и укладка бетонной подготовки для пола — см. „Огнестойкие заполнения между железными балками“.

Для сделания верхнего цементного слоя, толщиной 38 м, с выравниванием пола под правило и шлифованием железными терками по справочнику Рошефора на кв. м.:

Каменщиков ..... 0,395

Раствора из одного объема портландского цемента

и 1,5 песку или роман-цемента без песку, куб. м. . 0,042

### Асфальтовые полы

Асфальтовые полы делаются на бетонном основании. Асфальтовые плитки для выработки пола растапливаются в особом переносном железном котле. К асфальту прибавляется гудрон и гравий и вся масса перемешивается железными ухватами. После того, как масса сварилась, ее раскладывают по бетонному основанию слоем в 20—25 мм толщиной и разравнивают под рейку деревянными гладилками. Работу по устройству асфальтовых полов в маслодельном заводе можно поручить только опытному и добросовестному мастеру. Малейший недосмотр при варке влечет за собой порчу асфальта. Переваренный асфальт дает жесткий и крошливый пол, а недоваренный асфальт дает мягкий пол, который легко проминается от лежащих на нем тяжелых предметов. Вследствие этого полы скоро теряют свой ровный вид и в полу образуются впадины, которые затрудняют содержание пола в чистоте. Ремонт асфальтового пола очень затруднителен. Единственное достоинство асфальтового пола — его водонепроницаемость.

Некоторые авторы признают асфальтовый пол для маслодельных заводов лучшим полом, но, исходя из перечисленных выше недостатков этого пола, мы рекомендовать его не можем.

На 1 кв. м заливки асфальтом при толщине 25 мм требуется:

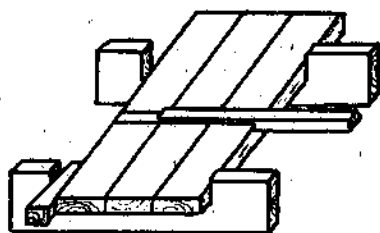
|                          |      |
|--------------------------|------|
| Асфальта, кг . . . . .   | 35,4 |
| Гудрона, кг . . . . .    | 1,70 |
| Гравия, куб. м . . . . . | 0,02 |
| Дров, куб. м . . . . .   | 0,1  |

### Деревянные полы

Как уже было сказано выше, деревянные полы являются худшими из всех полов. Но так как в маслодельных заводах их все же делают поэтому и здесь приходится на них остановиться.

Основанием для деревянных полов служат половые балки, уложенные друг от друга на расстоянии 1 м. В балках вынимаются черепица и промежутки между балками заполняются пластинами или досками в 65 мм толщиной. Получается так называемый черный пол, назначение которого состоит в том, чтобы утеплить помещение завода от охлаждения из подполья и предохранить чистый пол от гниения снизу.

В стенах подполья необходимо сделать отверстия, которые служили бы для проветривания подполья в летнее время. Зимой эти отверстия должны быть плотно заделаны, чтобы помещения завода не охлаждались через подполье. По черному полу делается смазка, которая состоит в том, что черный пол смазывается хорошо проматой жирной глиной. По глине накладывается плашмя битый кирпич, и щели между кирпичами заливаются известковым раствором. Сверх смазки настилается чистый деревянный пол из досок в 65 мм толщи-



Черт. 74.

шипами доски по три штуки укладываются в особые зажимы и скрепляются клиньями.

После скрепления, в досках с нижней стороны выбирается гнездо в форме ласточкина хвоста и в это гнездо загоняется шпонка такого же сечения (черт. 74). Концы шпонок не должны выходить за края досок.

Шпонки становятся на 2 м друг от друга

Стоки для воды при деревянных полах делаются в виде желобьев, долбленных из дерева. Желобья укладываются перпендикулярно половым доскам, вдоль стен, отступя от последних на ширину одной доски. Концы половых досок кладутся на края желоба (черт. 75).



Черт. 75.

Красить деревянные полы бесполезно, но проолифка пола делает его более прочным и менее водопроницаемым.

## О т о п л е н и е

Хорошо устроенное отопление должно удовлетворять следующим основным требованиям:

- 1) Действие отопления не должно вредно влиять на чистоту воздуха в помещениях.
- 2) Требуемое количество тепла должно доставляться при возможно меньших затратах на топливо.
- 3) Отопление должно позволять регулировать температуру в каждом отдельном помещении завода.
- 4) Приборы отопления не должны отнимать у помещения много места.
- 5) Уход за отоплением должен быть прост.
- 6) Отопление должно быть устроено так, чтобы помещения завода не загрязнялись топливом.

Все системы отопления можно разделить на две группы: центральное отопление и местное отопление. При центральном отоплении сжигание топлива производится в одном месте и полученная теплота разводится по всем помещениям завода. Местное отопление состоит

в том, что каждое помещение согревается теплотой, полученной на месте ее потребления.

Центральное отопление имеет перед местным то преимущество, что оно более экономно в смысле его эксплуатации, топка здесь расположена в одном месте и потому помещения завода не загрязняются топливом.

Центральное отопление позволяет с большей точностью регулировать температуру каждого отдельного помещения. Нагревательные приборы центрального отопления занимают мало места.

К недостаткам центрального отопления можно отнести лишь значительную стоимость его первоначального устройства.

Местное отопление состоит из печей большой теплоемкости. Печи делаются из малотеплопроводных материалов. Печи большой теплоемкости медленно нагреваются и медленно отдают свое тепло помещениям. К достоинствам печного отопления можно отнести дешевизну его первоначального устройства и простоту ухода. К недостаткам печного отопления относятся: низкий коэффициент полезного действия, загрязнение помещений топливом и то, что печи занимают много места.

### Центральное отопление

В группе центрального отопления различают следующие системы:

1. Система воздушного отопления, при которой согретый в центральном приборе воздух вводится в отапливаемые помещения и согревает их.

2. Система парового отопления, где в центральном приборе получается пар, который разводится по отапливаемым помещениям и отдает последним свою теплоту.

3. Система водяного отопления, где вода, согретая в центральном месте, разводится по помещениям и согревает их.

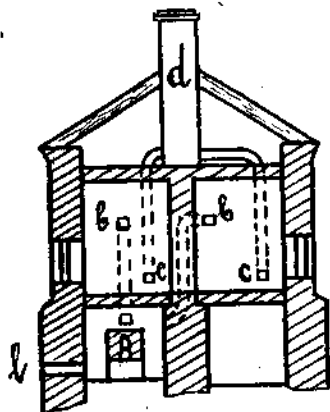
4. Системы, представляющие собою комбинации из перечисленных выше: воздушной, паровой и водяной.

### Воздушное отопление

Для воздушного отопления в подвале завода, в особой камере, устанавливается печь с большой поверхностью нагрева (калорифер). В камеру подводится чистый воздух, который нагревается от соприкосновения с горячей поверхностью калорифера и по особым каналам поступает во все помещения завода, нуждающиеся в отоплении.

Воздух, войдя в помещение, охлаждается, отдает свою теплоту помещению и после этого поступает в вытяжные каналы. Последние выходят на чердак, где особыми боровами собираются в одну общую трубу, расположенную рядом с дымовой трубой от калорифера. Дымовые газы из калорифера согревают воздух, идущий из помещения завода, благодаря чему тяга воздуха в вытяжных каналах усиливается.

Воздушное отопление является наиболее дешевым из всех систем центрального отопления. Оно позволяет сравнительно точно регулировать температуру в каждом отдельном помещении и обеспечивает завод вентиляции. При наличии в заводе парового котла, вместо отдельной печи, в камеру можно провести паровые трубы и установить там паровые калориферы, которые будут заменять собою печь. Такое устройство уменьшает уход за воздушным отоплением до минимума.

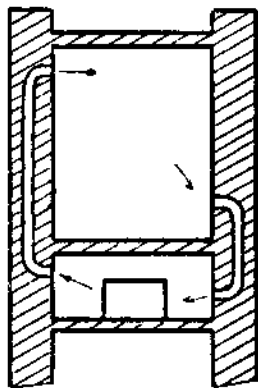


Черт. 76.

Описанная система отопления действует по схеме, указанной на черт. 76. Чистый воздух входит в камеру по каналу *l*, подогревается в калорифере *A* и поступает в помещения завода по приточным каналам *b*. Воздух, войдя в помещение, отдает последнему свою теплоту и выходит оттуда по вытяжным каналам *c*. Вытяжные каналы собираются на чердаке в одну общую шахту *d*, расположенную около дымовой трубы от калорифера. Такого рода отопление, обеспечивая завод вентиляцией, является несколько неэкономным, потому что воздух здесь все время поступает с улицы, холодный, и на подогревание его затрачивается много теплоты. В целях экономии воздушное отопление можно сделать так, что воздух из помещений будет идти не в вытяжную трубу, а обратно в калорифер, где он вновь подогревается и снова поступает в помещения завода (черт. 77). Здесь отопление производится все время одним и тем же воздухом и расход тепла на его подогревание весьма незначителен. К недостаткам такой системы следует отнести то, что при ней помещения завода не вентилируются.

Лучшим выходом из положения будет устройство смешанной системы, которая позволяла бы пользоваться свежим воздухом в то время, когда в заводе происходит наиболее интенсивная работа, и не исключала бы возможности пользования одним и тем же воздухом, когда работа в заводе прекращается.

Воздушное отопление может обслуживать одним калорифером несколько помещений, но при условии, что помещения удалены от калорифера не более как на 8 м, считая по горизонтальному направлению. К недостаткам воздушного отопления следует отнести неравномерную температуру в одном и том же помещении, которая бывает всегда выше около тех стен, в которых



Черт. 77.

Воздушное отопление может обслуживать одним калорифером несколько помещений, но при условии, что помещения удалены от калорифера не более как на 8 м, считая по горизонтальному направлению. К недостаткам воздушного отопления следует отнести неравномерную температуру в одном и том же помещении, которая бывает всегда выше около тех стен, в которых

проходят каналы, подающие теплый воздух, и более высокую температуру около потолка, нежели около пола.

### Паровое отопление

Паровое отопление с успехом может быть применено для маслодельных заводов. Вся система отопления состоит из парового котла, в котором получается пар; железных разводящих труб, по которым пар разводится в помещения завода; нагревательных приборов (радиаторов), где пар, обращаясь в воду, отдает свое тепло, и обратных труб, по которым конденсационная вода из радиаторов отводится обратно в паровой котел.

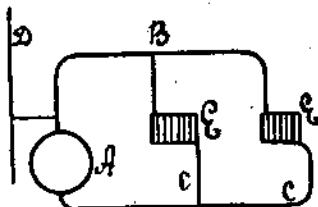
Схема действия парового отопления видна из черт. 78, где: *A*—паровой котел; *B*—паровые трубы; *EE*—нагревательные приборы; *CC*—обратные трубы; *D*—предохранительная труба.

Для парового отопления обычно устанавливаются котлы низкого давления, не более 0,5 атмосферы, но, имея паровой котел для нужд переработки молока и работы паровой машины, нет никакого смысла устанавливать отдельный паровой котел для целей отопления. Необходимо рассчитывать и строить паровое отопление так, чтобы нужды отопления обслуживал тот же котел, который обслуживает паровую машину и приборы для переработки молока.

Пар высокого давления, в 7—10 атмосфер, непосредственно для отопления помещений применяется редко, потому что нагревательные приборы в этом случае имеют слишком высокую температуру и отдельные части трубопроводов требуют очень плотных соединений. Чтобы использовать для отопления пар высокого давления из котлов, обслуживающих паровую машину и другие приборы маслодельного завода, перед пуском пара в систему отопления лучше всего поставить редукционный клапан, который бы понижал давление пара до 0,5—0,1 атмосферы.

Конденсационная вода из радиаторов здесь уже не может быть подана непосредственно в котел, а стекает в общий резервуар для конденсационной воды, откуда и подается в котел питательным прибором.

Для целей парового отопления завода можно использовать отработанный пар из паровой машины, если он не используется для других нужд завода. В отработанном паре содержится до 60% тепла, полученного паром от сжигания топлива в паровом котле и выпускать это тепло на волю не использованным было бы весьма нецелесообразно. При использовании отработанного пара в целях отопления расположение приборов и трубопроводов остается такое же, как при обычно-



Черт. 78.

венном паровом отоплении, но давление в системе не должно быть больше 0,1 атмосферы, так как в противном случае поршень машины будет испытывать значительное противодействие при своей работе. Перед впуском отработанного пара в систему отопления нужно поставить маслоуловитель и сделать приспособление, которое бы позволяло питать систему свежим паром, когда машина не работает или отработанного пара мало.

Паровые трубы, по которым идет свежий пар в систему отопления, поднявшись от котла кверху, в дальнейшем должны иметь постоянный уклон по направлению движения пара, а конденсационные трубы — по направлению к котлу (5—10 мм на 1 пог. м трубы).

Перед каждым нагревательным прибором должен быть поставлен регулирующий кран, который позволял бы регулировать количество пара, поступающего в прибор.

Достоинства парового отопления состоят в том, что система может быть вполне централизована, так как пар можно разводить на далекие расстояния; паровая система быстро согревает помещения и обладает высоким коэффициентом полезного действия (70—75%). Стоимость первоначального устройства парового отопления не высокая.

К недостаткам паровой системы относят трудность регулирования и быструю порчу конденсационных труб, так как они подвергаются попеременному действию воды и воздуха.

### Расчет парового отопления

Расчет парового отопления состоит в определении:

1. Потерь тепла вследствие теплопроводности через стены, пол, потолок, окна и двери каждого отдельного помещения завода.
2. Поверхности нагрева радиаторов, которые должны пополнять это тепло.
3. Диаметров паропроводных и конденсационных труб.
4. Поверхности нагрева парового котла.

Потери тепла вследствие теплопроводности рассчитываются по формуле:

$$w = k \cdot F \cdot (T - t),$$

где  $w$  — количество теплоты, теряемое данным элементом помещения в 1 час,

$k$  — коэффициент теплопередачи, т. е. количество тепла, теряемое 1 кв. м элемента здания в течении 1 часа, на 1° разницы температур с той и другой стороны элемента;

$F$  — площадь стен, полов, потолков, окон и дверей помещения;

$T$  и  $t$  — внутренняя и наружная температуры.

Значение коэффициента  $k$  для отдельных элементов здания может быть взято из следующей таблицы:

### 1. Наружные стены

|                                                          |           |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------|-----------|------|------|------|------|
| Кирпичные стены при толщине в кирпичах . . . . .         | 1         | 1,5  | 2    | 2,5  | 3    |
|                                                          | $k = 1,7$ | 1,30 | 1,10 | 0,86 | 0,70 |
| Каменные стены при толщине в м . . . . .                 | 0,5       | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,9  |
| Песчаник . . . . .                                       | $k = 1,6$ | 1,4  | 1,3  | 1,2  | 1,1  |
| Известняк . . . . .                                      | $k = 2,0$ | 1,8  | 1,7  | 1,5  | 1,4  |
| Стены из трамбованного бетона, при толщине в м . . . . . | 0,1       | 0,15 | 0,2  | 0,3  | 0,4  |
|                                                          | $k = 3,8$ | 3,3  | 2,9  | 2,4  | 1,8  |
| Деревянные рубленые стены при толщине бревен             |           |      |      |      |      |
| в см . . . . .                                           | 18        | —    | 22   | —    | —    |
|                                                          | $k = 0,9$ | —    | 0,7  | —    | —    |

### 2. Внутренние стены

|                                                  |            |      |      |      |   |
|--------------------------------------------------|------------|------|------|------|---|
| Кирпичные, при толщине в кирпичах . . . . .      | 1          | 1,5  | 2    | 2,5  | — |
|                                                  | $k = 1,4$  | 1,1  | 0,88 | 0,71 | — |
| Деревянные, оштукатуренные с обеих сторон стены, |            |      |      |      |   |
| при толщине деревянной части в м . . . . .       | 0,02       | 0,03 | 0,04 | —    | — |
|                                                  | $k = 1,30$ | 1,15 | 1,00 | —    | — |

### 3. Потолки и полы

|                                               |               |                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------|---------------|----------------------------|--|--|--|
| Потолки на дерев. балках со смазкой . . . . . | $k = 0,50$    |                            |  |  |  |
| Железобетонные потолки . . . . .              | $k = 1,0-2,8$ | (смотря по толщине балок). |  |  |  |
| Полы бетонные . . . . .                       | $k = 0,8-1,2$ |                            |  |  |  |

### 4. Двери и окна

|                                                          |               |
|----------------------------------------------------------|---------------|
| Дверь внутренняя . . . . .                               | $k = 2$       |
| Дверь наружная плотная . . . . .                         | $k = 5$       |
| "    "    часто открывающаяся . . . . .                  | $k = 7$       |
| "    "    стеклянная, с ординарным остеклением . . . . . | $k = 7$       |
| "    "    "    с двойным . . . . .                       | $k = 5$       |
| Окно с двойным остеклением . . . . .                     | $k = 3$       |
| Температура на чердаках принимается равной . . . . .     | $-10^{\circ}$ |
| "    почвы под полом . . . . .                           | $0^{\circ}$   |

К потерям тепла, определенным по данной таблице, добавляют некоторые запасы на страны света, на действие господствующих ветров и на угловые помещения.

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Для помещений, расположенных на север, северо-восток, северо-запад и восток, добавляют . . . . . | 15% |
| Для помещений, расположенных на запад, юго-запад и юго-восток . . . . .                          | 10% |
| Для помещений, подверженных действию господствующих ветров . . . . .                             | 10% |
| Сверх перечисленных запасов для угловых помещений добавляется . . . . .                          | 5%  |

Поверхность нагрева радиаторов, которые должны пополнять теряемое зданием тепло, определяется по формуле:

$$f = \frac{W}{k \left( \frac{T_1 + T_2}{2} - T \right)}$$

где  $f$  — поверхность нагрева радиаторов;  
 $W$  — количество тепла, которое должен выделить радиатор;  
 $k$  — коэффициент теплопередачи от радиатора к воздуху;  
 $T_1$  — температура пара, поступающего в радиатор;  
 $T_2$  — температура конденсации пара;  
 $T$  — комнатная температура.

Коэффициент теплопередачи  $k$  зависит от рода радиатора и по Браусу может быть принят в следующих цифрах:

Коэффициенты теплопередачи

| От                | Через  | Чему           | На 1 м/час на 1° разн. температур, калорий |
|-------------------|--------|----------------|--------------------------------------------|
| Воды . . . . .    | чугун  | воздуху (дыму) | 7                                          |
| " . . . . .       | железо | "              | 10                                         |
| " . . . . .       | медь   | "              | 11                                         |
| " . . . . .       | чугун  | воде           | 250                                        |
| " . . . . .       | железо | "              | 280                                        |
| " . . . . .       | медь   | "              | 300                                        |
| Воздуха . . . . . | чугун  | воздуху        | 5                                          |
| " . . . . .       | железо | "              | 7                                          |
| Пара . . . . .    | чугун  | "              | 10                                         |
| " . . . . .       | железо | "              | 12                                         |
| " . . . . .       | медь   | "              | 14                                         |
| " . . . . .       | чугун  | воде           | 780                                        |
| " . . . . .       | железо | "              | 900                                        |
| " . . . . .       | медь   | "              | 1,000                                      |

и наоборот.

Данные относятся к 1 кв. м поверхности нагрева, равномерно омываемой нагревающей средой и к промежутку времени в 1 час при 1° разницы температур между нагревающей средой и средой, воспринимающей теплоту. При скорости движения  $v > 1$  м/сек. приведенные цифры могут увеличиваться вдвое и даже больше.

Трубы, подводящие пар к радиаторам, рассчитываются по формулам, приводимым ниже (см. Трубопроводы).

Если пар высокого давления перед пуском в систему отопления дущируется, или в систему поступает отработанный пар, то диаметр трубопровода можно приблизительно определить по следующей таблице.

Диаметр конденсационных труб принимают: для вертикальных —  $d_1 = 0,5d$  и для горизонтальных труб —  $d_1 = 0,7d$ , но не менее 0,75 дюйма, где  $d_1$  диаметр конденсационной трубы и  $d$  — диаметр соответствующей ей паровой трубы.

Зная общее количество теплоты, нужное для отопления, легко определить поверхность нагрева парового котла, которая будет равна:

$$f_0 = \frac{1,1 w_0}{n_0},$$

где  $w_0$  — наибольший расход пара в системе в 1 час и  $n_0$  — количество тепла, доставляемое 1 кв. м поверхности нагрева котла.

Пример. Рассчитать паровое отопление для завода из шести комнат, имеющих следующее назначение (черт. 79):

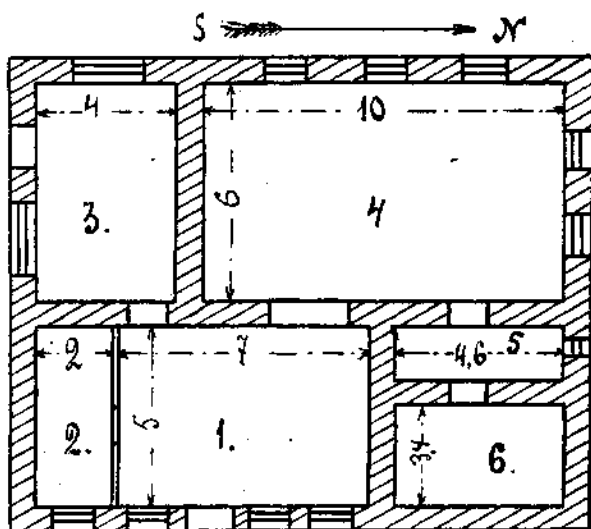
1. Приемная.
2. Лаборатория.
3. Котельная.
4. Машинная.
5. Тамбур.
6. Маслохранилище.

Толщина наружных стен завода 2,5 кирпича. Высота помещений — 4 м. Высота окон — 2 м. Ширина окон — 1,2 м. Потолок железобетонный. Пол цементный на бетонном основании.

Температуру помещений принимаем для комнаты № 1 —  $13^\circ$ , для комнаты № 2 —  $18^\circ$ , для комнаты № 4 —  $13^\circ$ , комнаты 3, 5 и 6 отопления не требуют.

Наиболее низкую наружную температуру принимаем  $-20^\circ$ , температуру на чердаке  $-10^\circ$ , температуру в маслохранилище  $-5^\circ$ , темпе-

| Внутренний диаметр, в дюймах | Часовое количество тепла в кал., которое может пройти по данной трубе при скорости пара, в м |        |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                              | 10                                                                                           | 15     |
| 0,50                         | 2.315                                                                                        | 3.470  |
| 0,75                         | 4.250                                                                                        | 6.375  |
| 1,00                         | 6.770                                                                                        | 10.155 |
| 1,25                         | 11.810                                                                                       | 17.715 |
| 1,50                         | 15.810                                                                                       | 23.720 |
| 2,00                         | 26.065                                                                                       | 39.100 |



Черт. 79.

ратуру грунта под полом  $0^{\circ}$ . Расположение стран света указано на чертеже стрелкою.

### 1. Приемная. Охлаждающими поверхностями являются:

|                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| Окон 3, поверхностью $2 \times 1,2 \times 3$ . . . . .       | 7,2 кв. м. |
| Дверь поверхностью $1,4 \times 2,5$ . . . . .                | 3,5 " "    |
| Наружная стена площадью $7 \times 4 - (7,2 + 3,5)$ . . . . . | 17,3 " "   |
| Стена к маслохранилищу площадью $5 \times 4$ . . . . .       | 20 " "     |
| Потолок и пол с площадями по $7 \times 5$ . . . . .          | 35 " "     |

Значение коэффициента  $k$  берем из таблицы на стр. 73: для окон 3, для дверей—7, для наружной стены—0,86, для стены, примыкающей к маслохранилищу, как имеющей изоляцию,—0,4, для потолка—2, для пола—1.

Полная часовая потеря тепла комнатой № 1 будет равна:

$$w_1 = (3 \cdot 7,2 + 7 \cdot 3,5 + 0,86 \cdot 17,3) \cdot [13 - (-20)] + 0,4 \cdot 20 \cdot [13 - (-5)] + 2 \cdot 35 \cdot [13 - (-10)] + 1 \cdot 35 \cdot (13 - 0) = 4.221,3 \text{ кал.}$$

Помещение приемной расположено на восток, а потому к полученной цифре добавляем 15%. Это составляет  $4221,3 \times 0,15 = 633,2$  кал., следовательно, полная потеря тепла приемной будет равна:

$$4221,3 + 633,2 = 4.854,5 \text{ кал.}$$

### 2. Лаборатория. Охлаждающими поверхностями будут:

|                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| Окно поверхностью $2 \times 1,2$ . . . . .                   | 2,4 кв. м. |
| Дверь поверхностью $1 \times 2,25$ . . . . .                 | 2,25 " "   |
| Две наружных стены площадью $(5+2) \times 4 - 2,4$ . . . . . | 25,6 " "   |
| Внутренняя стена площадью $5 \times 4 - 2,25$ . . . . .      | 17,75 " "  |
| Потолок и пол с площадями по $2 \times 5$ . . . . .          | 10 " "     |

Значение коэффициента  $k$  берем: для окон—3, для дверей—2, для наружной стены—0,86, для стены примыкающей к приемной—1, для потолка—2, для пола—1.

Полная часовая потеря равна:

$$w_2 = (3 \cdot 2,4 + 0,86 \cdot 25,6) \cdot [18 - (-20)] + (1 \cdot 17,75 + 2 \cdot 2,25) \cdot (18 - 13) + 2 \cdot 10 \cdot [18 - (-10)] + 1 \cdot 10 \cdot (18 - 0) = 1.960,8 \text{ кал.}$$

Лаборатория расположена на юго-восток, а потому к полученной цифре добавляем 10%, что дает в сумме:

$$1960,8 + 196 = 2.156,8 \text{ кал.}$$

Как на угловое помещение добавляем еще 5% следовательно полная потеря тепла лабораторией будет равна:

$$2156,8 + 5\% = 2156,8 + 107,8 = 2.264,6 \text{ кал.}$$

### 3. Машинная. Охлаждающими поверхностями в машинной комнате будут:

|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| Окон 5, площадью $1,2 \times 2 \times 5$ . . . . .      | 12 кв. м. |
| Наружные стены площадью $(10+6) \cdot 4 - 12$ . . . . . | 52 " "    |
| Дверь в тамбур размерами $0,8 \times 1,75$ . . . . .    | 1,4 " "   |
| Стена к тамбуру $4,6 \times 4 - 1,4$ . . . . .          | 17 " "    |
| Потолок и пол по $6 \times 10$ . . . . .                | 60 " "    |

При тех же коэффициентах теплопередачи часовая потеря для машинной комнаты будет равна:

$$w_3 = (3 \cdot 12 + 0,86 \cdot 52) \cdot [13 - (-20)] + (2 \cdot 1,4 + 0,4 \cdot 17) \cdot [13 - (-5)] + 2 \cdot 60 \cdot [(13 - (-10))] + 1 \cdot 60(13 - 0) = 2663,76 + 172,8 + 2760 + 780 = 6.376,56 \text{ кал.}$$

Добавляя 15% на страны света и 5% на угловое помещение, получаем общий расход теплоты в машинной комнате—7.700 кал.

Потери тепла отдельными элементами здания для удобства вычислений заносятся в таблицу, примерно, следующего вида:

| № комнаты | Название    | Температура в комнате $t$ | Наружная температура $t_1$  | $t - t_1$ | Название поверхности     | Площадь в кв. ж | $k$  | Часовая потеря | Добавки | Сумма    |
|-----------|-------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|-----------------|------|----------------|---------|----------|
| 1         | Приемная .  | 13°                       | - 20°                       | 33°       | Окна . . . . .           | 7,2             | 3    | 712,8          | —       | 4.854,5  |
|           |             |                           | - 20°                       | 33°       | Дверь . . . . .          | 3,5             | 7    | 808,5          | —       |          |
|           |             |                           | - 20°                       | 33°       | Наружная стена           | 17,3            | 0,86 | 491            | —       |          |
|           |             |                           | - 5°                        | 18°       | Стена к маслохранилищу . | 20              | 0,4  | 144            | —       |          |
|           |             |                           | - 10°                       | 23°       | Потолок . . . .          | 35              | 2    | 1.610          | —       |          |
|           |             |                           | 0°                          | 13°       | Пол . . . . .            | 35              | 1    | 455            | —       |          |
|           |             |                           | Итого                       |           |                          | —               | —    | 4.221,3        | —       |          |
|           |             |                           | На страны света 15% . . . . |           |                          | —               | —    | —              | 633,2   |          |
| 2         | Лаборатория | 18°                       | - 20°                       | 38°       | Окна . . . . .           | 2,4             | 3    | 273,6          | —       | 2.264,65 |
|           |             |                           | + 13°                       | 5°        | Дверь . . . . .          | 2,25            | 2    | 22,5           | —       |          |
|           |             |                           | - 20°                       | 38°       | Наружная стена           | 25,6            | 0,86 | 836            | —       |          |
|           |             |                           | + 13°                       | 5°        | Внутренн. . . .          | 17,75           | 1    | 88,7           | —       |          |
|           |             |                           | - 10°                       | 28°       | Потолок . . . .          | 10              | 2    | 560            | —       |          |
|           |             |                           | - 0°                        | 18°       | Пол . . . . .            | 10              | 1    | 180            | —       |          |
|           |             |                           | Итого . . . . .             |           |                          | —               | —    | 1.960,8        | —       |          |
|           |             |                           | На страны света 10% . . . . |           |                          | —               | —    | —              | 196     |          |
| 3         | Котельная . | —                         | —                           | —         | Отопления не требует.    |                 |      |                |         |          |
|           |             |                           |                             |           |                          |                 |      |                |         |          |

| № комнаты | Название | Температура в комнате $t$ | Наружная температура $t_1$ | $t - t_1$ | Название поверхности    | Площадь в кв. м | $k$  | Часовая потеря | Добавки | Сумма     |
|-----------|----------|---------------------------|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------|------|----------------|---------|-----------|
| 4         | Машинная | 13°                       | — 20°                      | 33°       | Окна . . . .            | 12              | 3    | 1.188          | —       |           |
|           |          |                           | — 5°                       | 18°       | Дверь . . . .           | 1,4             | 2    | 50,4           | —       |           |
|           |          |                           | — 20°                      | 33°       | Наружная стена          | 52              | 0,86 | 1.475,76       | —       |           |
|           |          |                           | — 10°                      | 23°       | Потолок . . .           | 60              | 2    | 2.760          | —       |           |
|           |          |                           | 0°                         | 13°       | Пол . . . . .           | 60              | 1    | 780            | —       |           |
|           |          |                           | — 5°                       | 18°       | Внутренн. стена         | 17              | 0,4  | 122,4          | —       |           |
|           |          |                           |                            |           | Итого .                 | —               | —    | 6.376,56       | —       |           |
|           |          |                           |                            |           | На страны света 15% . . | —               | —    | —              | 956,48  |           |
|           |          |                           |                            |           | На угловое помещение 5% | —               | —    | —              | 366,5   | 7.700     |
|           |          |                           |                            |           |                         |                 |      |                |         | 14.819,15 |
| 5         | .....    | —                         | —                          | —         | } Отопления не требуют. |                 |      |                |         |           |
| 6         | .....    | —                         | —                          | —         |                         |                 |      |                |         |           |

Считая, что в радиаторы поступает пар низкого давления, при температуре 100° и конденсационная вода выходит также при температуре 100°, имеем среднюю температуру радиатора 100°.

Коэффициент теплопередачи от пара к воздуху через чугун 10, температура в помещении 13°, откуда поверхность нагрева радиаторов будет равна:

В приемной:

$$\frac{4854,5}{10 \cdot (100 - 13)} = 5,58 \text{ с округл. } 5,6 \text{ кв. м.}$$

В лаборатории, при тех же условиях и температуре в помещении 18°:

$$\frac{2264,65}{10 \cdot (100 - 18)} = 2,78 \text{ с округл. } 2,8 \text{ кв. м.}$$

В машинной:

$$\frac{7700}{10 \cdot (100 - 13)} = 8,86 \text{ с округл. } 9 \text{ кв. м.}$$

Полная потеря теплоты на отопление завода составляет:

$$4854,5 + 2264,65 + 7700 = 14.819,15 \text{ кал.}$$

Один килограмм пара при  $100^{\circ}$ , обращаясь в воду той же температуры, выделяет 537 кал., следовательно, часовой расход пара на отопление завода будет равен:

$$14819,15 : 537 = 27,6 \text{ кг пара.}$$

Если паровой котел с 1 кв. м поверхности нагрева дает 18 кг пара, то необходимая поверхность нагрева котла будет равна:

$$27,6 : 18 = 1,53 \text{ кв. м.}$$

Диаметр паровых труб, подводящих пар к отдельным комнатам, подбирается по таблице на стр. 75.

Для приемной комнаты, потребляющей в 1 час 4854,5 кал., при скорости пара 10 м/сек., диаметр паропроводной трубы будет равен 1 дюйму.

Для лаборатории, расходующей 2.264,65 кал., наиболее подходящей будет труба диаметром 0,5 дюйма.

Для машинной комнаты при 7.700,5 кал. берем трубу диаметром 1,25 дюйма. Общая магистраль для отопления от парового котла, как несущая 14.819,15 кал., должна быть в 1,5 дюйма.

Диаметры конденсационных труб определяются по паропроводным трубам; так, для приемной комнаты диаметр конденсационной трубы равен  $1 \times 0,7 \approx 0,75$  дюйма; для лаборатории — 0,75 дюйма и для машинной комнаты —  $1,25 \times 0,7 \approx 1$  дм.

### Расчет воздушного отопления

Расчет воздушного отопления состоит в определении следующих величин:

1. Потерь тепла на охлаждение отдельных помещений завода.
2. Объемов воздуха, вводимого в каждое помещение завода.
3. Поверхности нагрева калорифера.
4. Размеров приточных и вытяжных каналов.

При воздушном отоплении надо различать два случая: первый случай, когда отопление работает по схеме, изображенной на черт. 76, и второй случай, когда оно работает по схеме, изображенной на черт. 77.

Во втором случае калорифер должен дать только то количество теплоты, которое расходуется зданием вследствие теплопроводности.

В первом случае калорифер должен дать еще дополнительное тепло, нужное для согревания воздуха от наружной температуры до температуры помещения.

В целях обеспечения завода вентиляцией воздушную систему отопления следует строить из того расчета, что отопление работает по схеме 76 и весь воздух для отопления поступает с улицы.

Расчет потерь тепла на охлаждение помещений ведется так же, как это делается при расчете парового отопления.

Объем воздуха, вводимого в отдельные помещения завода, должен быть таков, чтобы воздух, охлаждаясь от температуры его при выходе из калорифера до температуры помещения, мог выделять в течение часа столько тепла, сколько за тот же период теряет помещение.

Зная температуру воздуха при входе его в помещение и температуру самого помещения, легко определить нужный объем воздуха из формулы:

$$Q = \frac{w}{(T - t) \cdot 0,306},$$

где  $Q$  — искомый объем воздуха;

$w$  — количество теплоты, термое помещением в 1 час;

$T$  — температура воздуха при входе в помещение, которая принимается в пределах  $40^\circ$ — $60^\circ$ ;

$t$  — температура помещения;

0,306 — объемная теплоемкость воздуха.

По условию расчета, воздух поступает в калорифер с улицы, при температуре  $T_0$ , следовательно, калорифер, в течении часа, для нагревания воздуха должен выделить:

$$N = 0,306 \cdot Q (T - T_0) \text{ кал.}$$

Поверхность нагрева калорифера определяется по формуле:

$$F = \frac{N}{k (T_1 - t_1)},$$

где  $F$  — поверхность нагрева калорифера,

$N$  — количество тепла, которое должен выделить калорифер в течение 1 часа;

$T_1$  — средняя температура калорифера;

$t_1$  — средняя температура воздуха, проходящего через калорифер.

Размеры приточных каналов определяются по формуле:

$$f = \frac{Q}{v \cdot 3.600},$$

где  $f$  — площадь поперечного сечения канала;

$Q$  — объем воздуха, проходящего по каналу в 1 час;

$v$  — скорость движения воздуха по каналу, которая принимается равной 0,75 м/сек. для первого этажа и 0,9 м/сек. — для второго этажа.

Пример. Предположим, что для завода, изображенного на чертеже 79, вместо парового отопления мы пожелаем сделать воздушное отопление.

Как уже было сказано выше, потери тепла заводом вычисляются так же, как при паровом отоплении, и выражаются следующими цифрами:

Для приемной 4.854,5 кал.

Для лаборатории 2.264,65 кал.

Для машинной 7.700 кал.

Объем воздуха, который нам нужно провести через калорифер, нагревая его до температуры 60°, будет равен:

Для приемной:

$$\frac{4854,5}{0,306 \cdot (60 - 13)} = 337 \text{ куб. м.}$$

Для лаборатории:

$$\frac{2264,65}{0,306 \cdot (60 - 18)} = 177 \text{ куб. м.}$$

Для машинной:

$$\frac{7700}{0,306 \cdot (60 - 13)} = 535 \text{ куб. м.}$$

что дает в сумме 1.049 куб. м.

Для нагревания 1.049 куб. м воздуха от температуры -20° до +60°, калорифер должен выделить в течении часа:

$$0,306 \cdot 1049 \cdot [60 - (-20)] = 25680 \text{ кал.}$$

Средняя температура пара в калорифере равна 100°; средняя температура воздуха равна  $\frac{60 + (-20)}{2} = 20^\circ$ , коэффициент теплопередачи берем 10, тогда поверхность нагрева калорифера равна:

$$\frac{25680}{10 \cdot (100 - 20)} = 32,1 \text{ кв. м.}$$

Площадь сечения приточного канала для приемной равна:

$$\frac{337}{0,75 \cdot 3600} = 0,125 \text{ кв. м.}$$

Для лаборатории:

$$\frac{177}{0,75 \cdot 3600} = 0,066 \text{ кв. м.}$$

Для машинной:

$$\frac{535}{0,75 \cdot 3600} = 0,2 \text{ кв. м.}$$

При огневом калорифере температуру первых дымооборотов можно принять 700° и последних 200°, тогда средняя температура калорифера будет равна:

$$\frac{700 + 200}{2} = 450^\circ.$$

При коэффициенте теплопередачи от воздуха (дыма) 5, поверхность нагрева огневого калорифера равна:

$$\frac{25680}{5 \cdot (450 - 20)} = 12 \text{ кв. м.}$$

### Отопление печами

Из всех систем отопления наибольшим распространением пользуется отопление печами, а потому на нем мы остановимся более подробно.

Действие печи состоит в том, что продукты горения, циркулируя по дымооборотам, нагревают стенки печей, а последние, вследствие лучеиспускания и конвекции, отдают свое тепло помещениям.

Печи для отопления устраиваются малой и большой теплосемкости. Печи малой теплосемкости преимущественно бывают металлические. Они быстро нагреваются сами и быстро нагревают помещения, но как только топка таких печей прекратилась, они быстро остывают, а следом за ними остывает и помещение. Печи большой теплосемкости нагреваются медленно, медленно нагревают помещения, но зато они долго сохраняют тепло и лишь постепенно отдают его окружающему воздуху.

Для маслодельных заводов более пригодными можно считать печи большой теплосемкости, из которых наибольшим распространением пользуются голландские печи—прямоугольные и угловые и печи круглые, иначе называемые—утермаркские.

Голландские печи устраиваются от четырех до восьми оборотов. Продукты горения, образовавшиеся в топливнике, поднимаются вверх по первому каналу, по второму каналу они опускаются вниз, по третьему снова поднимаются вверх и т. д. до выхода в дымоход.

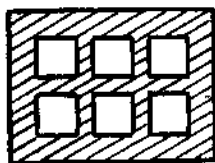
Внешние размеры в плане прямоугольных голландских печей обычно делаются от 90 до 110 см каждая сторона. Общая длина всех оборотов печи не должна быть более 14 м, иначе тяга из печи будет слаба.

Размеры топливника делаются по длине дров, но в длину не более 0,7 м. Ширина топливника делается по ширине дверец (около 30 см) и высота топливника в 1,5 раза выше дверец. Толщина стенок топливника голландских печей делается от 0,75 до 1 кирпича. Наружные стенки дымооборотов делаются из 0,5 кирпича, а внутренние перегородки между дымоходами—в 0,25 кирпича, т. е. кирпич на ребро.

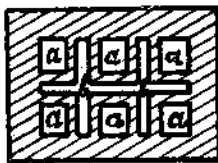
Голландские печи пользуются широким распространением, но не потому, что они обладают большими достоинствами, а лишь благодаря привычке к ним и простоте их устройства, не требующей особых знаний со стороны печников.

Главными недостатками голландских печей являются следующие:

1. Голландские печи имеют низкий коэффициент полезного действия.
2. Длинный путь продуктов горения ослабляет тягу.
3. Около первых дымооборотов печь нагревается сильнее, чем около последних.
4. Поверхность нагрева печи мала по сравнению со всею мас-сою печи.



Черт. 80.



Черт. 81.

Этот последний недостаток ясно виден из черт. 80, где шесть дымооборотов имеют 24 стенки, из которых только 10 прилегают к наружным стенкам печи и отдают свое тепло помещению, в то время как остальные 14 стенок остаются неиспользованными.

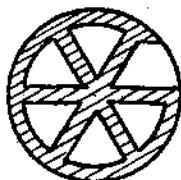
В улучшенных голландских печах между дымооборотами устраиваются особые камеры, через которые проходит воздух.

Воздух поступает в камеры через отверстия у основания печи и выходит в душники, расположенные сверху печи. Такие душники называются духовыми, в отличие от душников, которые соединяются непосредственно с дымоходами и называются жаровыми. Первые душники (духовые) могут быть открытыми все время, тогда как жаровые душники во время топки печи должны быть закрыты.

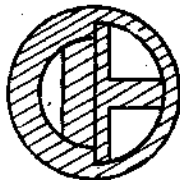
Устройство печи с камерами видно из черт. 81, где *a* — дымообороты и *b* — воздушные камеры. Воздух в камеры может вводиться не только из помещений завода, но и с улицы, что может служить и для вентиляции завода.

Утермаркские печи называются так по имени мастера Утермарка, впервые применившего их в России. По принципу действия они ничем не отличаются от голландских печей, но, благодаря тому, что они заключены в железный футляр, стенки утермаркских печей делаются тоньше стенок голландских печей и передача тепла от печи окружающему воздуху увеличивается.

Устройство утермаркской печи видно из черт. 82 и 83. Такие печи делаются диаметром до 0,7 м. Печи большего диаметра позволяют устраивать внутренние воздушные камеры, наподобие тех, которые делаются в голландских печах.



Черт. 82.



Черт. 83.

### Современные печи

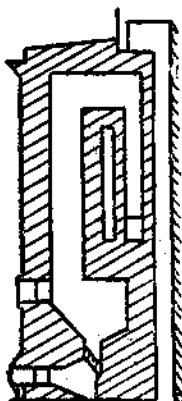
По мысли строителей голландских и утермаркских печей, дым должен был как можно дольше держаться внутри печи, проходя по дымооборотам попеременно вверх и вниз и отдавая свое тепло стенкам дымоходов.

Проф. Свиязев, Лукашевич и др., строго научно обследовав процесс горения, пришли к тому, что такой принцип устройства печей неверен и неэкономичен. Действительно, дым отдает свое тепло стенкам дымо-

ходов тогда, когда горение в печи происходит более или менее интенсивно, но по мере прогорания топлива, когда трубу закрыть еще нельзя, по дымооборотам движется много холодного воздуха, который и отнимает от стенок тепло, унося его в дымовую трубу, и печь охлаждается.

Естественным движением всяких нагретых газов является движение вверх, в то время как в оборотах печи газы несколько раз должны двигаться вниз.

При таком неестественном движении на стенках дымооборотов отлагается много сажи, которая затрудняет передачу тепла от дыма к стенкам печи, так как сажа принадлежит к материалам малотеплопроводным.



Черт. 84.

Устройство голландских печей без поддувала делает их еще более неэкономичными, потому что сгорание топлива происходит не одновременно. В то время, когда дрова сверху уже прогорели, внизу горение еще не начиналось.

Исходя из этих соображений, современные печи большой теплоемкости строятся с малым количеством оборотов, с наклонным подом и точно рассчитанным отверстием поддувала. Лучшее печью в настоящее время считается печь проф. Лукашевича, имеющая следующее устройство (черт. 84). Внизу печи делается поддувало с дверкою, площадью 200—280 кв. см. Поддувало расширяется вглубь печи и там, где оно переходит в топливник, вставляется чугунная решетка длиной 35—40 см и шириною 20—25 см. Размеры поддувала и решетки весьма важны для правильности сгорания топлива и должны быть точно рассчитаны. Верхний ряд топливника выкладывается из огнеупорного кирпича. Продукты горения выходят из топливника по каналу, начинающемуся в передней части свода. Вверху печи канал разделяется на 2 части,

по которым продукты горения опускаются вниз и выходят в дымовую трубу. Между дымооборотами *a* имеется воздушная камера *c*, в которую подводится воздух из помещения или с улицы. Для увеличения поверхности нагрева печи можно увеличить число нисходящих каналов, восходящий же канал всегда остается один.

Печи следовало бы ставить около наружных стен, от которых помещения охлаждаются больше всего, но установка печей около наружных стен создает целый ряд неудобств, и потому печи всегда устанавливаются около внутренних стен. Печь не следует ставить вплотную к стене, потому что часть поверхности нагрева печи в этом случае будет пропадать. Обычно печи делаются в стенных проемах с тем, чтобы одна печь могла согреть смежные помещения.

Полезное действие голландских печей около 20% и редко, при тщательной работе, до 30%.

Смотря по расположению комнат и числу окон одна голландская печь о 6 оборотах может согреть от 100 до 180 куб. м емкости помещения.

При кладке всякого рода печей должны быть соблюдены следующие условия:

Топливник должен быть выложен такой высоты, чтобы над топливом до свода оставалось не менее 30 см, иначе пламя из печи будет выбрасываться в помещение.

Площадь сечения подъемных дымоходов должна быть не менее площади сечения дымовой трубы, а площадь сечения опускающих колодцев—в полтора раза более площади сечения дымовой трубы.

Печи делаются из красного кирпича, на чистой, хорошо проматой, не слишком жирной глине, смешанной с чистым мелким песком и водою.

Чем тоньше шов между кирпичами, тем прочнее получается печь, а чтобы получить тонкий шов, кирпич следует хорошо вымочить в воде перед тем, как положить его на место. Положив кирпич на место, его нужно крепко прижать к предыдущему ряду и двигать вперед и назад по глине до получения возможно тонкого слоя глины между рядами. Только при хорошо смоченных кирпичах можно получить тонкий шов, а это есть главное условие прочности печи. Обычные возражения печников, что много мочить кирпич плохо, не следует принимать во внимание.

Облицовка печи изразцами уменьшает ее теплоотдачу.

Для устройства в нижнем этаже под печи и коренные трубы фундаментов, с выемкой и уборкой земли, по § 449 Урочн. Пол. на куб. м бута полагать:

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| Печников .....                      | 1,11 |
| Бутового камня, куб. м.....         | 1,11 |
| Раствора известкового, куб. м ..... | 0,38 |

Для кладки, при готовом фундаменте и трубе, о шести оборотах прямоугольной печи длиной 1,24 м, шириною 0,9 м, высоту 2,85 м, с постановкою приборов, по § 456 Урочн. Пол.:

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| Печников .....                      | 7,66 |
| Кирпича с изломом, шт. ....         | 910  |
| Глины и песку, куб. м по .....      | 1,1  |
| Проволоки печной, кг .....          | 1,23 |
| Гвоздей брусковых 150 мм, шт. ....  | 100  |
| Полос железных две, кг .....        | 1,64 |
| Вьюшек с прибором.....              | 1    |
| Дверец топочных и трубных пар ..... | 1    |
| Гвоздей штукатурных, шт. ....       | 20   |

Для сделания утермаркской печи в железном футляре, по § 460 Урочн. Пол. на куб. м:

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| Печников .....              | 4,2  |
| Кирпича, шт. ....           | 318  |
| Глины и песку, куб. м ..... | 0,36 |

|                                           |       |
|-------------------------------------------|-------|
| Кровельщиков на 1 кв. м поверхности печи. | 0,36  |
| Маларов.....                              | 0,044 |
| Железа метрового, листов.....             | 1,3   |
| Приборы по действительной потребности.    |       |

Для кладки всякого рода очагов с постановкою приборов по § 453 Урочн. Пол. на 1 куб. м без исключения пустот:

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| Печников.....                    | 4,5  |
| Кирпича, шт.....                 | 318  |
| Глины и песку, куб. м, по.....   | 0,39 |
| Гвоздей брусовых 150 мм, шт..... | 36   |
| Проволоки печной, кг.....        | 0,45 |
| Приборы по потребности.          |      |

На выведение коренных труб при толщине стенок и перегородок между дымами в полкирпича, по § 447 Урочн. Пол. на 1 пог. м трубы:

|                                | в 1 дым | в 2 дыма | в 3 дыма |
|--------------------------------|---------|----------|----------|
| Печников.....                  | 0,62    | 1,03     | 1,41     |
| Глины и песку, куб. м, по..... | 0,096   | 0,164    | 0,23     |
| Кирпича с изломом.....         | 89      | 156      | 223      |

В местах соприкосновения дымовых труб с деревянными частями здания должны быть устроены разделки, с таким расчетом, чтобы от дыма до дерева было не менее 40 см.

На устройство разделок по § 448 Урочн. Пол. на каждый дым с одной стороны:

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| Печников.....             | 0,4—0,5 |
| Войлоков, кв. м.....      | 0,6     |
| Гвоздей шурупных, шт..... | 10      |

На устройство всякого рода других печей, к устройству которых печники еще не привыкли, можно полагать на каждые 100 кирпичей в деле печников 0,8—1,2, материал же исчисляется применительно к предыдущим параграфам.

### Котлы для нагревания молока

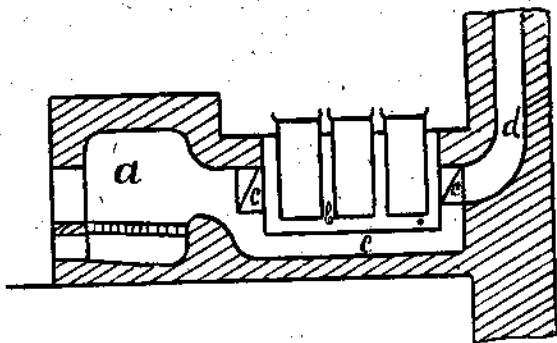
Особо от печей для отопления стоят котлы-коробки, которые являются неременной принадлежностью ручных маслодельных заводов и служат для подогревания молока, пастеризации сливок и получения горячей воды. В большинстве случаев котлы-коробки устраиваются самым примитивным способом. Топливник обычно делается непосредственно под котлом. Продукты горения охватывают сначала дно котла, потом обходят котел с боков по боковым дымооборотам и выпускаются в дымовую трубу. Котлы, устроенные по такой системе, всегда требуют большого количества топлива и частого ремонта.

Большой расход топлива вызывается тем, что топливник имеет незначительную высоту и продукты горения, еще недостаточно хорошо перемешавшись с воздухом, встречают на своем пути холодное дно котла и преждевременно охлаждаются, не успев развить достаточно высокой

температуры. Получается неполное сгорание топлива, а следовательно, и неэкономное его расходование. Кроме того, не вполне сгоревшие продукты оседают на котле в виде толстого слоя сажи, вследствие чего теплопроводность стенок котла уменьшается и дымоходы быстро засоряются.

Устройство топливника непосредственно под котлом делает все сооружение очень высоким, а это затрудняет работу по подогреванию молочных продуктов. Топливник делается чаще всего с горизонтальным подом и без поддувала, тогда как наклонный под и поддувало дают экономии в топливе до 15%, но эти приспособления сделали бы котел еще более высоким.

Во избежание указанных недостатков, топливник следует делать не под котлом, а рядом с ним. В этом случае топливник перекрывается обыкновенным кирпичным сводом и продукты горения соприкасаются сверху не с холодным дном котла, а с раскаленным и нетеплопроводным кирпичным сводом. Продукты горения достаточно хорошо перемешиваются с воздухом и при высокой температуре поступают в дымоходы вокруг котла. Котел получается более низкий, чем в предыдущем случае,



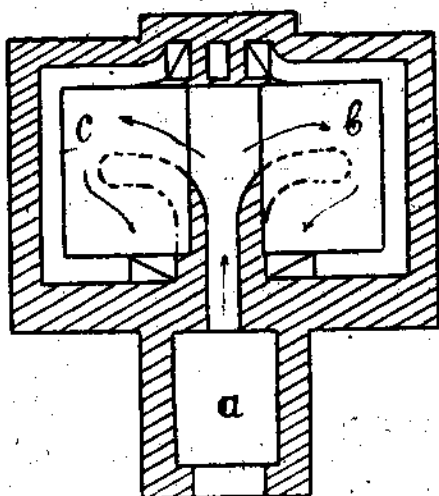
Черт. 85.

что облегчает работу по подогреванию молока и пастеризации сливок. Устройство такого котла видно из черт. 85, где *a* — топливник, *b* — котел, *сс* — дымоходы и *d* — дымовая труба. К недостаткам этого типа котла можно отнести то, что он занимает в плане сравнительно много места. Иногда водою из котла пользуются для мытья посуды, что, конечно, недопустимо. Для мытья посуды нужна совершенно чистая вода, а если в ней происходит подогревание молока, она не может быть чистой.

В самом деле, ушатики, в которых происходит подогревание молока, перед тем как их поставить в котел, стоят на полу и к ним пристаёт грязь. В котле эта грязь смывается водою и постепенно накапливается на дне котла. Во время кипения воды грязь поднимается кверху и вместе с водою попадает в баки для мытья посуды, а оттуда и на самую посуду.

Чаще всего для получения горячей воды в котел ставят ушатики с чистою водою, но этот способ довольно трудоемкий и неэкономный, а потому для получения горячей воды лучше всего сделать небольшие дополнительные приспособления, которые давали бы возможность получить для завода чистую горячую воду вне того котла, в котором

происходит подогревание молока. Этого можно достигнуть установкою второго котла, подогреваемого тою же топкою. Продукты горения при

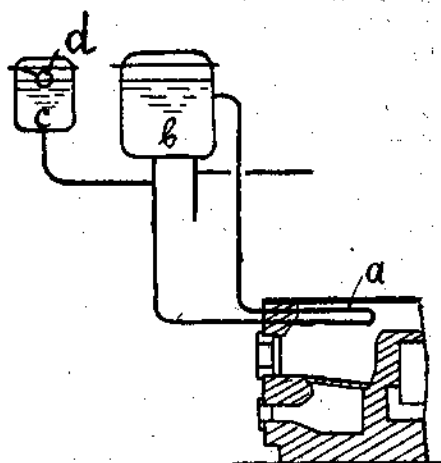


Черт. 86.

затем пускаются из топливника так, что они обогрывают котлы последовательно или параллельно. Горячие газы, идущие из топливника, при последовательном нагревании омывают сначала один котел, в котором происходит подогревание молока, а потом другой, предназначенный для получения горячей воды. При параллельной установке котлов продукты горения разветвляются сразу по выходе из топливника, причем часть их направляется по дымооборотам вокруг котла для подогревания молока, а часть — по дымооборотам котла для подогревания горячей воды. Установкою соответствующих задвижек можно регулировать силу нагрева того и другого котла, или совершенно

выключить один из котлов. Схема всего устройства видна из черт. 86, где a — топливник, b — котел для подогревания молока и c — котел для подогревания воды. Такой двойной котел занимает в плане еще более места, чем в предыдущем случае.

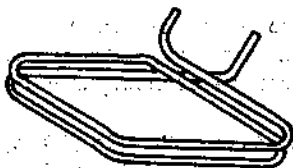
В целях экономии места, котел для получения горячей воды можно не вмазывать в печь, а заменить его простым железным или деревянным баком, который может быть установлен на стенных кронштейнах, под потолком завода, при чем горячую воду можно развести железными трубами во все помещения завода. Для подогревания воды в баке, установленном отдельно от котла, в топливник вделывается железная труба, изогнутая в виде змеевика с одним или двумя оборотами. Нижний конец змеевика соединяется с дном бака, а верхний конец змеевика — с верхней частью бака. Более холодная вода из нижней части бака



Черт. 87.

будет поступать в змеевик, и нагреваясь в змеевике, будет подниматься вверх. Благодаря такой циркуляции вся вода в баке быстро нагреется. По мере расходования горячей воды из бака, убыль воды в нем пополняется путем доливания бака из ведер или автоматически из общего водонапорного бака завода.

При автоматическом пополнении бака, труба, подающая холодную воду, снабжается автоматическим клапаном, который открывается и пропускает воду тотчас же, как только уровень воды в баке понизился. Такие клапаны, или так называемые шаровые краны, быстро портятся, если они работают в воде, которая периодически нагревается и охлаждается. Во избежание быстрой порчи клапана прибегают к устройству дополнительного бака, в котором и устанавливается клапан и все устройство принимает вид, указанный на черт. 87, где



Черт. 88.

*a* — змеевик, *b* — бак для горячей воды, *c* — дополнительный бак, *d* — автоматический клапан.

Змеевик делается из железных труб, диаметром в 1—1,5 дюйма, и выгибается из цельной трубы или собирается из отдельных кусков, соединенных между собою фасонными частями (черт. 88 и 89).

Трубы, составляющие змеевик, должны иметь постоянный подъем от трубы, подводящей воду к змеевику, к трубе, отводящей воду из змеевика. При ином устройстве, а особенно при коленях, обращенных вверх, правильность циркуляции воды нарушается, и змеевик не выполняет своего назначения.



Черт. 87.

### Вентиляция

Под словом вентиляция подразумевают обновление воздуха в помещениях с целью поддержания необходимой чистоты воздуха и удаления из помещений излишней влажности.

Вентиляция бывает естественная и искусственная.

Под естественной вентиляцией понимается тот обмен воздуха, который происходит через поры (но не через щели и отверстия) материалов, из которых сделаны стены здания. Обмен воздуха при естественной вентиляции зависит от многих причин и колеблется в широких пределах, например: кирпичная стена через 1 кв. м поверхности, при разнице температур с той и другой стороны стены в 1°, в течение 1 часа при разных внешних условиях пропускает от 0,2 до 12 куб. м воздуха. Влажность стен уменьшает их проницаемость; стены, напитанные водою или окрашенные масляною краскою, совершенно не проницаемы для воздуха.

В настоящее время естественной вентиляции придается весьма мало значения и всюду, где вентиляция необходима, устраивается искусственная вентиляция.

Искусственная вентиляция может быть выполнена двумя способами. При первом способе чистый воздух нагнетается в вентилируемое помещение. Благодаря нагнетанию, упругость воздуха в данном помещении увеличивается, и воздух выходит из помещения по каналам, устроенным специально для этой цели.

Второй способ вентиляции состоит в том, что испорченный воздух высасывается из вентилируемого помещения и потому в последнем получается некоторое разрежение, которое способствует поступлению свежего воздуха.

Тот и другой способ мало удовлетворительны, потому что при увеличении упругости воздуха в каком-либо отдельном помещении испорченный воздух может выходить не только через назначенные для этого каналы, но и в соседние помещения, которые также нуждаются в чистом воздухе.

При разрежении воздуха в каком-либо отдельном помещении туда может поступать не только чистый воздух, но и воздух из соседних комнат, где он может быть не менее испорченным, чем в вентилируемом помещении.

Наиболее рациональной системой вентиляции будет смешанная система, где чистый воздух нагнетается в помещение, а испорченный воздух высасывается из него. Количество нагнетаемого и высасываемого воздуха уравнивается точными расчетами, и регулирование такой системы вентиляции не представляет затруднений.

Всякий маслодельный завод должен быть обеспечен вентиляцией, которая не зависела бы от внешних условий и могла быть пущена в ход во всякое время. Несмотря на такое категорическое требование, большинство маслодельных заводов обслуживается лишь естественной вентиляцией, которая в условиях работы маслодельного завода не имеет никакого значения, потому что стены заводов очень часто бывают влажны.

Простейшее вентиляционное приспособление состоит в устройстве форточек в окнах завода, но пользование форточками в холодное время возможно только периодически, во избежание сильного охлаждения помещений и опасности для здоровья работающих в заводе людей.

Форточки или открытые окна могут обслужить завод вентиляцией в летнее время, но они не могут дать нужных результатов во все времена года, а потому во всяком маслодельном заводе должна быть устроена правильная и постоянно действующая искусственная вентиляция.

Для осуществления движения воздуха при искусственной вентиляции необходима какая-то сила, которая заставляла бы воздух двигаться в определенном направлении. Эта сила может быть получена или путем подогревания воздуха или путем механического воздействия на него.

Механическое побуждение движения воздуха может быть осуществлено только там, где имеется источник механической силы, и устройство правильно действующей вентиляции в этом случае не представляет затруднений.

Что касается тех заводов, где нет механического двигателя, то для приведения в движение воздуха может быть применено только нагревание его, причем движение воздуха здесь происходит вследствие различной плотности теплого и холодного воздуха.

### Нагнетательная вентиляция

Движение воздуха при нагнетательной вентиляции может быть осуществлено посредством нагревания его в воздушных камерах улучшенных голландских печей (см. „Отопление печами“), причем камеры для целей вентиляции соединяются с наружным воздухом посредством особых каналов.

Через камеры голландских печей можно подать только незначительное количество воздуха, а потому для обеспечения завода притоком свежего воздуха в достаточном количестве и во всякое время приходится устраивать приточную вентиляционную камеру, с установленным в ней огнем или паровым калорифером, как это делается при воздушном отоплении (черт. 76 стр. 70).

При наличии в заводе механической силы, для более интенсивной подачи воздуха, в камере устанавливается вентилятор. В этом случае все каналы *b, b* — имеют один общий выход из камеры, в котором и устанавливается вентилятор, после чего каналы расходятся в каждое отдельное помещение.

При движении воздуха исключительно вследствие нагревания одна камера может обслужить помещения, находящиеся от нее не далее 8 м, считая расстояние по горизонтали.

Расположение приточных отверстий в помещениях зависит от температуры притекающего воздуха. Если температура входящего воздуха выше температуры воздуха в помещении, то каналы следует располагать возможно ниже. Если температура входящего воздуха ниже комнатной, то каналы следует располагать под потолком.

### Вытяжная вентиляция

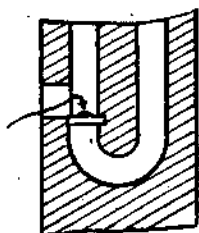
Воздух, притекающий в помещение, при нагнетательной вентиляции не может быть нагрет до высокой температуры, а потому и напор его не может быть значительным.

В более благоприятных условиях в этом отношении находится вытяжная вентиляция, где воздух, выходящий наружу, может быть нагрет до высокой температуры. Благодаря большой разнице температур в вытяжном канале и наружного воздуха напор получается сильнее

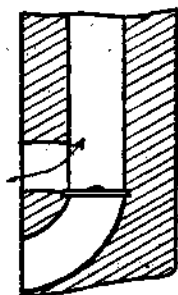
и в маслодельных заводах без механического двигателя вытяжную вентиляцию следует предпочесть нагнетательной.

Простейшее приспособление для вытяжной вентиляции состоит в использовании дымовых труб отопительных печей в качестве вытяжных каналов.

Дым после обхода всех дымооборотов печи может быть выпущен в дымовую трубу „на вьюшку“ (черт. 90), или под вьюшку (черт. 91).



Черт. 90.



Черт. 91.

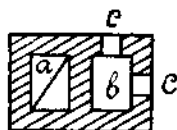
Дымовая труба по окончании топки печи в первом случае разбывается закрытой вьюшкой с печью и с помещением. Во втором случае, по окончании топки печи, дымовую трубу можно пользоваться в целях вентиляции, открывая вьюшечную дверцу. Вентиляция через дымовую трубу тотчас по окончании

топки печи действует достаточно энергично, но по мере остывания трубы действие вентиляции быстро ослабевает.

Вентиляция должна действовать наиболее интенсивно в тот период когда в заводе происходит наиболее интенсивная работа, но топка печей не всегда может производиться так, чтобы окончание топки совпадало с периодом наиболее интенсивной работы в заводе. Кроме того, топка печей производится не каждый день и потому эта система не может обеспечить собою правильный обмен воздуха.

Для обеспечения правильного обмена воздуха действие вентиляции пужно связывать с постоянно действующими печами завода, а такую печь в ручных маслодельных заводах будет котел-коробка.

Один из способов использования котла-коробки в целях вентиляции состоит в том, что рядом с дымовым каналом от котла делается второй канал (черт. 92), который отделяется от дымового канала тонкою кирпичною или железною стенкою. Продукты горения, идущие по дымовому каналу *a*, нагревают стенку, разделяющую каналы. Стенка передает свою теплоту воздуху в вытяжном канале *b*, благодаря чему воздух в канале поднимается вверх и выходит наружу. Взамен ушедшего в канал поступает воздух из помещений завода через отверстия *c* в стенках вытяжного канала.

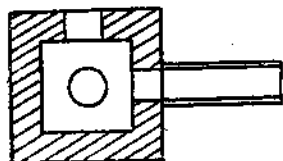
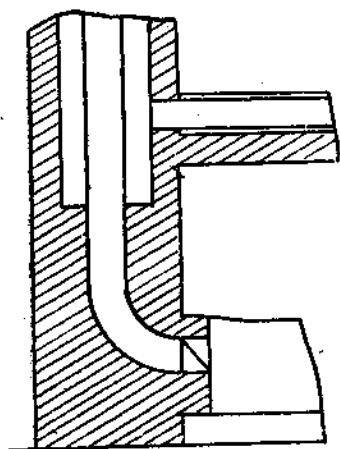


Черт. 92.

Такое устройство пригодно лишь для небольших объемов извлекаемого воздуха. При значительных объемах вентилируемых помещений следует увеличить передачу тепла от продуктов горения к извлекаемому воздуху и тем самым усилить тягу в вытяжном канале.

Для этого дымовая труба от котла делается шире, чем это нужно для прохода дыма. Внутри дымовой трубы, на всю ее высоту, вста-

вляется железная или чугунная труба, по которой и направляются продукты горения от котла. Промежуток между наружной стенкой железной трубы и кирпичными стенками служит в качестве вытяжного канала для извлекаемого воздуха. К этому общему вытяжному каналу по чердаку, или под потолком, подводятся все вытяжные каналы, вытягивающие воздух из отдельных помещений завода (черт. 93).



Черт. 93.

звляющие регулировать вентиляцию в каждом отдельном помещении завода.

Если наряду с вытяжной вентиляцией, завод оборудован и нагнетательной вентиляцией, получается смешанная система, которая является наиболее рациональной из всех систем вентиляции.

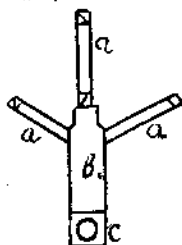
### Расчеты вентиляции

Количество воздуха, подлежащее обмену в 1 час, рассчитывается или на каждого человека, постоянно находящегося в данном помещении, или по объему самого помещения.

Число людей в рабочих комнатах завода обычно бывает незначительно, а потому расчет вентиляции отдельных комнат следует вести по их объему.

Для поддержания нужной чистоты воздуха и удаления излишней влажности из рабочих помещений завода необходимо сменить воздух не менее 2—3 раз в течении каждого часа работы завода.

Вытяжные каналы делаются из досок в 1,5" толщиной, внутри обшиваются железом или толем, а снаружи обшиваются войлоком и оштукатуриваются. Общий вид каналов, идущих по чердаку, изображен на черт. 94, где *a, a* — каналы из отдельных помещений, *b* — сборный канал, *c* — вытяжная шахта.



Черт. 94.

Для больших заводов можно принять следующие данные:

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| Приемная . . . . .       | 3—5 |
| Пастеризационная . . . . | 3—5 |
| Маслодельная . . . . .   | 2   |
| Контора . . . . .        | 1—2 |
| Раздевальня . . . . .    | 2—3 |
| Уборная . . . . .        | 3—5 |

Расчеты вентиляции состоят из определения количества извлекаемого воздуха, размеров приточных и вытяжных каналов, количества тепла, нужного для подогревания воздуха и определения поверхности нагрева калориферов или мощности вентиляторов.

Количество извлекаемого воздуха определяется произведением объема помещения на многократность обмена в 1 час.

Расчет площадей сечения приточных и вытяжных каналов ведется по той же формуле, по которой рассчитываются приточные и вытяжные каналы для воздушного отопления:

$$f = \frac{Q}{v \cdot 3600}$$

причем скорость движения воздуха  $v$  для вентиляции принимается — 0,8—1 м/сек. в приточных и вытяжных каналах при движении воздуха вследствие подогревания и 2—3 м/сек. — при движении под действием вентилятора.

Поверхность нагрева калориферов определяется так же, как и для воздушного отопления, с той разницею, что при вентиляции не приходится определять количество воздуха, потому что здесь оно задается объемом вентилируемого помещения и многократностью обмена, причем воздух подогревается в приточных камерах лишь до температуры помещений.

При вытяжной вентиляции для получения необходимого напора достаточно нагреть извлекаемый воздух на 20° выше наружной температуры. Потребное для этого количество тепла —  $K$  будет равно:

$$K = Q \cdot 0,306 (T - t)$$

где  $Q$  — объем воздуха в куб. м,

0,306 — объемная удельная теплота воздуха,

$T$  — температура извлекаемого воздуха,

$t$  — наружная температура.

Один квадратный метр поверхности нагрева железной трубы, указанной на черт. 93, может выделить до 2.000 единиц тепла в 1 час, откуда нужная поверхность нагрева такой трубы

$$F = \frac{K}{2000}$$

При подогревании извлекаемого воздуха паровым калорифером расчеты его поверхности нагрева ведутся, как и при воздушном отоплении.

Пример. Предположим, что нам нужно устроить вытяжную вентиляцию, действующую подогреванием воздуха, посредством трубы от котла-коробки, как указано на черт. 93.

Маслодельный завод состоит из трех комнат — объемом в 100, 300 и 200 куб. м.

Принимая двукратный обмен воздуха в течении 1 часа, получаем соответствующие объемы вытягиваемого воздуха:  $100 \times 2 = 200$ ;  $300 \times 2 = 600$  и  $200 \times 2 = 400$  куб. м.

Задавшись скоростью воздуха в вытяжных каналах в 1 м получаем площадь сечения канала:

для первой комнаты:

$$f_1 = \frac{200}{1.3600} = 0,055 \text{ кв. м.}$$

для второй комнаты:

$$f_2 = \frac{600}{1.3600} = 0,167 \text{ кв. м.}$$

для третьей комнаты:

$$f_3 = \frac{400}{1.3600} = 0,111 \text{ кв. м.}$$

Площадь сечения общего вытяжного канала будет равна:

$$f = 0,055 + 0,167 + 0,111 = 0,333 \text{ кв. м.}$$

Берем наименее благоприятные условия для вентиляции, когда температура в помещениях равна температуре наружного воздуха. Тогда, для получения необходимого напора, воздух в вытяжном канале следует нагреть на  $20^\circ$  и количество теплоты, необходимое для нагревания воздуха будет равно:

$$K = Q \cdot 0,306 \cdot 20 = (200 + 600 + 400) \cdot 0,306 \cdot 20 = 7344 \text{ кал.}$$

Поверхность нагрева трубы

$$F = \frac{7344}{2000} = 3,672 \text{ кв. м}$$

Принимая диаметр трубы равным 0,3 м, получаем ее высоту

$$H = \frac{3,672}{\pi d} = 3,9 \text{ м}$$

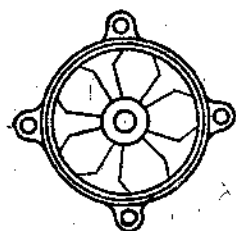
Как уже было сказано выше, высота трубы считается от точки ввода в нее воздуха до верха трубы.

Общая площадь вертикального канала, с заключенной в нем железною трубою будет равна:

$$f + \frac{\pi d^2}{4} = 0,333 + \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 0,403 \text{ кв. м}$$

При наличии в заводе механической силы движение воздуха по вентиляционным каналам производится посредством вентиляторов.

Вентилятор устанавливается в общем сборном канале и приводится в движение от трансмиссии или электромотора. Расчеты площадей сечения воздухопроводных каналов ведутся здесь по тем же формулам, но скорость движения воздуха, приводимого в движение вентилятором, может быть принята равной 2—3 м.



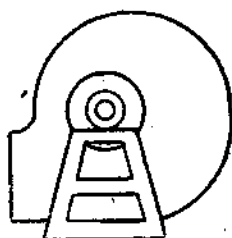
Черт. 95.

По своей конструкции вентиляторы разделяются на два типа: винтовые (черт. 95) и центробежные (черт. 96). Винтовые вентиляторы применяются в небольших системах, где воздухопроводные каналы не слишком длинны, потому что напор воздуха, даваемый винтовым вентилятором, не превышает 15 мм водяного столба.

Центробежные вентиляторы дают значительный напор воздуха и применяются там, где необходимо преодолеть большие сопротивления, и при длинных воздухопроводных каналах.

Для маслодельного завода пригодны как те, так и другие вентиляторы, но следует отдать предпочтение центробежному вентилятору как дающему больший напор.

Те и другие вентиляторы изготовляются в Москве заводом „Красная Пресня“ и имеют следующие размеры и производительность:



Черт. 96.

#### Винтовые вентиляторы

| № вентилятора и диаметр крыла | Число оборотов, в минуту | Производительность, в куб. м, в минуту | Л. С. | № вентилятора и диаметр крыла | Число оборотов, в минуту | Производительность, в куб. м, в минуту | Л. С. |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-------|
| № 2,5/318 мм                  | 1.000                    | 31                                     | 0,06  | № 3/381 мм                    | 800                      | 42                                     | 0,07  |
|                               | 1.100                    | 34                                     | 0,08  |                               | 900                      | 48                                     | 0,10  |
|                               | 1.200                    | 37                                     | 0,10  |                               | 1.000                    | 53                                     | 0,15  |
|                               | 1.300                    | 40                                     | 0,11  |                               | 1.100                    | 59                                     | 0,20  |
|                               | 1.400                    | 43                                     | 0,15  |                               | 1.200                    | 65                                     | 0,25  |
|                               | 1.500                    | 46                                     | 0,20  |                               | 1.300                    | 70                                     | 0,30  |
|                               | —                        | —                                      | —     |                               | 1.400                    | 76                                     | 0,40  |
|                               | —                        | —                                      | —     |                               | —                        | —                                      | —     |
| № 4/508 мм                    | 500                      | 63                                     | 0,07  | № 5/635 мм                    | 400                      | 100                                    | 0,10  |
|                               | 600                      | 76                                     | 0,15  |                               | 500                      | 126                                    | 0,20  |
|                               | 700                      | 90                                     | 0,20  |                               | 600                      | 151                                    | 0,35  |
|                               | 800                      | 103                                    | 0,30  |                               | 700                      | 175                                    | 0,50  |
|                               | 930                      | 115                                    | 0,40  |                               | 800                      | 200                                    | 0,70  |
|                               | 1.000                    | 129                                    | 0,50  |                               | 900                      | 226                                    | 1,00  |
|                               | 1.100                    | 141                                    | 0,70  |                               | 1.000                    | 252                                    | 1,50  |
|                               | 1.200                    | 154                                    | 0,85  |                               | 1.100                    | 276                                    | 2,00  |

Центробежный вентилятор среднего давления. Завод „Красная Пресня“.

| №   | Диаметр крыла<br>в мм | Размер<br>шкива в мм |      | Производи-<br>тельность<br>в куб. м/час | Число оборотов и расход сил при работе<br>против сопротивлений: |               |                     |               |
|-----|-----------------------|----------------------|------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|---------------|
|     |                       | Диам.                | Шир. |                                         | в 20 мм вод. столба                                             |               | в 30 мм вод. столба |               |
|     |                       |                      |      |                                         | Число<br>оборотов                                               | Расход<br>сил | Число<br>оборотов   | Расход<br>сил |
| 2   | 200                   | 100                  | 50   | 1.370— 1.830                            | 1.400— 1.600                                                    | 0,24—0,42     | 1.580—1.780         | 0,31—0,51     |
| 3   | 300                   | 150                  | 75   | 3.100— 4.140                            | 940—1.070                                                       | 0,54—0,96     | 1.050—1.180         | 0,70—1,16     |
| 4   | 400                   | 200                  | 100  | 5.500— 7.340                            | 710— 800                                                        | 0,96—1,70     | 790— 885            | 1,24—2,08     |
| 5   | 500                   | 250                  | 125  | 8.600—11.500                            | 565— 640                                                        | 1,50—2,65     | 630— 710            | 1,94—3,23     |
| 6,5 | 650                   | 325                  | 160  | 14.500—19.400                           | 435— 495                                                        | 2,50—4,50     | 485— 545            | 3,30—5,42     |
| 8   | 800                   | 400                  | 180  | 22.200—29.600                           | 355— 400                                                        | 3,90—6,80     | 395— 440            | 5,00—8,00     |

По приведенным таблицам подобрать нужный вентилятор не представляет затруднений.

Для нашего случая наиболее подходящими вентиляторами будут: винтовой № 2,5 или центробежный № 2.

Количество энергии, нужное для приведения в движение вентилятора, указано в таблице, но для предварительных расчетов оно может быть определено по формуле:

$$N = \frac{0,0000048 \cdot Q \cdot M}{(1 + \alpha t) \cdot \eta},$$

где  $Q$  — объем воздуха в куб. м;

$M$  — высота подъема воздуха;

$t$  — температура извлекаемого воздуха;

$\alpha$  — коэффициент объемного расширения воздуха;

$\eta$  — коэффициент, который колеблется в пределах 0,2—0,4 для винтовых вентиляторов и 0,3—0,6 для центробежных вентиляторов.

О вентиляции холодильных помещений будет сказано ниже.

### Водоснабжение

Не всякая вода пригодна для нужд маслодельного завода, а потому она обязательно должна быть исследована лабораторным путем. По проф. Кочергину лишь та вода пригодна для нужд завода, которая:

1. Совершенно бесцветна.
2. " прозрачна.
3. " без запаха.
4. Без постороннего вкуса.

5. Не содержит азотистой кислоты и имеет только следы аммиака.
6. Содержит очень небольшое количество микроорганизмов.
7. Имеет растворимых твердых веществ не более 0,5 г на л.
8. Содержит органических растительных веществ не более 0,05 г на л.
9. Азотной кислоты не более 0,015 г
10. Хлора " " 0,025 "
11. Серной кислоты " " 0,08 "
12. Магнезии " " 0,04 "

По Лаутервальду литр воды должен содержать в себе не больше, чем:

- 1) 0,01 г марганцево-кислого кали.
- 2) 0,50 " остатков от перегонки.
- 3) 0,02 " хлора.
- 4) 0,005 " азотно-кислой соли.

Других твердых норм воды, годной для маслоделия, пока не установлено и судить о качестве воды вообще можно лишь по тем нормам, которые приняты для питьевой воды.

Но и нормы для питьевой воды, принятые в разных странах, иногда значительно разнятся между собою. Так, например, Брюссельская комиссия установила следующие нормы оценки воды на Европейском континенте:

| Состав питьевой воды               | Брюссельская комиссия | Нормы Паркса |
|------------------------------------|-----------------------|--------------|
|                                    | Миллиграммы на литр   |              |
| Плотный остаток . . . . .          | 500                   | 858          |
| Органических веществ . . . . .     | 50                    | 22           |
| Ангидрида серной кислоты . . . . . | —                     | 111,5        |
| Хлора . . . . .                    | 2—8                   | 87           |
| Аммиака . . . . .                  | Не должно быть        |              |
| Азотистой кислоты . . . . .        | Не должно быть        |              |

Рядом с Брюссельскими нормами приведены нормы Паркса, принятые в Англии. Из сравнения этих двух норм видно, что вода, признаваемая в Англии годной по плотному остатку, хлору и серной кислоте, должна быть признана неудовлетворительной по Брюссельским нормам. Наоборот, вода годная на континенте по органическим веществам, признается в Англии неудовлетворительной.

В 1885 г. для Франции были приняты следующие нормы:

| Состав питьевой воды           | Миллиграммы на литр |            |                     |           |
|--------------------------------|---------------------|------------|---------------------|-----------|
|                                | Вода чистая         | Допустимая | Подозри-<br>тельная | Плохая    |
| Хлора . . . . .                | менее 15            | менее 40   | 50—100              | более 100 |
| Серного ангидрида . . . . .    | 2—5                 | 5—30       | более 30            | " 50      |
| Органических веществ . . . . . | 15                  | менее 40   | 40—70               | " 100     |
| Жесткость общая . . . . .      | 5°—15° фр.          | 15°—20°    | более 30°           | " 100°    |
| После кипячения . . . . .      | 2—5                 | 5—12       | 12—18               | " 30      |

Из этой таблицы видно, что вода, признанная годною Брюссельской комиссией и нормами Паркса, относится французскими нормами к разряду несовсем чистой и даже подозрительной.

Из других норм более заслуживают внимания нормы Тимана и Гертнера, а также нормы Рейхардта, приводимые ниже.

По Тиману и Гертнеру в одном литре хорошей воды для питья содержится:

|                                                      |                        |         |                                  |
|------------------------------------------------------|------------------------|---------|----------------------------------|
| Сухого остатка . . . . .                             | не более               | 500 мг  |                                  |
| Органических веществ . . . . .                       | "                      | 40—50   | " (8—10 марганц.-калиевой соли). |
| Окси кальция и магния . . . . .                      | "                      | 180—200 | " (20 нем. град.)                |
| Хлора . . . . .                                      | "                      | 20—30   | "                                |
| Серной кислоты (SO <sub>3</sub> ) . . . . .          | "                      | 80—100  | "                                |
| Азотной " (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . . . | "                      | 5—15    | "                                |
| Аммиака . . . . .                                    | крайне ничтожные следы |         |                                  |
| Азотистой кислоты . . . . .                          | "                      | "       | "                                |

#### Нормы Рейхардта

|                                |            |       |
|--------------------------------|------------|-------|
| Сухого остатка . . . . .       | 100—500 мг | на л  |
| Извести . . . . .              | 100—200    | " " " |
| Азотной кислоты . . . . .      | 4          | " " " |
| Органических веществ . . . . . | 10—50      | " " " |
| Хлора . . . . .                | 2—8        | " " " |
| Серной кислоты . . . . .       | 2—60       | " " " |

Бактериологические нормы для питьевой воды также не установлены. Несмотря на это, Микель дает следующее определение воды, в зависимости от количества содержащихся в ней микроорганизмов:

|                                   |    |               |                        |
|-----------------------------------|----|---------------|------------------------|
| Вода чрезвычайно чистая . . . . . | от | 0 до          | 10 колоний в 1 куб. см |
| " весьма чистая . . . . .         | "  | 10            | 100 " " " "            |
| " чистая . . . . .                | "  | 100           | 1.000 " " " "          |
| " посредственная . . . . .        | "  | 1.000         | 10.000 " " " "         |
| " не чистая . . . . .             | "  | 10.000        | 100.000 " " " "        |
| " весьма не чистая . . . . .      | "  | более 100.000 | " " " "                |

Все существующие источники водоснабжения делятся на поверхностные и подземные. К поверхностным источникам водоснабжения

принадлежат реки и озера; к подземным источникам принадлежат грунтовые и артезианские воды. Ключевые воды занимают промежуточное положение, потому что они представляют собою в сущности подземные воды, но вытекающие на земную поверхность.

Для питания водою маслодельного завода пригодны все перечисленные источники, при условии достаточного количества воды в них и благоприятного ее качества.

Поверхностные источники дают возможность сразу определить достаточно в них воды для питания завода или нет, но за то эти источники всегда более сомнительны в смысле их чистоты и вода из поверхностных источников, по большей части, нуждается в той или иной очистке.

Из поверхностных источников для питания водою маслодельных заводов чаще всего служат реки, но прежде чем окончательно решить брать воду для завода из реки, необходимо произвести тщательное обследование этой реки.

При обследовании обращают внимание на то, какие заводы расположены по реке выше строящегося маслодельного завода и насколько они загрязняют воду, не имеется ли около реки выше завода свалок, водопоев скота, мойки белья и т. п.

При наличии около завода нескольких источников водоснабжения, всегда следует отдать предпочтение подземным источникам или ключам, потому что эти источники обычно не нуждаются в дополнительных сооружениях для очистки воды, так как подземные воды очищаются, проходя через водопроницаемые слои земли.

Подземные воды по своему залеганию называются: почвенными, когда они находятся на глубине 1 м; верховодка — до 4 м; грунтовые — до 40 м и артезианские свыше 40 м. Ключевые воды могут вытекать с различной глубины, в зависимости от расположения и напластования водопроницаемых пород. Чем глубже расположена грунтовая вода, тем она обычно бывает чище, но недостатком глубоких вод часто является их жесткость, хотя о влиянии жесткости воды на качество масла в литературе нет единодушного мнения.

Воды, расположенные вблизи земной поверхности, часто содержат значительные примеси органических веществ, количественное определение которых может быть выполнено только в лаборатории; практически же, отсутствие в воде мути, хлопьев, красящих веществ и запаха указывает на пригодность воды для нужд завода. Что касается жесткости воды, т.-е. присутствия в воде извести и магнeзии, то ее можно определить по количеству мыла, потребляемому данной водою.

Как известно, мыло начинает пениться в воде только тогда, когда известь и магнeзия насыщены мылом. За один градус жесткости (немецкой) считают 1 мг извести на 100 г воды. Насыщая воду спиртовым раствором чистого мыла определенной концентрации до появления пены и учитывая количество мыла, пошедшего на насыщение извести и магнeзии, определяют степень жесткости воды. Вода в 6 —

8° жесткости считается для питья отличной водой, жесткость в 17 — 20° следует считать предельной, а свыше 20° вода считается негодной.

Маслодельные заводы пользуются водой чаще всего из колодцев, воды которых обычно вполне удовлетворяют требованиям производства. Колодец, как источник, удобен тем, что его можно выкопать вблизи завода и подавать воду насосом непосредственно в водоразборный бак завода.

Изыскание источника воды должно предшествовать постройке завода. В особенности это условие важно при постройке механизированных заводов, которые потребляют воду в большом количестве.

По проф. Кочергину на ручном маслодельном заводе расходуется 6 — 8,5 л воды на каждые 16 л переработанного молока.

Строительное совещание при Маслоцентре установило как минимальный расход воды для механизированного завода 1,5 л на 1 л молока, причем вся вода должна быть подана на завод не более чем в 4 часа.

Количество воды, которое может дать тот или иной надземный источник, определяется сравнительно легко. В небольших речках

и ручьях определение производится посредством деревянных водосливов. Для устройства водослива течение ручья запруживают поперечной стенкой из досок. В верхней части доски вырезается прямоугольное отверстие такой глубины, чтобы через него могла пройти вся вода данного ручья (черт. 97).

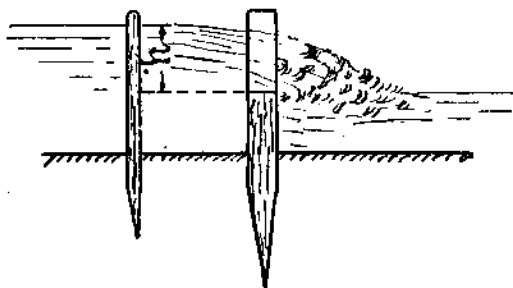
Умножая скорость течения на площадь поперечного сечения струи воды, протекающей через вырез, получим то количество воды, которое дает ручей в 1 секунду.

Скорость течения воды в ручье определяется посредством поплавков, или же вычисляется теоретически по формуле

$$v = \sqrt{2gH},$$

где  $H$  — высота падения воды с водослива. Определение следует производить в тот период, когда источник дает наименьшее количество воды.

Измерение количества воды, вытекающей из ключей, производится после расчистки выхода путем наполнения резервуаров определенной емкости в известный промежуток времени или устройством искусственного русла и установки в нем деревянного водослива, как указано выше.



Черт. 97.

Подача воды ключами часто подвержена значительным колебаниям как по временам года, так и по отдельным годам, а потому к полученным результатам, в данном случае, следует относиться с осторожностью.

Определение количества воды в подземных источниках представляет значительные трудности и чаще всего сопряжено с большими затратами и длительными наблюдениями, что не всегда возможно выполнить в условиях постройки маслодельных заводов.

Из подземных вод наибольшее значение для заводов имеют грунтовые воды, которые служат для питания колодцев. Грунтовые воды в разных местностях находятся на разной глубине и прежде чем приступить к рытью колодца, весьма важно иметь хотя бы некоторые данные, указывающие на присутствие подземных вод в данном месте, а равно и ту глубину, на которой они находятся.

Существуют так называемые гидролого-гипсометрические карты, изучение которых позволяет почти безошибочно сказать, на какой глубине в данной местности находятся грунтовые воды.

Кроме таких карт, есть чисто практические данные, которые позволяют более или менее точно судить о глубине залегания грунтовых вод. Так, например, если местность ровная, не пересекается оврагами или речками и поблизости с двух или более сторон уже имеются колодцы с достаточным запасом воды, то можно безошибочно сказать, что в данной местности вода имеется на той же глубине.

Когда по соседству колодцев нет, то для определения места нахождения и глубины залегания воды инж. Новгородский рекомендует следующие рецепты:

1. Превратив в порошок смешать 21,3 г серы, столько же негашеной извести, медного купороса и росного ладана, всыпать в простой муравлений горшок. Сверху смеси положить 21,3 г сухой овечьей шерсти, закрыть горшок муравленной крышкой и, взвесив его, закопать на глубину 55 см в том месте, где предполагается рыть колодец. Откопав через сутки горшок и очистив от земли, снова взвесить его. Если весу не прибавилось, — воды близко нет. По увеличению веса, по мнению некоторых, можно судить о глубине, на которой имеется вода. Так, увеличение веса на 8,5 г указывает на то, что вода имеется на глубине около 20 м; на 25,5 г — 11 м, на 34 — 7 м, на 43 г — 4 м.

2. Очистив землю на том месте, где предполагается рыть колодец, ставят на землю вверх дном стакан, наполненный ватой. Если вода близко, через сутки вата окажется влажной.

3. Положив в глазированный закрытый горшок хлористого кальция, зарыть его в землю на глубину 55—70 см. Через сутки взвесить, прирост веса укажет на присутствие близкой грунтовой воды.

4. После нескольких жарких неожиданных дней следить к вечеру, появится или нет туман над намеченным для колодца местом. Если туман появляется, то вода есть, и тем ближе, чем туман гуще. Появление тумана в местах, где нет почвенных вод, объясняется испарением

грунтовых вод, поднимающихся из земли капиллярными силами. Высота поднятия капиллярными силами зависит от породы грунта, но во всяком случае капиллярными силами вода не может подняться в почве выше 6—8 м, а потому этот способ дает возможность указать при отсутствии грунтовой воды лишь на незначительной глубине.

Все колодцы разделяются на две группы: открытые (шахтные) и буровые.

Открытые колодцы представляют собою глубокие ямы, стенки которых укреплены деревом, камнем, кирпичом или бетоном. Они имеют большой поперечник и питаются грунтовыми водами.

Буровые или артезианские колодцы имеют маленький поперечник (4" — 10"). Стенки их состоят из железных труб и питаются они водами глубоких горизонтов.

Устройство артезианских колодцев требует сложных изысканий и значительных материальных затрат.

Наибольшим распространением пользуются открытые колодцы, которые по большей части делаются без соблюдения элементарных технических правил и, вследствие этого, даже прекрасная грунтовая вода делается негодной к употреблению.

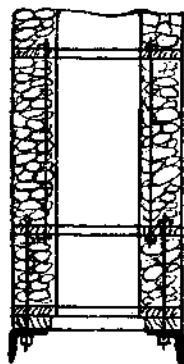
Колодец должен быть прочен, долговечен, непроницаем и не засоряем. В исполнение этих требований колодец должен быть устроен по уклону местности выше мест скопления разного рода отбросов; при невозможности этого — не ближе 20 м от них. Стенки колодца должны быть прочными и водонепроницаемыми. Лучшими, но и более дорогими, будут бетонные и каменные стенки. Более дешевыми, но и менее прочными, будут стенки из дерева. Деревянные стенки колодца на глубину промерзания окружающего грунта должны быть окружены хорошо промятой и плотно утрамбованной глиной слоем 30—40 см. Сверх грунта, вокруг колодца во все стороны на 2 м, должна быть сделана насыпь из глины с уклоном от колодца. Вокруг колодца для отвода верховой воды необходимо сделать канавки.

Ни для каких надобностей, кроме нужд завода, из колодца воду брать не следует. Обкладывание насосов навозом, во избежание их замерзания в зимнее время, совершенно недопустимо. Сверху колодцы должны быть закрыты. Срубы необходимо ежегодно осматривать, а колодцы чистить, так как всегда возможно попадание в колодец посторонних предметов и трупов животных. Внутренность колодца следует чаще осматривать, наводя солнечные лучи на дно и стенки колодца посредством зеркала в то время, когда солнце стоит невысоко над горизонтом. Чтобы колодец не заплывал, на дне его устраивают фильтр. Последний состоит из нескольких слоев разной крупности песку. Нижний слой, толщиной в 25 мм, делают из промытого песку средней крупности, на него кладут слой в 12 мм крупного песку, затем мелкого гравия (величины гороха), среднего гравия (величины ореха) и крупного гравия. Толщина всего фильтра делается 100—125 мм. Сверху фильтр покрывается слоем булыжного камня. Вода в колодец

поступает через дно или через боковые стенки, которые в этом случае имеют соответствующие отверстия.

Размеры колодцев в плане обычно делают 100 — 150 см. Увеличение ширины колодца имеет мало значения для увеличения притока воды. Приток воды зависит, главным образом, от углубления в водоносный слой, причем увеличение притока почти пропорционально квадрату углубления, т. е. при углублении в водоносный слой вдвое, приток увеличивается в четыре раза, при углублении втрое — в девять раз и т. д.

Для бутовой кладки колодцев наиболее пригоден плоский постелистый камень, без трещин, не размягчающийся от действия воды и не портящий воду. Камни кладутся более толстыми краями наружу, в перевязку. Промежутки между камнями заполняются щебнем и глиной. Толщину стенок делают от 0,75 до 1 м. Чтобы предохранить колодец от попадания в него верхних почвенных вод, верхнюю часть стенок кладут на цементном растворе. Самая кладка стенок ведется следующим образом:



Черт. 98.

Сначала делают основную деревянную раму из двух рядов толстых досок. Рама делается несколько большего диаметра, чем диаметр стенок колодца (на 15 — 20 мм) и к низу рамы приделывается железный башмак для лучшего разрезания земли. Рама закладывается в шахту, когда последняя вырыта на глубину 2 — 3 м, и на раме производится кладка камня до верха ямы. Когда стенки колодца выведены до поверхности земли, на них накладывается новая

рама, которая скрепляется с нижней рамой посредством болтов, проходящих через всю кладку. После этого подкапывают землю под стенками колодца и опускают выложенное звено на 2 — 3 м, после чего на него накладывают второе звено, которое скрепляется с первым звеном посредством новых болтов, и таким способом ведут работу до конца (черт. 98).

Скрепление отдельных звеньев колодца делается в целях предохранения кладки от разрыва при опускании стенок колодца. Во избежание излишнего трения между землею и неровною поверхностью каменной кладки, промежутки между основной рамой и ближайшим к ней деревянным кольцом обшиваются вертикально поставленными досками.

Кирпичные стенки колодцев делаются из хорошо обожженного обыкновенного или лекального кирпича на цементном растворе (1:3). Как и в предыдущем случае, кладка ведется на основной раме, которая скрепляется с кладкою железными болтами.

Толщина стенок делается не менее 1 кирпича и чем больше поперечник колодца, тем толще должны быть его стенки.

Следующая таблица показывает толщину в кирпичах стенок колодца в зависимости от его поперечника:

|                                 |       |       |       |         |
|---------------------------------|-------|-------|-------|---------|
| Поперечник в свету, м . . . . . | 1—1,5 | 1,5—2 | 2—2,8 | 2,8—3,5 |
| Простой колодец . . . . .       | 1     | 1,5   | 1,5   | 2       |
| Опускной колодец . . . . .      | 1     | 1,5   | 2     | 2,5     |

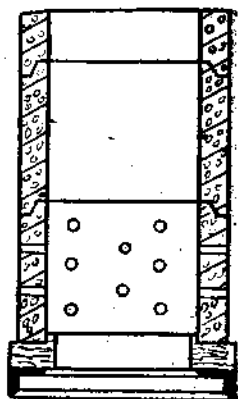
Под простым колодцем здесь разумеется такой колодец, который выкапывается сразу на всю глубину, и кладка ведется с самого низа. Во время кладки стенок земля поддерживается от осыпания деревянными распорками, которые выколачиваются по мере выкладки кирпичных стенок.

Очень удобны и хороши бетонные колодцы. Они делаются из бетонных колец с железной арматурой. Состав бетона для колец следующий: цемента 1 часть, песку — 3 и щебня — 5 — 8. Кольца соединяются между собою при помощи четвертей (черт. 99).

Бетонные кольца формуются обыкновенно на месте. Для формовки колец изготавливаются разборные деревянные формы в виде прочных бочек с двойными стенками, между которыми набивается бетонная масса. Толщина стенок бетонных колодцев делается меньше, чем кирпичных, и зависит от поперечника колодца. Так, при поперечнике до 1 м толщина стенок делается 130—150 мм; при поперечнике от 1 до 3 м, толщина стенок делается 150—200 мм.

Железный каркас располагается в кольце ближе к внутренней поверхности. Нижняя кромка нижнего кольца снабжается железным резцом, диаметр которого делается несколько больше диаметра самого кольца, иначе при опускании колец они могут разорваться. Опускание колец производится при помощи нагрузки, не ранее 10 дней по окончании формовки. Для прохода воды в колодец с боков в нижнем кольце делают отверстия еще во время формования кольца, путем закладывания в форму в соответствующих местах деревянных стержней.

Деревянные колодцы распространены больше всего. Лучшим материалом для стенок колодца будет дуб, который сохраняется в подводных и надводных частях колодца до 25 лет. Там, где нет дуба, стенки колодцев можно делать из сосны, которая сравнительно хорошо сохраняется как в подводной, так и в надводной части колодца. Из других пород деревьев для колодцев употребляются осина, береза и ольха, но все они, хорошо сохраняясь в подводной части колодца, быстро гниют в надводной части. Ель можно считать непригодной для устройства стенок колодца, потому что она быстро гниет, трескается и выделяет из себя капли смолы, которые могут портить воду. Лес для постройки колодцев употребляется толщиной 18 — 22 см. Стенки колодцев рубят в виде квадратного сруба с углами в лапу



Черт. 99.

с шипом. Венцы сруба скрепляются между собою шипами, поставленными друг от друга на 50—70 см. При рубке колодца из пластин плоские стороны последних обращаются внутрь. Когда сруб делается из бревен, то внутренняя сторона их обтесывается. Если колодец неглубок, то, выкопав яму несколько больших размеров, чем сруб, на дно ямы укладывают нижний венец сруба и наращивают его кверху, поддерживая стенки ямы от осыпания деревянными распорками.

Если глубина колодца значительна, то применяют способ опускания сруба, наращивая его сверху и нагружая его какими-либо тяжелыми предметами. В этом случае нижний венец делается из более толстых бревен и заостряется книзу или снабжается режущим железным башмаком.

Для уменьшения трения сруба о стенки ямы, бревна обтесываются не только с внутренней стороны, но и с наружной. Углубление колодца производится выемкой земли внутри сруба.

Во всех случаях глубину колодца в водоносном слое лучше всего делать такую, чтобы расход воды был равен ее притоку. Если приток воды в колодец меньше ее расхода, то воды будет не хватать, если же приток воды превосходит ее расход, то вода в колодце будет застаиваться и портиться.

### Насосы

Подъем воды из источников в маслодельный завод производится насосами.

На многих ручных заводах, вода доставляется в завод ведрами, но этот способ, как негигиеничный, давно бы следовало оставить. Подъем воды насосами имеет все преимущества перед подъемом ведрами, тем более, что насосы стоят сравнительно недорого и уход за ними не представляет затруднений.

Все насосы по роду приведения их в движение можно разделить на три группы: 1) ручные, 2) приводные и 3) паровые.

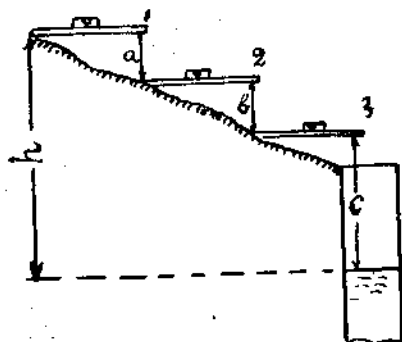
На ручных заводах можно установить только ручные насосы; на заводах, имеющих в качестве двигательной силы конный привод или двигатель внутреннего сгорания, устанавливаются приводные насосы; на заводах, оборудованных паровым котлом и паровой машиной, могут быть установлены как приводные, так и паровые насосы.

Отдельно от насосов стоит гидравлический таран, который при наличии благоприятных условий с успехом может обеспечить водою всякий маслодельный завод.

Теоретическая высота всасывания воды насосом равна 10 м. Во время работы насоса всегда происходит потеря напора, вследствие трения воды о стенки всасывающей трубы, в клапанах, в отводах и т. д. Принимая во внимание перечисленные потери, можно считать, что подъем воды насосом возможен только тогда, когда разность высот между насосом и верхним уровнем воды в источнике не превышает 6—7 м.

Для центробежных насосов предельная высота всасывания ограничивается 4 м.

Что касается высоты нагнетания, то все перечисленные насосы могут нагнетать воду сравнительно на большую высоту, вполне достаточную в условиях работы маслодельного завода.



Черт. 100.

Разность высот насоса и уровня воды в источнике определяется посредством нивелировки. За отсутствием нивелира разность высот можно определить посредством длинной рейки и уровня или самодельного ватерпаса, как указано на черт. 100.

Один конец рейки кладется на то место, где предполагается установка насоса; под другой конец рейки вбивается кол такой высоты, чтобы рейка лежала горизонтально; горизонтальность рейки проверяется уровнем. После этого рейка переносится в по-

ложение 2, 3 и т. д. и каждый раз устанавливается по уровню. Сумма высот всех колышков  $a + b + c...$  даст разность высот  $h$  между насосом и уровнем воды в источнике.

Наиболее употребительные ручные насосы для неглубоких колодцев будут следующие:

1. „Альвейера“, присасывающие воду до 6 м и нагнетающие до 30 м, производительностью до 12.000 л, годны только для совершенно чистой воды.

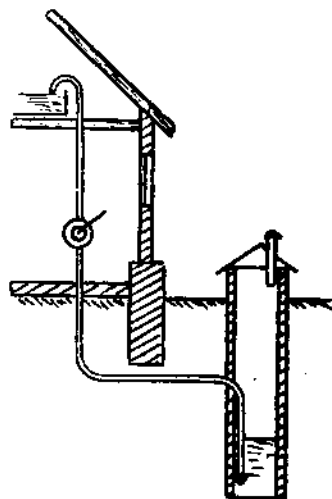
2. Насосы „Иматра“ всасывают до 6 м, нагнетают до 15 м, разной производительности.

3. Насосы „Ниагара“ присасывают до 6 м, нагнетают до 30 м.

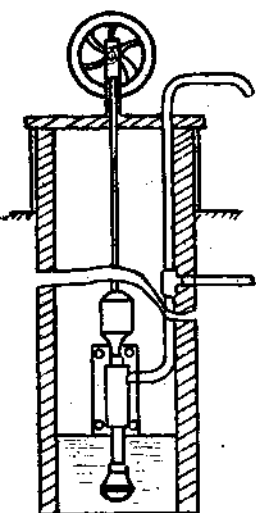
На черт. 101 изображена схема установки ручного насоса для неглубоких колодцев.

Если от верхнего уровня воды до поверхности земли более 7 м, приходится устанавливать насос в самом колодце и поршень насоса получает движение от длинной штанги или цепи, выходящей своим верхним концом на поверхность земли. Насос здесь прикрепляется к стенкам колодца.

При осадке стенок правильность установки насоса нарушается. Начинается заедание штанг и качать воду становится тяжело. В таком случае необходимо проверить установку и устранить недочеты, иначе насосу грозит быстрое изнашивание или поломка. Схема уста-



Черт. 101.



Черт. 102.

новки насоса для глубоких колодцев видна из черт. 102. Приводные насосы для мелких колодцев устанавливаются в самом заводе и схема их, установки по существу ничем не отличается от установки ручных насосов. Приводные насосы приводятся в движение от общей трансмиссии завода или от электромотора. Передача силы к насосу для глубокого колодца часто представляет значительные трудности. Когда разность уровней пола завода и воды в колодце превышает 6—7 м, то для подъема воды из колодца приходится опускать насос ниже пола завода, выкапывая для этого шахту такой глубины, чтобы от насоса до уровня воды было не более 7 м (черт. 103).

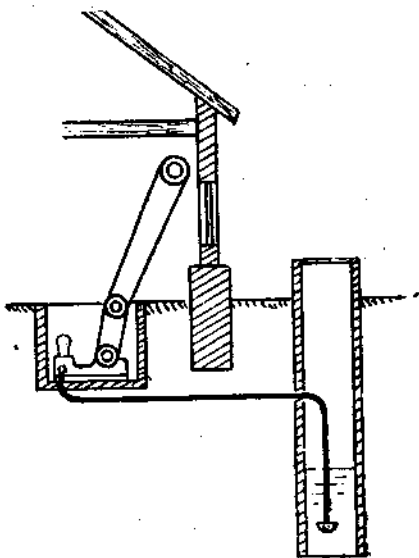
На черт. 104 изображена передача силы к насосу для глубоких колодцев, без дополнительной шахты для насоса. Установке насоса по схеме, изображенной на черт. 103, следует отдать предпочтение, потому что здесь насос находится внутри завода, может быть прочно установлен и вполне доступен для осмотра и ремонта, тогда как

во втором случае осмотр насоса затруднителен.

Паровой насос системы „Вортингтона“ представляет собою комбинацию паровой машины и поршневого насоса. Он может действовать независимо от работы главной паровой машины. Для приведения в движение насоса „Вортингтона“ нужен только пар с давлением не менее 1,5—2 атмосфер. Этот насос удобен для глубоких колодцев тем, что к нему в шахту не надо устраивать ременную или какую другую передачу, а только лишь провести от котла паровую трубу.

Насос Вортингтона всасывает воду с глубины 6—7 м и нагнетает ее на высоту свыше 100 м. Эти насосы, обладая таким значительным напором, с успехом могут служить для питания водою паровых котлов.

Из других систем насосов, в условиях маслодельного завода, могут быть применены: насосы, действующие всасыванием воздуха в воду, насосы, действующие смачиванием, капиллярными силами и гидравлические тараны.



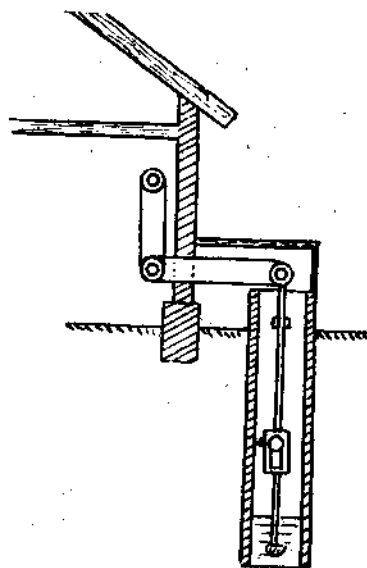
Черт. 103.

Насосы, действующие вкраплением воздуха, требуют установки компрессора и пригодны лишь для глубоких буровых скважин, потому что глубина погружения трубы в воду  $h$  (черт. 105) должна быть не менее как в полтора раза больше высоты подъема— $H$ .

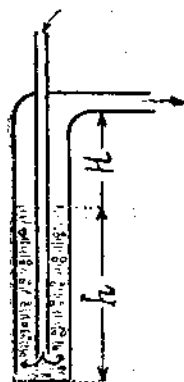
Капиллярные насосы обычно представляют собою бесконечную цепь, перекинутую через два блока. Один из блоков находится в воде, другой — на поверхности земли. Верхний блок приводится в быстрое вращение и тянет вверх одну половину цепи, которая захватывает с собою частицы воды. Во избежание разбрызгивания частиц воды, восходящая часть цепи заключена в трубу. Частицы воды на верхнем блоке сбрасываются с цепи вследствие центробежной силы и стекают по водоотводной трубе.

Такие насосы могут поднимать воду с глубины в 50 м и производительность их доходит до 7.000 л в 1 час.

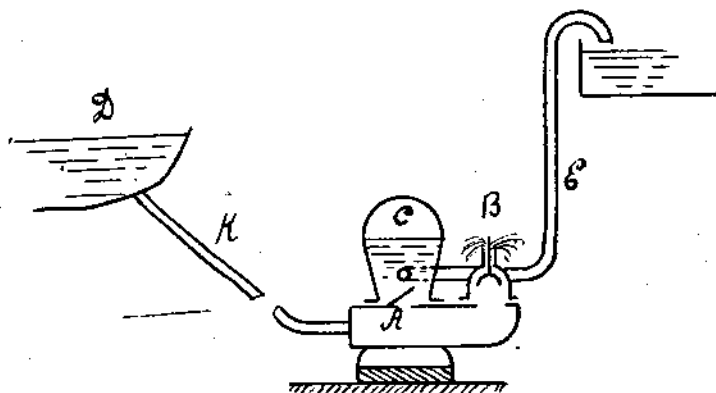
Действие тарана основано на гидравлическом ударе, который получается при внезапной остановке воды. На черт. 106 изображена схема действия гидравличе-



Черт. 104.



Черт. 105.



Черт. 106.

ского тарана, где  $D$  — источник, из которого течет вода по трубе  $K$ . Вода поступает в таран и через клапан  $B$  вытекает наружу. Как только течение воды достигнет известной скорости, вода поднимает клапан  $B$ , вследствие чего выходное отверстие для воды закрывается

Вследствие быстрого прекращения движения воды получается гидравлический удар, и вода устремляется через клапан *A* в воздушный колпак *C* и нагнетательную трубу *E*.

После прекращения действия удара, клапан *A* под давлением сжатого в колпаке воздуха закрывается, а клапан *B* под действием собственной тяжести опускается вниз, и вода снова получает свободный проход. По достижении водою известной скорости она снова поднимает клапан *B* и вновь повторяется только что описанный процесс. Для приведения тарана в действие требуется только приподнять и опустить несколько раз стержень ударного клапана *B*, после чего таран начинает работать автоматически. Для прекращения действия тарана достаточно придержать несколько мгновений стержень ударного клапана в его верхнем положении.

При длительном действии тарана воздух из воздушного колпака тарана увлекается вместе с водою, и таран останавливается. Для пуска тарана вновь следует отнять воздушный колпак, выпустить из него воду и приподнять несколько раз ударный клапан, после чего таран вновь будет работать автоматически недели и даже месяцы.

При небольшой разнице высот от уровня воды в источнике до тарана, последний может нагнетать воду на значительную высоту (до 100 м), но чем больше высота нагнетания, тем меньшее количество воды может подать таран. Производительность тарана определяется по формуле:

$$N = K \frac{Q \cdot H}{H_1}$$

где *N* — количество воды, подаваемое тараном,

*Q* — количество воды, притекающей к тарану из источника,

*H* — высота падения воды от источника до тарана,

*H*<sub>1</sub> — высота подъема,

*K* — коэффициент, величина которого зависит от отношения высоты источника над тараном к высоте подъема воды тараном.

|            |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Отношение  | 1 : 2 | 1 : 3 | 1 : 4 | 1 : 5 | 1 : 6 | 1 : 7 | 1 : 8 |
| <i>K</i> = | 0,70  | 0,57  | 0,47  | 0,40  | 0,38  | 0,36  | 0,34  |

Насос, как и всякая машина, требует известного ухода за собою и своевременной смены сломавшихся частей. Если насос начинает подавать воду в меньшем количестве, чем подавал ранее, или совершенно отказывается работать, его следует разобрать, осмотреть и устранить замеченные недостатки. Наиболее часто встречающиеся неисправности в насосах, которые можно устранить силами и средствами завода, не отправляя насос в мастерскую, будут следующие:

1. Клапан заборной головки на конце всасывающей трубы изношен или под него попал какой-либо твердый предмет и клапан не закрывается.

Для исправления нужно отнять заборную головку, осмотреть клапан и устранить имеющийся недочет.

Исправность заборной головки проверяется наливанием воды в всасывающую трубу. При исправности головки вода не должна уходить из трубы.

2. Неплотности в всасывающем трубопроводе, когда вместо воды всасывается воздух.

Проверить плотность соединения отдельных частей трубопровода и устранить недочеты.

3. Кожаные манжеты или кольца поршня износились; необходимо взамен износившихся поставить новые.

4. Клапаны насоса неисправны.

Разобрать насос, осмотреть клапаны. Если клапаны медные, их нужно притереть с мелко истолченным стеклом, в случае кожаных клапанов — сменить кожу.

5. Насос работает беспокойно, с ударами.

Воздушный колпак насоса наполнен водою. Следует отнять колпак и выпустить из него воду.

6. Нередко бывает, что новый насос, или старый после перерыва в работе, несмотря на видимую исправность, не засасывает воду.

Налить воды в насос и всасывающую трубу и вновь пустить насос в ход. Если насос отказывается качать воду и в этом случае, необходимо искать повреждений, как указано в предыдущих пунктах.

Водонапорный бак, в который производится подача воды насосом, лучше всего рассчитывать на суточный расход воды на случай ремонта насоса. Он может быть установлен под потолком завода при достаточной высоте помещения или на чердаке. Опорой для бака могут служить стены завода или балки, уложенные специально для этой цели. Ставить бак на общие потолочные балки не разрешается, если они рассчитаны лишь для поддержания потолка.

Бак на чердаке следует хорошо изолировать во избежание замерзания воды в зимнее время и нагревания ее в жаркие периоды.

Число лошадиных сил, нужное для поднятия того или иного количества воды насосом, определяется по формуле:

$$N = \frac{Q (H + H_1)}{3600 \cdot 75 \cdot \eta}$$

где  $Q$  — часовая производительность насоса в литрах;  $H$  — высота подъема от уровня воды в источнике до верхней точки нагнетательной трубы;  $H_1$  — сумма всех потерь напора и всасывания, выраженная в метрах водяного столба,  $\eta$  — коэффициент полезного действия насоса, который для поршневых насосов принимается обыкновенно равным 0,6 — 0,7, для центробежных насосов — 0,5 — 0,7.

### Очистка воды

В тех случаях, когда нет возможности получить для нужд завода чистой воды в естественном виде, приходится прибегать к устройству дополнительных сооружений по очистке воды.

Простейший способ очистки грязных вод состоит в отстаивании воды в особых бассейнах.

Для очистки воды отстоем, рядом с источником устраивается отстойный резервуар, в который и накачивается вода из первоначального источника. Объем отстойного резервуара делается разнообразным, начиная от объема суточного расхода воды до 10 и даже до 15 объемов. Объем отстойника легко определить опытным путем, взяв пробу воды в стакан и наблюдая, через сколько суток вода осветлится настолько, что будет годна к употреблению. Если через двое суток вода в стакане будет иметь достаточно чистый вид, то следовательно, объем отстойного резервуара должен быть равным объему воды, расходуемой в двое суток.

Устройство отстойного резервуара около источника требует установки двух насосов. Один из них накачивает воду в отстойный резервуар, другой подает воду из отстойного резервуара в водоразборный бак. Чтобы избежать установки двух насосов, отстойный резервуар, при незначительных его размерах, устанавливают выше водоразборного бака и вода по мере очищения спускается в водоразборный бак.

Отстойные баки по мере накопления в них грязи должны быть очищаемы от нее. В отстойный резервуар вода не должна падать сильной струей, чтобы не поднимались вновь уже осевшие частицы грязи.

Для ускорения осветления к воде в осадочном резервуаре иногда прибавляют химические реактивы, называемые коагулянтами. Коагулянты, соединяясь с находящимися в воде веществами, образуют хлопья, усиливающие процессы осаждения, благодаря чему время пребывания воды в отстойных резервуарах может быть сокращено до 2 часов и соответственно этому может быть уменьшен объем отстойных резервуаров.

В качестве коагулянта чаще всего употребляется сернокислый глинозем  $[Al_2(SO_4)_3]$  в количестве от 25 до 50 г на 1 куб. м воды.

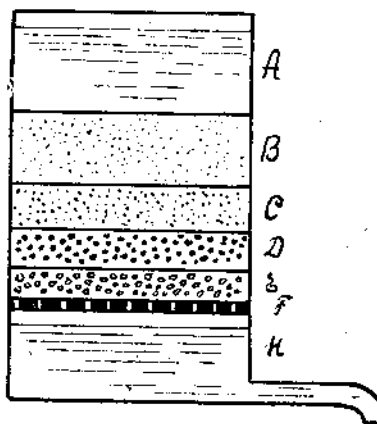
Посредством отстоя вода очищается только от крупных взвешенных частиц, и если такая очистка не удовлетворяет нужды производства, приходится прибегать к фильтрации воды.

Фильтрующим материалом для воды чаще всего является песок, который можно брать на песчаных отмелях или в руслах рек. Систем фильтров существует очень много, но основные правила их устройства всегда одни и те же. Устройство фильтров состоит в следующем: бетонный, железный или деревянный бассейн имеет двойное дно. Нижнее дно водонепроницаемо и на нем собирается профильтрованная вода. Верхнее дно представляет собою решетку, на которой распо-

ложен фильтрующий материал. Собственно фильтрующий материал состоит из слоя кварцевого песка, в 1 м толщиной, с диаметром зерен от 0,3 мм до 1 мм. Этот фильтрующий слой песка, в свою очередь, лежит на слое более крупного песка, а последний лежит на одном или двух слоях гравия.

Диаметр зерен песка и гравия каждого нижележащего слоя не должен превышать диаметра зерен вышележащего слоя более чем в 2 раза; иначе зерна верхнего слоя будут проникать в нижний слой.

Напор воды над фильтром делается равным 0,9—1 м. Скорость прохождения воды через фильтр регулируется автоматом или краном и не должна превышать 0,1 м в час. На чертеже 107 изображена схема действия фильтра, где А—слой воды над фильтром высотой в 1 м; В—фильтрующий слой кварцевого песка, толщиной в 1 м, с диаметром зерен 0,3 мм—1 мм; С—слой песка, толщиной 20 см, с диаметром зерен 0,6—2 мм; D—слой гравия в 10 см с зернами 1,2 мм—4 мм; E—слой гравия в 10 см с зернами 2,4—8 мм; F—дырчатое дно, H—пространство, где скопится профильтрованная вода.



Черт. 107.

Зная количество воды, которое должен давать фильтр, и скорость прохождения воды через фильтр, легко определить площадь фильтра по формуле:

$$F = \frac{Q}{V},$$

где F — площадь фильтра в квадратных метрах, Q — количество воды в куб. м, V — скорость прохождения воды через фильтр. Если вода поступает в фильтр из отстойного резервуара, то скорость прохождения воды через фильтр может быть увеличена в 2—3 раза.

Вода не должна падать на песок сильной струей, чтобы не размывать песок, для этого поверх фильтрующего слоя накладывается деревянная или металлическая решетка, о которую струя воды разбивается и уже в разбитом на мелкие части виде падает на фильтрующий песок. По мере засорения фильтра, производительность его и чистота фильтрации уменьшаются. Для возобновления нормальной работы фильтра верхний, наиболее засорившийся, слой фильтрующего песка срезают, но эти срезы можно производить только до тех пор, пока толщина фильтрующего слоя останется не менее 70 см.

Количество рабочей силы по устройству колодца в обыкновенном грунте с опусканием готового деревянного сруба 1,4 × 1,4 м в свету,

на глубину до 14 м, выражается следующей таблицей, составленной на основании §§ 306, 32, 336 и 70 Урочн. Пол.

|                      |      |     |       |       |       |       |       |
|----------------------|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Глубина колодца в м  | 2    | 4   | 6     | 8     | 10    | 12    | 14    |
| Колич. рабочей силы. | 1,47 | 8,2 | 17,40 | 27,66 | 39,81 | 53,47 | 68,51 |

Для рубки в лапу колодцев, с обтескою бревен с внутренней стороны, по § 153-г Урочн. Пол. на 1 пог. м бревна: плотников 0,18—0,2.

Стоимость бетонных и каменных колодцев может быть приблизительно определена по вышеприведенным данным о стоимости бетонных и каменных работ; копанье же шахты в этих случаях ничем не отличается от копання шахт для колодцев с деревянными стенками.

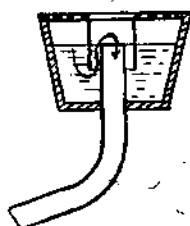
### Канализация

Полы в маслодельном заводе делаются так, чтобы вылитая на пол вода не задерживалась в том месте, где она вылита, а быстро стекала бы по направлению уклона пола. Чем глаже пол завода, тем меньше может быть сделан его уклон. Деревянные полы, как наименее гладкие, имеют наибольший уклон, равный 0,025, направленный по длине досок. Цементные и терракотовые полы глаже деревянных, а потому и уклон их может быть меньшим, чем уклон деревянного пола, но не менее как 0,01, т. е. 1 см на каждый метр. Около той стены, к которой направлен уклон пола, отступя от нее на 0,3 м делается сточная канавка, с уклоном несколько большим чем уклон пола и направленным в сторону вывода сточных вод из данной комнаты. При деревянных полах сточная канавка делается в виде долбленного жолоба, на края которого положены концы половых досок, как указано в отделе „Деревянные полы“.

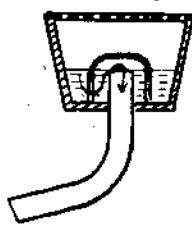
При цементных полах сточная канавка выделяется при набивке чистого цементного пола. Уклон сточных канавок во всех случаях делают в направлении от тех комнат, где меньше всего выливается воды, к тем комнатам, где расход воды наибольший. Но с таким расчетом, чтобы сточные воды из приемной не были направлены в рабочее помещения завода. Сточные канавки из всех комнат завода сходятся к одному месту, откуда и делается общий сток. В этом месте устанавливается трапп с гидравлическим затвором и от траппа идет труба в сточный колодец, которая вне завода должна быть заложена на глубину промерзания грунта в данной местности. Траппы бывают различного устройства, но принцип действия их всегда один и тот же, а именно: жидкость, поступившая в трапп, не вся выходит из него, а часть ее остается в траппе и запирает проход для газов из сточного колодца в помещение завода. Следующие порции жидкости вытесняют оставшуюся в траппе жидкость в сточную трубу, а сами остаются на ее месте (черт. 108, 109, 110).

Дырчатые крышки траппов делают съемными, для прочистки траппов, которые ежедневно по окончании работ должны прочищаться и промываться чистой водой.

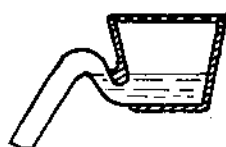
Такого рода канализация называется открытой и принадлежит к числу наиболее дешевых канализаций. Более совершенная будет закрытая канализация, когда в каждой комнате завода устанавливают



Черт. 108.



Черт. 109.



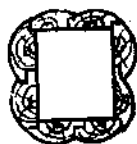
Черт. 110.

один или несколько траппов, а от последних под полом отходят чугунные трубы, которые сходятся в одну общую трубу, идущую в сточный колодец. Внутри завода трубы укладываются диаметром 2—3 дюйма и соединяются между собою раструбами, которые законопачиваются просмоленной паклей и заливаются свинцом (черт. 111).



Черт. 111.

Общая выводная труба вне завода закладывается на глубину промерзания грунта и может быть чугунная, гончарная, бетонная и деревянная. Чугунные и гончарные сборные трубы укладывают диаметром 4—6", при чем отдельные части их соединяют между собою — первые на свинце, а вторые — на особой замазке или на цементе. Бетонные трубы изготовляются на месте укладки, путем набивки бетона в соответствующие формы. Деревянные трубы делаются из пластин, соединенных между собою в четверть и на шпонках (черт. 112).



Черт. 112.

Для предохранения от гниения деревянные трубы должны быть хорошо просмолены. Уклон чугунным трубам диаметром 2—3" внутри завода придают 0,05; для чугунных и гончарных сборных труб вне завода уклон принимают в 0,015 при диаметре 6" и 0,02 — при диаметре 4". Деревянным трубам придают уклон несколько больший.

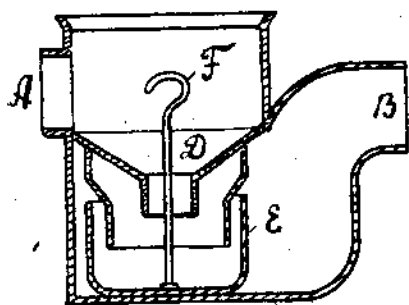
Сточные воды из сборных труб поступают в сточные колодцы. Расстояние сточных колодцев от завода регулируется обязательными постановлениями местной власти, но во всяком случае они должны быть расположены не ближе 20 м от завода.

Сточные или, иначе, осадочные колодцы бывают двух типов, а именно: колодцы со стоячей жидкостью и колодцы с медленным движением

жидкости. В колодце первого типа выпуск очищенной воды после определенного времени отстаивания производится путем открывания отверстий ручным способом или автоматически. Этот тип отстойных колодцев применяется редко.

В колодце второго типа жидкость все время нахождения в колодце движется по направлению к выходному отверстию, при чем взвешенные частицы под действием силы тяжести за время движения выпадают на дно колодца.

Скорость движения воды в колодцах принимается до 4 м./сек. Длина колодца вычисляется из того расчета, чтобы сточные воды оставались в нем не менее 2—3 часов. Дно колодца делается наклонным с подъемом 1:20 до 1:40 по направлению движения воды. Глубина колодца не имеет существенного значения и принимается обычно в 1,25—1,5 м.



Черт. 113.

Сточные воды маслодельных заводов всегда содержат некоторое количество жиров, которые быстро загрязняют канализационные устройства. Для задержания жиров устанавливаются специальные приборы, называемые жироловками. Одна из жироловок (жироловка Гейгера) изображена на черт. 113.

Вода поступает в жироловку по трубе А и выходит из нее по трубе В. Внутри аппарата помещены воронка D, которая служит для собирания жиров и ведро E — для собирания грязи. Стержень F, прикрепленный к ведру, служит для вынимания ведра и воронки после открытия крышки.

По длине колодца иногда делают две—три вертикальных или наклонных решетки для задержания находящихся в воде взвешенных частиц грязи (черт. 114).

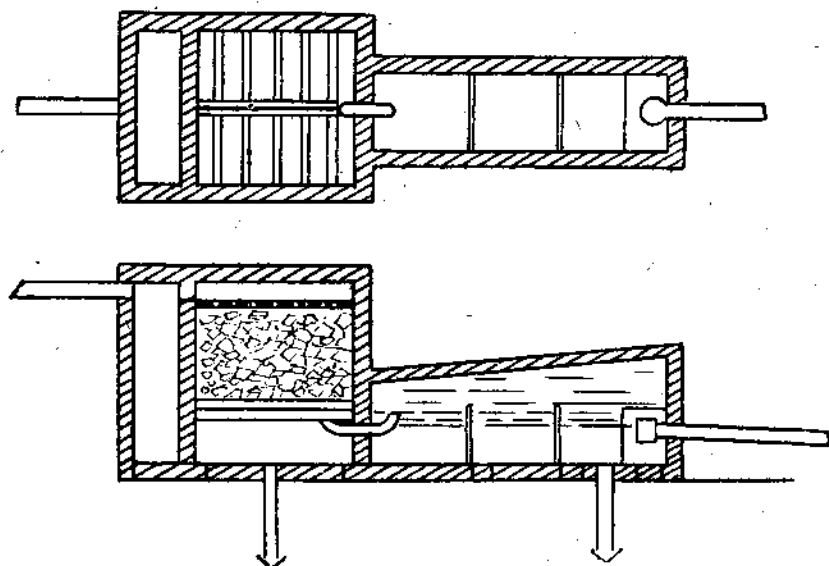
Стенки и дно колодца делаются из хорошо обожженного кирпича на цементном растворе или из бетона. Толщина кирпичных стенок принимается в полтора кирпича, бетонных 20—30 см. Сверху колодец прикрывается плотной крышкой, сквозь которую проходит вытяжная труба, высотой не менее 2 м.

Вода из колодца после отстоя может быть выпущена в овраг, ручей или какое другое место, но при условии, чтобы она не загрязняла источников чистой воды, идущей на нужды завода или на нужды других потребителей.

Если опасность загрязнения чистой воды имеется, то, кроме очистки воды отстоем, приходится прибегать и к фильтрации ее, а иногда и к дезинфекции.

В этом случае рядом с отстойным колодцем делается второй

колодец — фильтр, куда и поступают сточные воды из отстойного колодца. Фильтр (черт. 114) делается глубиной 1,5—2 м, набивается булыжным или кирпичным щебнем из лучшего кирпича-железняка с размерами зерен от 3 до 50 мм, величина которых возрастает сверху вниз. Фильтрующая масса должна иметь объем в 1,4 куб. м на 1 куб. м суточного поступления воды.



Черт. 114.

Поверх фильтра делается приспособления, чаще всего в виде дырчатых желобов, для равномерного распределения жидкости по всей поверхности фильтра. Желобья следует делать на некотором расстоянии от фильтрующего материала с тем, чтобы капли воды, падающие на фильтр, насыщались воздухом. Фильтрующий материал должен быть обеспечен притоком свежего воздуха, так как работа этого фильтра основана на окисляющем действии кислорода воздуха и самый фильтр называется окислительным.

При больших заводах отстойники-фильтры следует делать двойными с тем, чтобы правая и левая половина фильтров могли работать попеременно для возможности чистки отстойников и фильтров без остановки действия системы.

Числовой пример: Предположим, что наш завод в течении 8 часов дает 30.000 л загрязненной воды. Требуется определить размеры осадочного колодца и фильтра.

Решение. Поступление воды в осадочный колодец в 1 сек. равно:

$$\frac{30000}{8 \cdot 60 \cdot 60} = 1,04 \text{ л} = 0,00104 \text{ куб. м.}$$

Принимая скорость течения в осадочном колодце в 1 мм/сек. = 0,001 м/сек., получаем площадь поперечного сечения колодца

$$0,00104 : 0,001 = 1,04 \text{ кв. м.}$$

При глубине колодца в наиболее мелкой части 1 м, ширина его будет равна:

$$1,04 : 1 = 1,04 \text{ м.}$$

Если сточные воды остаются в колодце 2 часа, длина колодца будет равна:

$$0,001 \cdot 3600 \cdot 2 = 7,2 \text{ м.}$$

Поверхность фильтра при глубине 2 м будет равна

$$\frac{30 \cdot 1,4}{2} = 21 \text{ кв. м.}$$

При невозможности сделать стенки и дно колодцев из бетона или кирпича, как крайний случай, можно допустить устройство колодцев из пластин, в четверть, с проконопаткою паклей и осмолением, при чем под дно и вокруг стен колодца необходимо плотно набить хорошо проматой жирной глины слоем не менее 0,7 м, с целью сделать дно и стенки колодца водонепроницаемыми. Сточные колодцы, хотя бы и имеющие водонепроницаемые стенки, всегда надлежит делать ниже источника чистой воды, считая по течению воды в источнике, потому что всегда возможно просачивание грязной воды через мало заметные щели, а иногда и более крупные, но незамеченные своевременно. Что касается деревянных стенок колодца, то сделать их вполне водонепроницаемыми почти невозможно и просачивание грязной воды через стенки деревянного колодца всегда имеет место. При устройстве сточного колодца выше источника чистой воды загрязнение последнего неизбежно, так как движение воды в определенном направлении имеет место не только в надземных источниках, но и в подземных, хотя скорость движения подземной воды бывает обычно незначительна.

Для определения направления движения подземных вод в середину колодца для чистой воды опускают какой-либо плавучий предмет и наблюдают движение этого предмета. Через некоторое время предмет пристанет к какой-либо стороне колодца и направление движения предмета покажет направление течения грунтовой воды.

Устройство спуска отработанных вод маслодельного завода нередко представляет собою не меньшие трудности, чем получение чистой воды для завода и потому при выборе места под постройку на этот

вопрос необходимо обратить серьезное внимание, в особенности тогда, когда завод потребляет воду в значительном количестве.

Нам известен завод, перерабатывающий до 16.000 кг молока в сутки, когда сточные воды загрязнили источник чистой воды. Для устранения этого нужно было бы проложить в земле сточные трубы на глубину в 2 м на протяжении свыше 2 км и сделать фильтры для очистки воды, чтобы иметь возможность выпустить воду в реку.

Сметные расчеты показали, что стоимость этих работ превышает стоимость переноса завода на другое место.

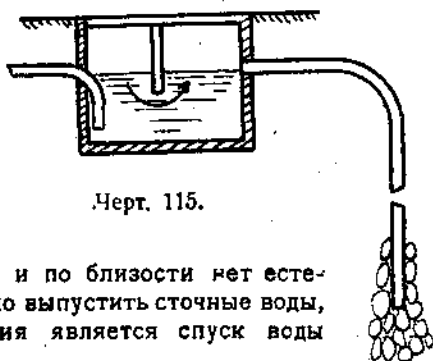
Если завод построен на равнине и по близости нет естественного склона, куда бы можно было выпустить сточные воды, единственным выходом из положения является спуск воды в поглощающие колодцы.

Устройство поглощающего колодца требует весьма тщательного обследования слоев грунта и движения подземных вод, так как опасность загрязнения источников чистой воды, и в первую очередь собственного колодца, здесь значительно больше, нежели при выпуске сточных вод на поверхность земли.

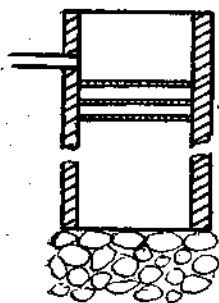
Глубина поглощающего колодца зависит от расположения слоев грунта. Колодец не может быть окончен в водонепроницаемом слое, а должен быть углублен в водопроницаемый слой и чем глубже, тем лучше его поглощающая способность, так как при этом увеличивается поглощающая площадь грунта.

Грязная вода с завода не должна поступать непосредственно в поглощающий колодец, потому что частицы грязи быстро забивают отверстия для прохода воды в грунт. Вследствие забивания отверстий для прохода воды производительность колодца постепенно уменьшается, а спустя некоторое время колодец совершенно отказывается поглощать воду и требует чистки, между тем как чистка глубоких поглощающих колодцев весьма затруднительна. Для очистки сточных вод перед пуском их в поглощающий колодец делают достаточных размеров отстойник (черт. 115), а в случае надобности и фильтр того же типа, как и при выпуске вод на поверхность.

Для прохода воды из колодца в поглощающий слой требуется время, так как вода в грунте может двигаться только с незначительной скоростью и может случиться, что колодец не успеет поглощать всю



Черт. 115.



Черт. 116.

поступающую в него воду во время работы завода, несмотря на значительную поглощающую поверхность.

Отстойный колодец в этом случае играет роль буфера, и та часть воды, которую не успеет поглотить колодец, остается в отстойнике. После прекращения притока воды в отстойник, за время перерыва работы в заводе колодец сможет убрать всю воду, накопившуюся в отстойнике.

Для увеличения поглощающей поверхности грунта конец трубы, отводящей воду, обкладывают крупными булыжными камнями.

Когда расход воды в заводе невелик и зерна поглощающего слоя крупны, взамен фильтра, ниже отверстия входящей в поглощающий колодец трубы (черт. 116), кладут несколько рядов вынимающихся для чистки металлических решеток, с уменьшающимися постепенно отверстиями. На этих решетках и остаются частицы грязи, которые могли бы засорить отверстия в грунте для прохода воды.

## Глава IV

### Холодильное хозяйство

Молочные продукты могут хорошо сохраняться только при низких температурах. Влияние температуры, при которой хранится масло, на развитие в нем бактерий и плесеней с достаточной ясностью определено дипломной работой студента Московского Института Нар. Хоз. Покровского. Главнейшие результаты этой работы напечатаны в журнале „Холодильное дело“ за 1927 г. в № 5—6.

Результаты работы вкратце сводятся к следующему:

Всего было проведено 5 серий опытов хранения масла в течении 91 дня с несколькими бочками масла в каждой серии. Первая серия бочек масла хранилась при температуре  $+4,7^{\circ}$ ; вторая серия при температуре  $+0,9^{\circ}$ ; третья  $-1,23^{\circ}$ ; четвертая  $-3,48^{\circ}$  и пятая  $-9,1^{\circ}$ . Результаты хранения сведены в таблице, при чем данные третьей серии были близки к второй.

| Температура хранения                              | $+4,7^{\circ}$ | $+0,9^{\circ}$ | $-1,23^{\circ}$ | $-3,48^{\circ}$ | $-9,10^{\circ}$ |
|---------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Начальная оценка масла                            | 88             | 88,33          | —               | 87,67           | 88              |
| Оценка через 91 день                              | 83,66          | 83,66          | —               | 85,33           | 88              |
| Кислотность масла через 91 день при начальной 100 | 108            | 110            | —               | 102             | 100             |
| Число бактерий на 100 начальных                   | 262            | 180            | —               | 36              | 33              |
| Число плесеней и грибов на 100 начальных          | 1880           | 220            | —               | 103             | 70              |
| % влажности воздуха при хранении                  | 59             | 78             | 87              | 90              | 88              |

Из этой таблицы видно, что при температурах хранения  $-3,48^{\circ}$  и  $-9,10^{\circ}$  через 91 день хранения число бактерий сильно понизилось. Число плесеней и грибов при температуре  $-9,10^{\circ}$  значительно уменьшилось.

О влиянии замораживания на вкус масла среди специалистов нет единодушного мнения. Одни говорят, что замораживание влияет на качество масла в сторону его ухудшения, другие отвергают это утвер-

ждение, считая, что качество масла остается без изменения, если вести оттаивание правильно.

Большая часть масла вырабатывается летом, в жаркое время года, и для предупреждения порчи масла мы вынуждены искусственно создавать низкие температуры.

Низкие температуры в теплое время года можно получить посредством работы машин (машинное охлаждение) или используя зимние запасы холода в виде льда (ледяное охлаждение). Последнее в свою очередь, можно разделить на два вида: безмашинное и примитивное. Под безмашинным охлаждением надо понимать такое охлаждение, где источником холода является лед, но передача холода от источника к охлаждаемому продукту не исключает возможности применения различного рода машин и аппаратов.

Примитивным охлаждением будем считать такое охлаждение, когда источником холода и двигательной силой для передачи холода от льда к продуктам является исключительно лед.

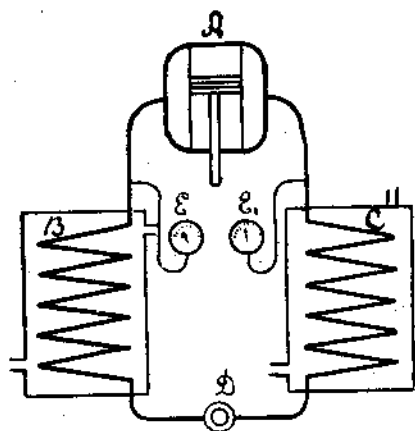
Машинное охлаждение при маслодельных заводах у нас в Союзе пока не получило распространения вследствие того, что холодильные машины в СССР изготавливаются очень в ограниченном количестве и стоимость их нужно признать высокой (около 0,7—1 руб. за калорию часовой холодопроизводительности. Инж. Комаров — „Молочное хозяйство“, № 10, 1927 г.). Что касается эксплуатационных расходов при машинном и ледяном охлаждении в той же статье инж. Комарова приводятся сравнительные таблицы эксплуатационных расходов для трех типов заводов с выработкой в 16.000—24.000; 40.000—56.000; 80.000—96.000 кг масла в год. Из этих таблиц видно, что ледяное охлаждение дешевле машинного для первого завода на 30%, для второго — дешевле на 25% и для третьего — на 13%. Но, принимая во внимание получение при машинном охлаждении более низких температур для хранения масла, сухость воздуха и вследствие этого улучшение качества масла, указанный процент должен понизиться. При подборе соответствующих машин, упрощении ухода за ними и понижении их стоимости можно сказать, что будущее в маслодельной промышленности за машинным охлаждением, в особенности при механизированных заводах и в электрифицированных районах.

Из всех видов холодильных машин наибольшим распространением пользуются компрессионные машины, работающие такими жидкостями (холодильными агентами), которые легко переходят из жидкого состояния в газообразное и под действием охлаждения и давления также легко переходят из газообразного состояния в жидкое.

Из холодильных агентов чаще всего употребляются аммиак, углекислота и сернистый ангидрид.

Действие холодильной машины состоит в следующем: пары холодильного агента компрессором А (черт. 117), представляющим собою всасывающий и нагнетающий насос, нагнетаются в змеевик С, погруженный в воду и называемый конденсатором. Вследствие высокого

давления и охлаждения пары в конденсаторе обращаются в жидкость. Жидкость идет из конденсатора в испаритель (рефрижератор) *В* через регулирующий вентиль *Д*. В испарителе поддерживается более низкое давление, благодаря чему жидкость в испарителе обращается в пар и при испарении отнимает теплоту от окружающего рефрижератор рассола, который и может быть использован на охлаждение помещений. Пары жидкости из рефрижератора вновь засасываются компрессором и процесс начинается снова. *Е* и *Е'* — манометры, показывающие давления и соответствующие им температуры в рефрижераторе и конденсаторе.



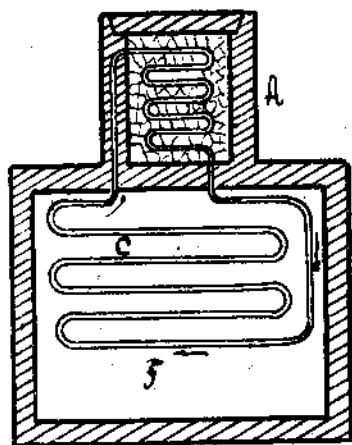
Черт. 117.

Безмашинное охлаждение занимает промежуточное место между механическим охлаждением и примитивным.

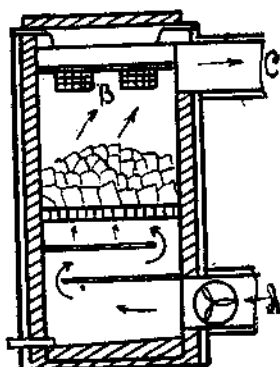
Из систем безмашинного охлаждения одно время пользовалась большим распространением в Америке система Купера. Схема действия этой системы видна из черт. 118, где *А* — бак, в котором находится измельченный лед с солью. В баке проходит первичный змеевик, наполненный раствором хлористого кальция. Первичный змеевик опускается из бака вниз и переходит во вторичный змеевик *С*, который и служит для охлаждения помещения *Р*. Холодный раствор опускается из первичного змеевика вниз, во вторичный змеевик, где нагревается, поднимается вверх и вновь поступает в первичный змеевик.

Для усиления циркуляции раствора в систему можно ввести ручной или приводной насос и тогда бак с первичным змеевиком можно, установить на одном уровне или ниже вторичного змеевика, что облегчает загрузку льда в генераторный бак.

В системе „Норд“ инж. Орлова первичный змеевик заменен баком, погруженным в охлаждающую смесь льда и соли. Замена змеевика баком более обеспечивает правильное действие системы при внезапном изменении расхода холода, так как емкость бака в несколько раз превосходит емкость змеевика в системе Купера.



Черт. 118.

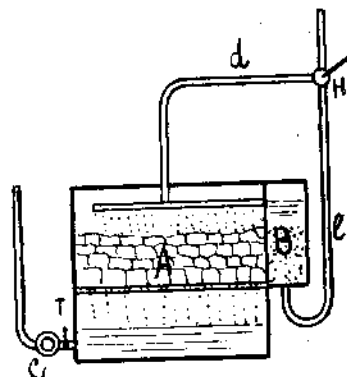


Черт. 119.

Общая схема фригаторной системы изображена на черт. 120, где *A* — резервуар, в который закладывается лед, *B* — меньший резервуар для соли, *C* — насос, который всасывает охлажденный рассол из резервуара *A* и нагнетает его в камеру хранения продуктов. Там рассол отнимает теплоту от продукта, нагревается и по трубе *d* вновь поступает в резервуар.

Если термометр *T* показывает, что рассол, пройдя через лед, имеет недостаточно низкую температуру, то кран *H* перекрывают таким образом, что рассол из холодильной камеры проходит по трубе *e* через бак с солью. Благодаря прохождению рассола через соль концентрация рассола увеличивается и температура таяния льда в баке *A* понижается.

Насос для циркуляции рассола может быть установлен как ручного, так и приводного действия.



Черт. 120.

### Ледники

Из всех систем охлаждения наибольшим распространением в нашем Союзе пользуется примитивное охлаждение (ледники).

Ледники при маслodelьных заводах по большей части строятся без соблюдения элементарнейших правил строительного и холодильного дела, вследствие чего большинство из них совершенно не отвечает своему назначению.

Вследствие плохих ледников, качество масла начинает понижаться с того момента, как только оно поступило в маслохранилище, между

тем как при соответствующем типе, устройстве и уходе ледники, при кратковременном хранении масла, могут дать вполне удовлетворительные результаты.

Хороший ледник должен удовлетворять следующим условиям:

1. Размеры ледника должны соответствовать потребности завода в холоде.
2. Расположение льда и маслохранилища должно быть таково, чтобы передача холода от льда к продукту была обеспечена.
3. Стенки ледника и маслохранилища должны быть малотеплопроводны.
4. Температура в маслохранилище должна быть достаточно низкая и постоянная.
5. Влажность в маслохранилище должна быть умеренная (не выше 80%).
6. Материал, из которого сделан ледник, не должен иметь запаха, который мог бы передаваться маслу.
7. Устройство ледника должно предусматривать удобную загрузку льда и пользование льдом для нужд производства.
8. Вода, полученная от таяния льда, должна отводиться беспрепятственно.
9. Стоимость ледника не должна быть высокой.

Охлаждение в леднике получается за счет таяния льда. Лед при таянии отнимает теплоту от окружающих его предметов, в том числе от воздуха, соприкасающегося со льдом. Передатчиком холода от льда продукту и является воздух, который приходит в движение вследствие разницы в весе одинаковых объемов при разных температурах.

Движение воздуха от льда к охлаждаемому продукту и обратно происходит в ледниках с достаточной интенсивностью лишь тогда, когда лед и продукты расположены между собою соответственным образом.

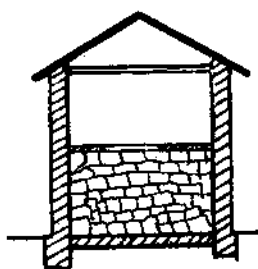
В связи с расположением льда относительно продукта все ледники можно разделить на 3 типа:

1. Ледник с нижней загрузкой льда.
2. Ледник с верхней загрузкой льда.
3. Ледник с боковой загрузкой льда.

Из перечисленных типов в наших маслодельных заводах наибольшей распространенностью пользуются ледники с нижней загрузкой льда (черт. 121). Ледник с нижней загрузкой льда обычно представляет собою яму с опущенным в нее срубом. В яму набивается лед. Сверху яма прикрывается легкой бревенчатой постройкой с крышей, но часто без потолка.

Причиной большого распространения ледников этого типа служит их дешевизна, но, как ледники, они не выдерживают даже самой слабой критики.

Охлаждаемый продукт ставится здесь прямо на лед и циркуляция воздуха в них отсутствует, так как холодный воздух всегда находится внизу, около льда, и не поднимается вверх.



Черт. 121.

Температура в верхней части такого ледника нередко равна наружной температуре. Воздух всегда насыщен водяными парами, что способствует развитию в леднике плесени. Лед плохо изолирован от земли и благодаря этому быстро тает. Отвод талой воды здесь затруднителен, а чаще всего вода совершенно не отводится, а остается в той же яме.

Вода разрыхляет лед и способствует быстрому таянию последнего. В яму для льда всегда возможно попадание грунтовых и дождевых вод, которые действуют на лед еще более разрушительно, чем вода, полученная от таяния льда.

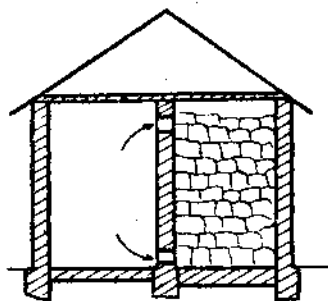
Расположение льда и охлаждаемого продукта в леднике второго типа прямо противоположно только что описанному. Здесь лед расположен сверху, а охлаждаемый продукт внизу (черт. 122).

Такое расположение льда и охлаждаемого продукта теоретически является наиболее правильным, потому что в этом случае получается наиболее совершенная циркуляция воздуха. Воздух, охлаждаясь от соприкосновения с льдом, делается тяжелее и опускается вниз. Здесь он отнимает тепло от продукта, благодаря чему нагревается и поднимается вверх для нового охлаждения. Во избежание встречных потоков нагретого и холодного воздуха, их направляют по разным сторонам льдохранилища, как показано на черт. 122. Отвод воды, полученной вследствие таяния льда, здесь не представляет затруднений.



Черт. 122.

К недостаткам этого типа ледника следует отнести необходимость устройства весьма прочного и хорошо изолированного перекрытия, которое должно выдерживать груз в 3.000 кг на каждый квадратный метр при высоте льдохранилища в 3,5 м.



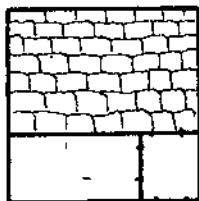
Черт. 123.

Высокое расположение льда затрудняет его загрузку. При плохой изоляции перекрытия на нем снизу осаждаются влага из воздуха, которая в виде капель падает на продукты, во избежание чего ниже перекрытия приходится делать дополнительные приспособления для отвода падающей с перекрытия воды.

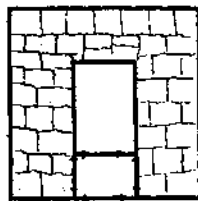
Ледник третьего типа, с боковой загрузкой льда (черт. 123), получил большое распространение в Канаде и потому ледники этого типа носят название „Канадских ледников“. Стенка, отделяющая ледник от маслохранилища, имеет два ряда отверстий. Один ряд отвер-

стей расположен около пола, а другой — около потолка маслохранилища. Воздух, охладившись в леднике, опускается вниз и поступает в маслохранилище через нижние отверстия в стенке. От соприкосновения с охлаждаемыми продуктами воздух нагревается, впитывает в себя часть водяных паров, поднимается вверх и через отверстия под потолком вновь переходит в льдохранилище для повторного охлаждения и осушения.

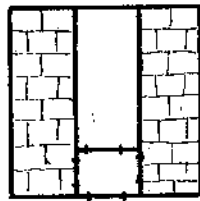
В таком типе ледника отвод талой воды совершается без затруднений; при набивке ледника не требуется поднимать лед на большую высоту и нет надобности в устройстве прочного перекрытия.



Черт. 124.

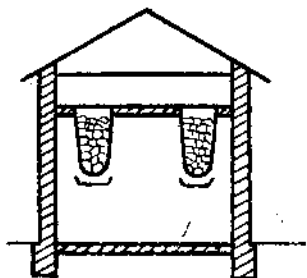


Черт. 125.



Черт. 126.

Взаимное расположение льдохранилища и маслохранилища в плане, в канадском леднике может быть различным. Наиболее часто встречающиеся варианты планировки ледника с боковой загрузкой льда изображены на черт. 124—126. Перед входом в маслохранилище всегда делается тамбур в целях большей изолированности маслохранилища и во избежание впуска большого количества теплого воздуха при открывании дверей маслохранилища. Вход в ледник с целью получения льда на нужды производства делается из тамбура, а не из маслохранилища.



Черт. 127.

Танковая система охлаждения состоит в том, что к потолку маслохранилища подвешиваются узкие и высокие резервуары из оцинкованного железа (танки). (Черт. 127).

В танки с верхнего этажа или с чердака загружается лед с солью, сверху танки прикрываются хорошо изолированными, плотными крышками. Теплый воздух маслохранилища от соприкосновения с холодными стенками танков охлаждается и выделяет на стенках танков часть заключающихся в нем водяных паров. Пары оседают на стенках танков в виде капель и стекают в жолоб под танком, откуда отводятся по особой трубе. После охлаждения воздух опускается вниз, отнимает

теплоту от продуктов, впитывает часть водяных паров и поднимается вверх для нового охлаждения и осушения.

При хорошей изоляции стен, правильном расчете, хорошо устроенной вентиляции и при искусственном усилении циркуляции воздуха, танковая система может поддерживать температуру до  $-6^{\circ}$ , но требует весьма тщательного выполнения и внимательного ухода.

Температура таяния льда в танках зависит от содержания в смеси соли.

Следующая таблица показывает температуру таяния смеси в зависимости от содержания в смеси соли.

| Содержание соли<br>в смеси в % по<br>весу | Температ. таяния<br>смеси в град. С | Содержание соли<br>в смеси в % по<br>весу | Температ. таяния<br>смеси в град. С |
|-------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| 0                                         | $0^{\circ}$                         | 14                                        | $-9^{\circ}$                        |
| 2                                         | $-1,1^{\circ}$                      | 16                                        | $-10,5^{\circ}$                     |
| 4                                         | $-2,4^{\circ}$                      | 18                                        | $-12,1^{\circ}$                     |
| 6                                         | $-3,5^{\circ}$                      | 20                                        | $-13,7^{\circ}$                     |
| 8                                         | $-4,9^{\circ}$                      | 22                                        | $-15,2^{\circ}$                     |
| 10                                        | $-6,1^{\circ}$                      | 24                                        | $-16,9^{\circ}$                     |
| 12                                        | $-7,5^{\circ}$                      | 26                                        | $-18,7^{\circ}$                     |

### Расчет ледника

Количество льда, которое должно дать необходимый запас холода на теплый период, может быть приблизительно определено на основании данных, приводимых в Справочнике Маслоцента и в книге проф. Кочергина (Руководство по приготовлению экспортного масла).

По Справочнику Маслоцента, на каждые 1.638 кг. перерабатываемого в теплое время молока требуется 0,36 куб. м (1 куб. аршин на 100 пудов). По проф. Кочергину годовой запас льда должен быть равным 0,72 куб. м на каждые 16,38 кг самого большого суточного молока. (2 куб. арш. на 1 пуд).

Эти нормы близко сходятся между собою и более или менее отвечают действительности, но при условии правильного расходования льда и надлежащего устройства ледника.

Расходование льда может быть различным в зависимости от условий производства, а потому приведенные выше нормы могут служить лишь в качестве ориентировочных данных для составления точного калорического расчета холода с учетом всех особенностей данного рода производства.

Холод и теплота измеряются калориями. Калория представляет собою количество теплоты, которое необходимо для нагревания 1 кг воды на 1° С.

Количество теплоты в больших калориях, проникающее в течение 1 часа через стенку из какого-либо материала, толщиной в 1 м, площадью в 1 кв. м при разнице температур с той и другой стороны стенки в 1°С, называется коэффициентом теплопроводности данного материала.

Количество теплоты, проходящее через 1 кв. м стенки заданной толщины, в течение 1 часа, при разнице температур с той и другой стороны стенки в 1° носит название коэффициента теплопередачи.

Чтобы обратить 1 кг льда при температуре 0° в воду той же температуры, необходимо затратить 80 больших калорий.

Расход холода в условиях работы маслодельного завода состоит из следующих статей:

1. Потери холода через стены, пол и потолок ледника и маслохранилища.
2. Охлаждение продуктов (масло, сливки после пастеризации и т. п.).
3. Потери холода при вентиляции холодильных помещений.
4. Непосредственный расход льда (на охлаждение сливок в маслобойке при сбивании).
5. На открывание дверей, вхождение людей и т. п.

Потери холода через стены, пол и потолок ложатся тяжелым бременем на холодильное хозяйство, и задача строителя состоит в том, чтобы сделать эти потери холода как можно меньше.

Потери холода через стены, пол и потолок определяются по формуле

$$Q_1 = k \cdot F \cdot (t - t_1) \dots \dots \dots (1)$$

где  $Q_1$  — количество калорий, теряемое помещением в 1 час;

$k$  — коэффициент теплопередачи;

$F$  — площадь стен, потолка и пола;

$t$  и  $t_1$  — температура наружного воздуха или почвы и температура воздуха в холодильном помещении.

Коэффициент теплопередачи  $k$  зависит от устройства стен, полов и потолков. Чем лучше они изолированы, тем меньше будет коэффициент теплопередачи и тем лучше будет сохраняться лед в леднике, а температура в маслохранилище будет устойчивее. Но уменьшение коэффициента теплопередачи влечет за собою увеличение стоимости ледника. Наиболее выгодным коэффициентом теплопередачи в смысле сохранения льда и стоимости устройства ледника считается такой коэффициент, который колеблется в пределах от 0,3 до 0,5.

Наружную температуру  $t$  берут из таблицы средних месячных температур, пользуясь данными того пункта, который расположен ближе к месту постройки завода.

Таблица средних месячных температур воздуха в град. С

| Название места | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май   | Июнь  | Июль  | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год |
|----------------|--------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|----------|---------|--------|---------|--------|
| Архангельск    | -13,7  | -12,6   | -7,5  | -1,3   | +4,9  | +12,0 | +15,8 | +13,8  | +8,2     | +1,4    | +5,8   | -11,4   | +0,3   |
| Астрахань      | -7,3   | -6,3    | -0,2  | +8,7   | +17,0 | +22,0 | +25,0 | +23,5  | +17,2    | +10,0   | +3,0   | -3,5    | +9,3   |
| Баку           | +3,4   | -       | -     | +11,1  | -     | -     | +25,8 | -      | -        | +16,6   | -      | -       | +14,3  |
| Барнаул        | -19,0  | -16,5   | -9,2  | -1,5   | +11,0 | +17,5 | +20,5 | +17,5  | +11,5    | +2,3    | +9,0   | -15,5   | +1,0   |
| Белгород       | -8,5   | -6,8    | -1,5  | +6,8   | +15,2 | +19,1 | +21,4 | +19,7  | +14,6    | +7,6    | +0,2   | -5,2    | +7,0   |
| Брянск         | -9,2   | -7,5    | -2,8  | +5,6   | +14,0 | +18,3 | +20,4 | +18,7  | +13,2    | +6,5    | +1,2   | -6,7    | +6,2   |
| Владивосток    | -14,8  | -10,6   | -2,9  | +4,0   | +9,3  | +13,7 | +18,9 | +20,9  | +16,3    | +9,2    | +1,2   | -10,0   | +4,4   |
| Вологда        | -12,4  | -11,9   | -6,6  | +1,3   | +9,1  | +14,8 | +17,3 | +15,7  | +10,0    | +2,9    | +3,1   | -8,8    | +2,4   |
| Воронеж        | -9,8   | -8,0    | -3,0  | +6,2   | +15,0 | +19,1 | +21,3 | +19,7  | +14,0    | +7,0    | +1,2   | -6,7    | +6,2   |
| Гомель         | -6,0   | -5,6    | -1,0  | +6,4   | +14,0 | +18,2 | +20,0 | +18,7  | +13,5    | +7,3    | +0,4   | -4,8    | +6,7   |
| Свердловск     | -15,2  | -13,0   | -7,0  | +2,6   | +11,1 | +16,5 | +19,5 | +16,4  | +10,0    | +2,1    | +7,0   | -14,0   | +1,8   |
| Днепропетровск | -6,0   | -5,0    | +0,2  | +8,8   | +16,2 | +20,0 | +23,0 | +21,5  | +15,0    | +9,2    | +2,5   | -3,0    | +8,6   |
| Казань         | -13,8  | -12,4   | -6,9  | +3,2   | +12,1 | +17,1 | +19,7 | +17,4  | +10,8    | +3,7    | +3,8   | -11,6   | +3,0   |
| Киев           | -6,0   | -4,8    | 0,0   | +7,7   | +14,8 | +18,8 | +20,3 | +19,6  | +14,7    | +8,3    | +4,5   | -4,0    | +7,7   |
| Краснодар      | -2,1   | +0,4    | +5,1  | +10,7  | +18,5 | +21,2 | +25,2 | +25,3  | +18,9    | +13,8   | +5,7   | -2,5    | +12,1  |
| Курск          | -9,0   | -7,2    | -2,3  | +6,2   | +14,7 | +18,8 | +20,9 | +19,4  | +14,0    | +7,2    | +0,9   | -6,0    | +4,4   |
| Москва         | -10,6  | -9,3    | -3,8  | +4,2   | +12,5 | +17,3 | +19,7 | +18,0  | +11,9    | +5,0    | +2,1   | -9,6    | +4,1   |
| Нижегород      | -12,0  | -10,0   | -4,4  | +3,8   | +12,9 | +17,7 | +20,0 | +18,2  | +11,6    | +4,3    | +3,6   | -9,6    | +4,1   |
| Новосибирск    | -20,0  | -18,0   | -10,0 | 0,0    | +10,0 | +16,5 | +19,7 | +17,0  | +10,5    | +1,5    | +11,5  | -17,5   | +0,2   |
| Одесса         | -3,2   | -2,4    | +2,2  | +8,9   | +16,0 | +20,6 | +23,1 | +22,0  | +17,1    | +11,4   | +5,2   | +0,3    | +10,9  |
| Омск           | -19,8  | -17,4   | -10,0 | +0,5   | +11,9 | +17,0 | +20,5 | +17,0  | +11,0    | +1,9    | +9,0   | -16,6   | +0,4   |
| Оренбург       | -15,5  | -13,8   | -7,8  | +3,8   | +14,7 | +19,6 | +22,2 | +20,3  | +13,3    | +4,5    | +4,1   | -11,7   | +3,8   |
| Пенза          | -19,0  | -10,0   | -5,0  | +5,0   | +14,5 | +19,3 | +21,2 | +19,4  | +13,0    | +5,6    | +2,5   | -8,6    | +5,0   |
| Пермь          | -15,7  | -13,0   | -7,0  | +7,8   | +10,0 | +16,0 | +19,1 | +16,2  | +9,7     | +1,8    | +7,0   | -13,7   | +2,0   |
| Ленинград      | -9,3   | -8,4    | -4,7  | +2,1   | +8,7  | +14,8 | +17,7 | +16,1  | +10,8    | +4,5    | +1,6   | -6,6    | +3,7   |
| Подгата        | -7,0   | -5,6    | -0,5  | +8,0   | +15,5 | +19,5 | +21,7 | +20,4  | +15,2    | +8,3    | +1,5   | -4,2    | +7,8   |
| Самара         | -14,0  | -12,0   | -6,3  | +4,2   | +14,1 | +19,0 | +21,4 | +19,4  | +12,8    | +4,8    | +8,1   | -10,8   | +4,0   |
| Саратов        | -12,0  | -9,8    | -4,5  | +5,2   | +15,3 | +20,0 | +22,4 | +20,8  | +14,3    | +6,4    | +1,5   | -8,0    | +6,0   |
| Ташкент        | -1,1   | +1,1    | +8,5  | +15,0  | +21,3 | +25,1 | +26,5 | +23,9  | +21,3    | +11,3   | +5,9   | +2,8    | +13,2  |
| Тифлис         | +1,0   | -       | -     | -      | -     | -     | +26,0 | -      | -        | -       | -      | -       | +15,0  |
| Уфа            | -13,9  | -12,7   | -6,7  | +3,1   | +13,0 | +17,4 | +20,9 | +17,5  | +11,3    | +5,6    | +6,0   | -11,2   | +3,0   |
| Харьков        | -7,8   | -6,4    | -1,2  | +7,5   | +15,5 | +19,5 | +21,7 | +20,0  | +15,0    | +8,0    | +0,8   | -4,7    | +7,4   |
| Сталинград     | -9,7   | -8,5    | -2,0  | +7,6   | +16,5 | +21,6 | +24,2 | +22,7  | +15,9    | +7,8    | +0,8   | -6,0    | +7,8   |
| Ялта           | +3,0   | +3,5    | +6,5  | +10,7  | +16,3 | +20,7 | +24,2 | +24,2  | +19,5    | +14,6   | +10,0  | +6,7    | +13,4  |

Средняя температура почвы принимается  $12^{\circ}$ .

Средняя влажность воздуха летом:

|                                          |      |
|------------------------------------------|------|
| для северной полосы . . . . .            | 80 % |
| "  средней                   . . . . .   | 70 % |
| "  южной                   . . . . .     | 65 % |
| "  Туркестана, Крыма и Кавказа . . . . . | 55 % |

Суточные потери холода на охлаждение вносимого в холодильное помещение масла определяются по формуле:

$$Q_2 = P \cdot c \cdot (t - t_1) \dots \dots \dots (2)$$

где  $Q_2$  — количество холода, потребное для охлаждения масла,  
 $P$  — вес масла в кг, внесенного в маслохранилище за сутки,  
 $c$  — теплоемкость масла,  
 $t$  — начальная температура масла,  
 $t_1$  — температура маслохранилища.

Потери холода на охлаждение сливок после пастеризации определяются такою же формулою, как и в предыдущем случае:

$$Q_3 = P_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1) \dots \dots \dots (3)$$

где  $P_1$  — вес сливок в кг,  $c_1$  — их теплоемкость,  $t$  и  $t_1$  — начальная и конечная температуры сливок.

Если сливки после пастеризации охлаждаются на холодильнике водою, которая не нуждается в добавлении к ней льда, этот расход холода может быть исключен.

Потери на вентиляцию определяются формулою:

$$Q_4 = M \cdot n [0,31 (t - t_1) + 0,61 (gh - g_1 h_1)] \dots \dots \dots (4)$$

где  $Q_4$  — количество холода, нужное для охлаждения вводимого воздуха до температуры маслохранилища и для поглощения теплоты, выделяющейся при конденсации водяных паров, введенных в маслохранилище вместе с воздухом;

$M$  — объем в куб. м вентилируемого помещения;

$n$  — многократность обмена воздуха в сутки, которая для маслохранилища обычно принимается равною 2;

0,31 — объемная теплоемкость воздуха;

$t$  и  $t_1$  — температуры вводимого воздуха и воздуха в маслохранилище.

Теплый воздух содержит водяных паров больше, чем холодный. При охлаждении воздуха часть заключающихся в нем водяных паров обращается в воду и при этом пар выделяет свою скрытую теплоту, которая также должна быть поглощена холодом льдохранилища. 0,61 — количество теплоты, которое выделяет 1 г водяного пара, обращаясь в воду,

$g$  и  $g_1$  — содержание водяных паров в 1 куб. м наружного воздуха и воздуха в маслохранилище в состоянии насыщения (см. таблицу);

$h$  и  $h_1$  — относительные влажности наружного воздуха и воздуха в маслохранилище.

Вес, плотность воздуха и содержание в нем воды.

(При давлении 760 мм рт. столба)

| Температура<br>по С | Вес 1 куб. м<br>сухого<br>воздуха в кг | Содержание<br>воды в насы-<br>щенном<br>воздухе<br>в г/куб. м | Температура<br>по С | Вес 1 куб. м<br>сухого<br>воздуха в кг | Содержание<br>воды в насы-<br>щенном<br>воздухе<br>в г/куб. м |
|---------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| - 10                | 1,342                                  | 2,303                                                         | 32                  | 1,154                                  | 33,5                                                          |
| - 8                 | 1,332                                  | 2,680                                                         | 34                  | 1,150                                  | 37,3                                                          |
| - 6                 | 1,322                                  | 3,117                                                         | 35                  | 1,146                                  | 39,3                                                          |
| - 4                 | 1,312                                  | 3,623                                                         | 36                  | 1,142                                  | 41,4                                                          |
| - 2                 | 1,303                                  | 4,209                                                         | 38                  | 1,135                                  | 45,9                                                          |
| ± 0                 | 1,293                                  | 4,876                                                         | 40                  | 1,128                                  | 50,8                                                          |
| + 2                 | 1,284                                  | 5,580                                                         | 42                  | 1,121                                  | 56,1                                                          |
| + 4                 | 1,275                                  | 6,370                                                         | 43                  | 1,117                                  | 58,9                                                          |
| + 6                 | 1,265                                  | 7,259                                                         | 44                  | 1,114                                  | 61,9                                                          |
| + 8                 | 1,256                                  | 8,257                                                         | 45                  | 1,110                                  | 65,0                                                          |
| + 10                | 1,247                                  | 9,342                                                         | 50                  | 1,093                                  | 82,3                                                          |
| + 12                | 1,239                                  | 10,618                                                        | 55                  | 1,076                                  | 103,6                                                         |
| + 14                | 1,230                                  | 12,007                                                        | 60                  | 1,060                                  | 129,3                                                         |
| + 16                | 1,222                                  | 13,554                                                        | 65                  | 1,044                                  | 160,0                                                         |
| + 18                | 1,213                                  | 15,270                                                        | 70                  | 1,029                                  | 196,6                                                         |
| + 20                | 1,205                                  | 17,177                                                        | 75                  | 1,014                                  | 239,9                                                         |
| + 22                | 1,197                                  | 19,286                                                        | 80                  | 1,000                                  | 290,7                                                         |
| + 24                | 1,186                                  | 21,617                                                        | 85                  | 0,986                                  | 350,0                                                         |
| + 26                | 1,181                                  | 24,168                                                        | 90                  | 0,973                                  | 418,8                                                         |
| + 28                | 1,173                                  | 27,016                                                        | 95                  | 0,959                                  | 498,3                                                         |
| + 30                | 1,165                                  | 30,130                                                        | 100                 | 0,947                                  | 589,5                                                         |

Потери холода на охлаждение сливок при сбивании выражаются формулой (3), где  $t$  и  $t_1$  — температуры сливок в конце и в начале сбивания. Количество холода, полученное по этой формуле, необходимо увеличить, по крайней мере, на 25%, так как при взятии льда, при промывке и отвешивании его всегда получаются дополнительные потери.

Кроме перечисленных потерь холода, которые могут быть учтены более или менее точно, существуют другие потери, которые точно учесть не представляется возможным. Эти потери слагаются из потерь вследствие открывания дверей, пребывания в холодильных помещениях людей, освещения и т. п. Из практики холодильного дела выяснено,

что они составляют от 10% до 20% от суммы всех расходов холода, в зависимости от величины холодильной установки, при чем для малых установок берется 20% и для больших — 10%.

Числовой пример. Маслодельный завод с канадскою системою охлаждения перерабатывает 3.000 кг молока в сутки в период наибольшего поступления молока на завод.

Требуется произвести калорические расчеты для определения потребности завода в холоде на весь теплый период.

Исходные размеры ледника могут быть взяты из таблицы на стр. 13, или из тех опытных данных, которые приведены на стр. 128.

Объем ледника по таблице на стр. 13, при высоте его в 4 м, будет:

$$6,75 \times 5,7 \times 4 = 154 \text{ куб. м}$$

Опытные данные Справочника Маслоцентра дают следующие размеры:

$$\frac{3000 \cdot 30 \cdot 60 \cdot 0,36}{16 \cdot 1638} = 74 \text{ куб. м}$$

По проф. Кочергину:

$$\frac{3000 \cdot 0,72}{16,38} = 132 \text{ куб. м}$$

Сопоставляя полученные цифры, видим, что в каждом отдельном случае получаются различные результаты и необходимость калорического расчета становится очевидной, тем более, что коэффициент теплопередачи и способ изоляции стен во всех случаях не указаны.

Из полученных трех объемов ледников берем средний объем в 132 куб. м.

Задаваясь высотой ледника в 4,5 м получаем площадь пола ледника

$$132 : 4,5 = 29,33 \text{ кв. м.}$$

Площади полов маслохранилищ, указанные в таблице на стр. 13, рассчитаны на длительное хранение масла, между тем как нет никакой надобности хранить масло при заводе более длительное время, чем это вызвано необходимостью, тем более, что условия хранения масла на маслодельных заводах всегда заставляют желать лучшего. Семидневное хранение масла можно считать достаточным для его охлаждения и накопления нужных количеств для отправки, а потому, исходя из этого срока хранения, и следует брать размеры маслохранилища, тем более, что ненужное увеличение маслохранилища влечет за собою увеличение потерь холода через стены, пол и потолок и затрудняет поддержание в нем равномерной температуры.

Рассчитывая на семидневное хранение масла и исходя из нормы загрузки 8 бочек на 1 кв. м площади пола, при ежедневной выработке масла 150 кг, получаем необходимую площадь пола маслохранилища:

$$\frac{150 \cdot 7}{50 \cdot 8} \approx 3 \text{ кв. м.}$$

Оставляя столько же для проходов, получаем общую площадь маслохранилища в 6 кв. м.

Площадь пола тамбура берем 3 кв. м.

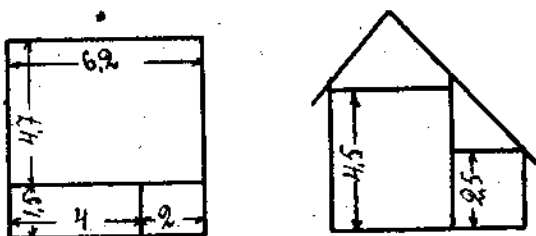
Тогда сумма площадей ледника, маслохранилища и тамбура будет равна:

$$29,33 + 6 + 3 = 38,33 \text{ кв. м.}$$

В целях получения наименьшей площади стен всего холодильного устройства, принимаем общую площадь пола за квадрат, сторона которого будет:

$$\sqrt{38,33} = 6,2 \text{ м}$$

Планируя взаимное расположение ледника, маслохранилища и тамбура в пределах принятого квадрата, получаем размеры отдельных помещений, указанные на черт. 128.



Черт. 128.

При этих размерах и высоте маслохранилища в 2,5 м, общая площадь наружных стен будет равна:

$$(6,2 + 4,7 \times 2) \times 4,5 + 6,2 \times (4,5 - 2,5) + (1,5 \times 2 + 2 + 4) \times 2,5 = 105,1 \text{ кв. м.}$$

Площади пола и потолка будут:

$$6,2 \times 4,7 + 1,5 \times 2 + 1,5 \times 4 = 38,14 \text{ кв. м.}$$

Суточные потери холода через стены и потолок, при коэффициенте теплопередачи 0,4, наружной температуре  $+20^\circ$  и температуре в леднике и маслохранилище  $+2^\circ$  будут равны:

$$Q' = 0,4 \times (105,1 + 38,14) \times (20 - 2) \times 24 = 24.752 \text{ кал.}$$

Суточные потери через пол при том же коэффициенте теплопередачи и при температуре почвы  $+12^\circ \text{C}$  будут:

$$Q'' = 0,4 \times 38,14 \times (12 - 2) \times 24 = 3.662 \text{ кал.}$$

Сумма потерь через стены, потолок и пол равна:

$$Q_1 = Q' + Q'' = 24752 + 3662 = 28.414 \text{ кал.}$$

Ежедневная выработка масла равна 150 кг.

Масло вносится в маслохранилище при температуре  $+15^{\circ}$  и охлаждается до  $+2^{\circ}$ ; теплоемкость масла принимаем 0,85, тогда расход холода на охлаждение масла будет:

$$Q_2 = 150 \times 0,85 \times (15 - 2) = 1.658 \text{ кал.}$$

Расход холода на охлаждение сливок после пастеризации с  $75^{\circ}$  до  $7^{\circ}$  при теплоемкости сливок 0,92 и при количестве сливок равном  $3000 \times 0,15 = 450 \text{ кг}$ , будет:

$$Q_3 = 450 \times 0,92 \times (75 - 7) = 28.152 \text{ кал.}$$

Потери холода на охлаждение вводимого в маслохранилище воздуха при вентиляции и на поглощение скрытой теплоты содержащихся в воздухе водяных паров, при обращении их в воду, будут равны:

$$Q_4 = M \cdot n \times [0,31 \times (t - t_1) + 0,61 \times (gh - g_1 h_1)]$$

где  $M$  — объем маслохранилища и тамбура, равный:

$$(4 \times 1,5 + 2 \times 1,5) \times 2,5 = 22,5 \text{ куб. м}$$

$n$  — многократность обмена воздуха в сутки, принимаем  $= 2$ ;

$t$  — температура наружного воздуха  $+20^{\circ}$ ;

$t_1$  — температура в маслохранилище  $+2^{\circ}$ ;

$g$  и  $g_1$  — содержание водяных паров в воздухе в состоянии насыщения при  $+20^{\circ}$  берем из таблицы на стр. 132 — 17,177 и при температуре  $+2^{\circ} = 5,58$ ;

$h$  и  $h_1$  — относительные влажности воздуха снаружи и в маслохранилище принимаем  $80\%$ .

Разность  $gh - g_1 h_1$  — дает нам то количество водяных паров, которое должно обратиться в воду при изменении температуры воздуха.

Подставляя в вышеприведенную формулу принятые величины, получаем:

$$Q_4 = 22,5 \times 2 [0,31 \times (20 - 2) + 0,61 (17,177 \times 0,8 - 5,58 \times 0,8)] = 506 \text{ кал.}$$

Расход холода на понижение температуры сливок при сбивании, считая увеличение температуры на  $3^{\circ}$ , будет равен:

$$3 \times 450 \times 0,92 = 1.242 \text{ кал.}$$

Полученное число увеличиваем на  $25\%$  и тогда:

$$Q_5 = 1242 + 25\% = 1.542 \text{ кал.}$$

Сумма всех потерь будет равна:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 28.414 + 1.658 + 28.152 + 506 + 1.542 = 60.272 \text{ кал.}$$

Прибавляя сюда  $20\%$  полученной суммы на открывание дверей, входение людей, освещение и др., получим общие суточные расходы холода:

$$60.272 + 60.272 \times 0,20 = 72.326 \text{ кал.}^*$$

Теплый период берем 5 месяцев и расход холода за весь теплый период будет равен:

$$72\,324 \times 150 = 10\,848\,600 \text{ кал.}$$

Каждый килограмм льда при  $0^{\circ}$ , обращаясь в воду той же температуры, отнимает 80-калорий, откуда следует, что для поглощения 10.848.600 калорий необходимо иметь:

$$10\,848\,600 : 80 = 135\,608 \text{ кг льда.}$$

1 куб. м льда при сплошном массиве весит 842 кг. При набивке льда с небольшими промежутками вес 1 куб. м льда будет около 800 кг, следовательно, для нашего производства необходимо:

$$135\,608 : 800 = 169,5 \text{ куб. м льда.}$$

Из calorического расчета видно, что принятая нами исходная цифра в 132 куб. м льда для данного рода производства недостаточна.

Недостаток льда выражается в  $169,5 - 132 = 37,5$  куб. м.

Чтобы обеспечить производство запасами холода, можно:

1. Сделать дополнительные запасы льда в виде бунтов.
2. Отнести часть расходов холода на воду, установив в заводе холодильник и охлаждая на нем сливки после пастеризации.
3. Уменьшить коэффициент теплопередачи стен, полов и потолков.
4. Увеличить принятые размеры ледника.

О запасах льда в виде бунтов будет сказано ниже. Что касается отнесения части расходов холода на воду, так это вполне возможно при наличии в источнике холодной воды в достаточном количестве.

Предположим, что наш завод обеспечен холодной водою. Для охлаждения сливок после пастеризации мы устанавливаем круглый холодильник Шмидта соответствующей производительности. Холодильники Шмидта могут охлаждать молоко или сливки до температуры на  $2^{\circ} - 4^{\circ}$  выше температуры воды, питающей холодильник. Пусть вода имеет температуру  $12^{\circ}$ , при этих условиях мы можем охладить сливки на холодильнике до  $15^{\circ}$ , тогда для охлаждения сливок с  $15^{\circ}$  до температуры их созревания, т. е. до  $7^{\circ}$ , нужно затратить  $450 \times 0,92 (15 - 7) = 3\,312$  калорий.

Суточная экономия холода от введения холодильника составляет:  $28\,152 - 3\,312 = 24\,840$  кал., а за весь теплый период она выразится в

$$\frac{24\,840 \cdot 150}{80 \cdot 800} = 58 \text{ куб. м льда.}$$

Таким образом, вследствие применения холодильника, мы можем уменьшить запасы льда, полученные при calorическом расчете, на 58 куб. м.

Недостаток льда по расчету у нас выражался в количестве 37,5 куб. м, следовательно, экономия, полученная в результате применения холодильника, покрывает недостаток с избытком в  $58 - 37,5 = 20,5$  куб. м.

и объем ледника в 132 куб. м, принятый нами, как исходный, будет достаточен и даже с запасом в 20,5 куб. м.

Уменьшение коэффициента теплопередачи влечет за собою уменьшение потерь холода через стены, пол и потолок. Недостаток льда в 37,5 куб. м на сезон, или около 1.600 калорий в сутки, можно сэкономить только при условии уменьшения принятого нами коэффициента теплопередачи более чем вдвое.

Такое значительное уменьшение коэффициента теплопередачи повлекло бы за собою сильное увеличение стоимости изоляции. При тех изоляционных материалах, которые обычно употребляются при устройстве ледников маслодельных заводов, добиться столь низкого коэффициента теплопередачи почти невозможно, а потому ориентироваться на уменьшение расхода холода путем уменьшения коэффициента теплопередачи в данном случае не приходится.

Если бы мы пожелали покрыть недостаток холода путем увеличения объема ледника, то необходимо учесть и то обстоятельство, что с увеличением объема ледника увеличивается и его поверхность, а вместе с поверхностью увеличиваются и потери холода через стены, пол и потолок. Исходя из этих соображений, объем ледника следует увеличивать не на 37,5 куб. м, а в 1,5 раза более, с тем, чтобы компенсировать увеличившиеся потери холода вследствие теплопередачи и произвести новые калорические расчеты.

В нашем случае объем ледника необходимо увеличить на  $37,5 \times 1,5 = 56,25$  куб. м, тогда объем ледника будет  $132 + 56,25 = 188,25$  куб. м. Оставляя высоту и длину ледника прежними, получаем его ширину, которая будет равна:  $\frac{188,25}{4,5 \cdot 6,2} = 6,75$  м (черт. 129).

Сделав калорический расчет при новых размерах ледника, мы получим, что вновь принятые размеры ледника вполне будут соответствовать потребностям производства в холоде, а именно: — потери через стены, пол и потолок будут равны 35.017 кал. Все остальные потери выражаются теми же цифрами, как и в предыдущем случае:

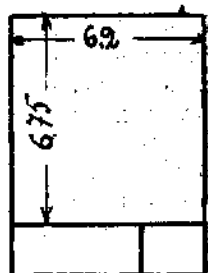
$$1658 + 28152 + 506 + 1542 = 31.858 \text{ кал.}$$

Сумма всех суточных потерь холода будет равна:

$$35017 + 31858 + [35017 + 31858] \times 0,20 = 80.250 \text{ кал.}$$

За весь теплый период потери составляют:

$$\frac{80250 \cdot 150}{80 \cdot 800} = 188 \text{ куб. м льда.}$$



Черт. 129.

### Расчет танковой системы

Льдохранилище при танковой системе может быть построено из того же материала, как и маслохранилище, вплотную к последнему или в некотором отдалении, но при условии, чтобы загрузка льда в танки не была затруднительна.

При танковой системе можно и не строить специального льдохранилища, заготавливая лед в виде ледяных стогов или бунтов, о которых будет сказано ниже.

Калорические расчеты для определения годового запаса льда при танковой системе ведутся по тому же пути, как это делается для канадской системы охлаждения. Помещения маслохранилища и тамбура при танковой системе охлаждаются каждое за счет собственного источника холода (льда в танках), и для выявления величины этого источника необходимо учесть расход холода по каждому помещению отдельно.

Чтобы танковая система обеспечивала холодом маслохранилище, поверхность и объем танков должны соответствовать потребности маслохранилища в холоде.

Поверхность танков определяется формулой:

$$F = \frac{Q}{k \cdot (t - t_1)}$$

где  $F$  — поверхность танков в кв. м;

$Q$  — расход холода в маслохранилище в кал/час;

$k$  — коэффициент холодопередачи в 1 час, через 1 кв. м стенки танка, на 1° разницы температур холодильной смеси в танке и воздуха в маслохранилище ( $k$  для танков принимается равным 12);

$t$  и  $t_1$  — температуры холодильной смеси в танках и воздуха в маслохранилище.

**Числовой пример.** Предположим, что на заводе, для которого мы делали калорические расчеты, вместо канадской системы, мы пожелаем установить танковое охлаждение.

Тогда исходные размеры ледника, маслохранилища и тамбура берем те же, как и в предыдущем случае (черт. 128).

Температуру в леднике принимаем  $+2^\circ$ , в маслохранилище  $0^\circ$  и в тамбуре  $+5^\circ$ .

Часовые потери холода через стены, пол и потолок будут следующие:

#### 1. Ледник.

|                                       |                                                              |               |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------|
| Через 3 наружных стены:               | $0,4 \times (6,2 + 4,7 \times 2) \times 4,5 \times (20 - 2)$ | = 505,44 кал. |
| " наружную стену выше маслохранилища: | $0,4 \times [6,2 \times (4,5 - 2,5)] \times (20 - 2)$        | = 89,28 "     |
| " потолок:                            | $0,4 \times 6,2 \times 4,7 \times (20 - 2)$                  | = 209,8 "     |
| " пол:                                | $0,4 \times 6,2 \times 4,7 \times (12 - 2)$                  | = 116,56 "    |
| " стену, примыкающую к маслохранилищу |                                                              | потерь нет.   |
| " стену, примыкающую к тамбур:        | $0,4 \times 2 \times 2,5 \times (5 - 2)$                     | = 6 кал.      |

Итого часовые потери в леднике . = 927,08 кал.

## 2. Маслохранилище.

|                       |                                                   |                            |      |
|-----------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|------|
| Через наружные стены: | $0,4 \times (1,5 + 4) \times 2,5 \times (20 - 0)$ | $\dots \dots \dots = 110$  | кал. |
| стену к леднику:      | $0,4 \times 4 \times 2,5 \times (2 - 0)$          | $\dots \dots \dots = 8$    | "    |
| стену к тамбуру:      | $0,4 \times 1,5 \times 2,5 \times (5 - 0)$        | $\dots \dots \dots = 7,5$  | "    |
| потолок:              | $0,4 \times 4 \times 1,5 \times (20 - 0)$         | $\dots \dots \dots = 48$   | "    |
| пол:                  | $0,4 \times 4 \times 1,5 \times (12 - 0)$         | $\dots \dots \dots = 28,8$ | "    |

Итого часовые потери в маслохранилище  $\dots = 202,3$  кал.  
а в сутки  $202,3 \times 24 = 4.855,2$  кал.

## 2. Тамбур.

|                                  |                                                   |                            |             |
|----------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------|
| Через наружные стены:            | $0,4 \times (1,5 + 2) \times 2,5 \times (20 - 5)$ | $\dots \dots \dots = 52,5$ | кал.        |
| стены к леднику и маслохранилищу | $\dots \dots \dots$                               | $\dots \dots \dots$        | потерь нет. |
| потолок:                         | $0,4 \times 2 \times 1,5 \times (20 - 5)$         | $\dots \dots \dots = 18$   | кал.        |
| пол:                             | $0,4 \times 2 \times 1,5 \times (12 - 5)$         | $\dots \dots \dots = 8,4$  | "           |

Итого часовые потери в тамбуре  $\dots = 78,9$  кал.  
а в сутки  $78,9 \times 24 = 1.893,6$  кал.

Часовые потери холода через стены, пол и потолок ледника, маслохранилища и тамбура будут равны:  $927,08 + 202,3 + 78,9 = 1.208,28$  кал. или  $1208,28 \times 24 \approx 29.000$  кал. в сутки.

Это количество холода и принимается при определении запасов льда на теплый период.

Предполагая установить танки в маслохранилище и тамбуре и учитывая расходы холода для каждого помещения отдельно, имеем, что суточные расходы холода в маслохранилище слагаются из следующих статей:

1. Потери холода через стены, пол и потолок  $\dots \dots \dots 4.855,2$  кал.
2. Потери на охлаждение масла  $\dots \dots \dots 1.658$  "
3. Потери на вентиляцию:  $4 \times 1,5 \times 2,5 \times 2 \times [0,31 \times (20 - 0) + 0,61 \times (17,177 \times 0,8 - 4,876 \times 0,8)]$   $\dots \dots \dots 366$  "
4. Потери на открывание дверей, вхождение людей и др. 20% от суммы всех прочих расходов холода в маслохранилище  $\dots \dots \dots 1.376$  "

Итого  $\dots \dots \dots 8.255$  кал.

Подобным же образом находим, что суточные потери в тамбуре будут равны  $\dots \dots \dots 2.446$  кал.

Поверхность танков для маслохранилища при температуре смеси в танках  $-6^\circ$  будет равна:

$$F = \frac{8255}{24 \cdot 12 \cdot (-6 - 0)} \approx 4,8 \text{ кв. м.}$$

Если принять танки в виде призмы, высотой 1,2 м, обращенной острым ребром вниз (черт. 130), с основанием в виде треугольника,

стороны которого равны — 0,3; 1 и 1 м, то при этих размерах нужно взять 2 танка и поверхность их будет равна:

$$2 (1,2 \times 1 \times 2 + 0,3 \times 0,98 \times 0,5 \times 2) \approx 5,39 \text{ кв. м.}$$

Объем таких танков будет равен:

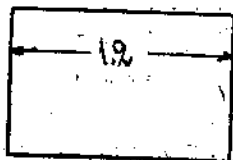
$$2 (0,3 \times 0,98 \times 0,5 \times 1,2) = 0,35 \text{ куб. м.}$$

Вес 1 куб. м мелко наколотого льда в танках можно принять в 700 кг и два танка будут вмещать  $700 \times 0,35 = 245$  кг льда, которые при таянии могут отнять  $80 \times 245 = 19.600$  кал.

Такое количество льда обеспечивает маслохранилище холодом больше чем на двое суток.

Поверхность танка в тамбуре при температуре таяния льда  $0^\circ$  (без прибавления соли) будет равна:

$$F = \frac{2446}{24 \cdot 12 \cdot (0 - 5)} = 1,7 \text{ кв. м.}$$



Черт. 130

Для охлаждения маслохранилища, кроме канадской и танковой систем, можно применить и смешанную систему охлаждения, установив в маслохранилище танки и проделав соответствующие отверстия из маслохранилища в ледник для циркуляции воздуха.

Смешанная система дает возможность поддерживать температуру в маслохранилище, равную температуре в леднике, но не ниже, потому что в этом случае ледник и маслохранилище сообщаются между собою, и температура воздуха в них уравнивается. Понизить же температуру в леднике за счет холодильной смеси в танках было бы невыгодно, вследствие ненужного увеличения потерь холода через стены ледника.

### Изоляция холодильных помещений

Расход холода через стены, пол и потолок холодильных помещений должен соответствовать тем расчетным данным, которые были приняты при определении запасов льда на теплый период. Другими словами, стены, полы и потолки должны быть сделаны так, чтобы они действительно пропускали не более 0,4 кал. в 1 час, через 1 кв. м на  $1^\circ$  разницы температур снаружи и внутри помещений, как это принято при calorических расчетах.

Для этого стены, полы и потолок холодильных помещений делают многослойными, при чем один или несколько слоев состоят из материалов, дурно проводящих тепло и называемых изоляционными материалами.

Изоляционные материалы могут быть естественными и искусственными.

Главнейшие требования, которым должны удовлетворять изоляционные материалы, будут следующие:

1. Незначительный коэффициент теплопроводности.
2. Отсутствие запаха, который мог бы передаваться сохраняемому продукту.
3. Малая гигроскопичность, так как пропитанный влагою материал теряет свои изоляционные свойства.
4. Изоляционный материал не должен гнить, распадаться, привлекать паразитов, мышей, насекомых и т. п.
5. Он должен обладать огнестойкостью.
6. Не терять изоляционных свойств с течением времени.
7. Должен быть дешев.
8. Легок и удобен к обработке.
9. Изоляционные материалы, будучи сыпучими, не должны уплотняться или слеживаться и тем образовывать перерывы изоляционного слоя.

Подобрать материал, который бы удовлетворял всем перечисленным требованиям, весьма трудно, и в практике строительства маслодельных заводов приходится ограничиваться изоляционными материалами, удовлетворяющими лишь части предъявляемых к ним требований.

Изолирующее свойство большинства изоляционных материалов состоит в том, что они имеют поры, наполненные воздухом. Воздух представляет собою хороший изолирующий материал, но лишь в том случае, когда он неподвижен. Широкие воздушные прослойки в качестве изолирующего слоя применяются редко, потому что различная температура по сторонам воздушного столба заставляет воздух приходить в движение, вследствие чего изоляционные свойства воздуха теряются. Исходя из этих соображений, воздушные прослойки в качестве изоляционного слоя оставляют редко и обычно заполняют их каким-либо изоляционным материалом.

Лучшим изоляционным материалом считаются пробковые плиты, но они мало доступны вследствие своей дороговизны.

Опилки заманчивы по своим изоляционным свойствам и дешевизне, но они легко пропитываются сыростью и тогда теряют свои изоляционные свойства. Опилки горючи, оседают, быстро загнивают, развивая при этом теплоту. Перечисленные недостатки указывают на нежелательность их применения, несмотря на их дешевизну.

Торф имеет низкий коэффициент теплопроводности, но гигроскопичен, привлекает паразитов и огнеопасен. Применение торфа в качестве изоляционного материала возможно только в просушенном виде, с защитой от проникновения в него сырости.

Древесные стружки, наряду с низким коэффициентом теплопроводности, обладают многими недостатками. Стружки могут быть употреблены в качестве изоляционного материала при условии совершенной их чистоты и сухости. Они должны быть предварительно очи-

щены от коры и грязи. Плотность набивки стружек не должна превышать 140 кг на 1 куб. м. Для изоляции предпочитают стружки мягких и легких пород дерева.

Зола является плохим проводником тепла, не пропитывается сыростью, не издает запаха и с успехом может быть применяема в качестве изоляционного материала. К недостаткам золы относится ее способность давать осадку. Лучше всего применять золу для изоляции горизонтальных поверхностей, т. е. полов и потолков.

Солома может употребляться для изоляции только спрессованная в виде плит и пропитанная огнеупорным составом. В этом случае солома является хорошим изолирующим материалом и достаточно огнеупорна.

Уголь древесный в порошке с успехом может быть применен для изоляции, так как имеет незначительный коэффициент теплопроводности, не имеет запаха и не пропитывается сыростью. Уголь при засыпке необходимо уплотнять.

Войлок хороший изолятор, но от времени делается непрочным, издает неприятный запах и пропитывается сыростью.

Из других материалов для изоляции ледников могут быть применены: мякина, мох, шелуха, пенька и др., но все эти материалы, будучи дешевы, обладают весьма существенными недостатками и должны быть предохранены от действия на них сырости из ледника.

Коэффициент теплопроводности и удельный вес различных изоляционных и строительных материалов.

| Наименование материалов | Коэфф. теплопроводности ( $\lambda$ ) | Удельный вес |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------|
| Алебастр                | 0,37                                  | 2,50         |
| Асбест                  | 0,10—0,14                             | 0,58         |
| Асфальт                 | 0,56—0,64                             | 2,12         |
| Бетон 1:4               | 0,65—0,74                             | 2—2,4        |
| Битум                   | 0,6                                   | 1,00         |
| Бумага водоупорная      | 0,060—0,08                            | 0,7—1,2      |
| Бутовая кладка          | 1,30—2,10                             | 1,70         |
| Вода                    | 0,5                                   | 1,00         |
| Воздух в покое          | 0,02—0,04                             | 0,0013       |
| Воздух подвижный        | 0,10—0,50                             | 0,0013       |
| Войлок                  | 0,03—0,50                             | 0,08         |
| Глина                   | 0,70—1,00                             | 1,5—2,8      |
| Гравий сухой            | 0,32                                  | 1,80         |
| Дерево сосна            | 0,15                                  | 0,5—0,6      |
| ель                     | 0,15                                  | 0,5—0,6      |
| дуб                     | 0,25                                  | 0,7—0,8      |
| осина                   | 0,08                                  | 0,60         |
| Джидант                 | 0,13                                  | 0,90         |

| Наименование материалов            | Ковэффци.<br>теплопровод-<br>ности ( $\lambda$ ) | Удельный<br>вес |
|------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
| Железо . . . . .                   | 50—60                                            | 7,80            |
| Железо бетон . . . . .             | 0,60—0,80                                        | 2,40            |
| Земля растительная . . . . .       | 0,50—0,70                                        | 1,60—2,00       |
| Зола древесная . . . . .           | 0,06                                             | 0,40            |
| Известняк . . . . .                | 0,60—0,90                                        | 1,70—2,00       |
| Инфузорная земля . . . . .         | 0,05—0,07                                        | 0,40            |
| Картон . . . . .                   | 0,08—0,16                                        | 0,90—1,20       |
| Кирпич . . . . .                   | 0,70                                             | 1,85            |
| Кокс в порошке . . . . .           | 0,16                                             | 0,60            |
| Морозин . . . . .                  | 0,05                                             | 0,28            |
| Опилки древесные . . . . .         | 0,09                                             | 0,22            |
| Песок сухой . . . . .              | 0,50                                             | 0,50            |
| Песчаник . . . . .                 | 0,90—1,40                                        | 2,25            |
| Пробковая кора . . . . .           | 0,10—0,20                                        | 0,16            |
| "    крупная . . . . .             | 0,05                                             | 0,09            |
| "    плита мелкозерновая . . . . . | 0,045                                            | 0,18            |
| "    "    крупнозерновая . . . . . | 0,06                                             | 0,18            |
| Руберойд . . . . .                 | 0,13                                             | 1,00            |
| Снег (слежавшийся) . . . . .       | 0,60                                             | 0,20—0,80       |
| Солома . . . . .                   | 0,08                                             | 0,20            |
| Соломенные плиты . . . . .         | 0,06                                             | 0,30            |
| Стекло . . . . .                   | 0,40—0,80                                        | 1,70—2,50       |
| Стружки древесные . . . . .        | 0,06                                             | 0,20            |
| Толь кровельный . . . . .          | 0,16                                             | 0,90            |
| Торф сухой . . . . .               | 0,06—0,08                                        | 0,30—0,80       |
| Торфяная мука . . . . .            | 0,06                                             | 0,40            |
| Уголь древесный . . . . .          | 0,08                                             | 0,20            |
| Шевелин . . . . .                  | 0,035                                            | 0,15            |
| Шелуха . . . . .                   | 0,06—0,09                                        | 0,20—0,40       |
| Шлак . . . . .                     | 0,20                                             | 0,60            |
| Шлаковая шерсть . . . . .          | 0,15                                             | 0,36            |
| Штукатурка известковая . . . . .   | 0,68                                             | 1,60            |
| "    цементная . . . . .           | 0,78                                             | 2,00            |

Толщина изоляционного слоя по заданному коэффициенту теплопередачи и при известной толщине остальных слоев стены определяется из формулы:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_0}$$

где  $k$  — коэффициент теплопередачи стены,

$\alpha$  и  $\alpha_0$  — коэффициенты теплопередачи от поверхности,

$d_1, d_2, \dots, d_n$  — толщины отдельных слоев изоляционных и строительных материалов, в м

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  — коэффициенты теплопроводности соответствующих материалов.

Коэффициенты теплопередачи от поверхности стен  $\alpha$  и  $\alpha_0$  на конечные результаты расчетов оказывают незначительное влияние и для практических расчетов толщины изоляционного слоя холодильных помещений маслодельных заводов ими можно пренебречь, и тогда формула Пекла принимает следующий вид:

$$\frac{1}{k} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} \dots \dots \dots (1)$$

Из этой формулы легко определить толщину каждого слоя при известных прочих величинах.

**Пример 1.** Кирпичная стена состоит из одного слоя, определить ее толщину при коэффициенте теплопередачи 0,4.

Из формулы  $\frac{1}{k} = \frac{d}{\lambda}$ , при  $\lambda = 0,7$ , находим:

$$d = \frac{\lambda}{k} = 1,75 \text{ м.}$$

**Пример 2.** Кирпичная стена состоит из двух слоев по 1,5 кирпича с засыпкой прослойки между кирпичными стенами шлаком. Определить толщину шлаковой засыпки при  $k = 0,4$ .

Подставляя в формулу 1 соответствующие значения, получаем

$$\frac{1}{0,4} = \frac{0,4}{0,7} + \frac{d_2}{0,2} + \frac{0,4}{0,7},$$

откуда

$$d = 0,27 \text{ м.}$$

**Пример 3.** Деревянная стена состоит из бревен, толщиной 19 см и досчатой обшивки из двух рядов досок, по 25 мм толщиной, с прокладкой между досками водонепроницаемой бумаги. Промежуток между стеною и обшивкою забит опилками. Ширина паза 7 см. Определить толщину слоя опилок при  $k = 0,4$ .

Средняя толщина стены будет равна  $\frac{19+7}{2} = 13 \text{ см} = 0,13 \text{ м}$  и

$$d = 0,09 \left[ \frac{1}{0,4} - \left( \frac{0,13}{0,15} + \frac{0,05}{0,15} \right) \right] \approx 12 \text{ см.}$$

Стена, отделяющая ледник от маслохранилища, должна иметь такой же коэффициент теплопередачи, как и остальные стены ледника. В противном случае она всегда будет влажная со стороны маслохранилища, потому что воздух маслохранилища будет охлаждаться от соприкосновения с холодной стеною и выделять на ней конденсирующиеся водяные пары.

Стены ледников и холодильных помещений могут быть выполнены из кирпича, бетона и дерева. Стены из естественного камня мало пригодны для холодильных помещений, потому что камень, по сравнению с кирпичем, обладает в 1,5 раза большей теплопроводностью.

Наиболее употребительные способы изоляций ледников и холодильных помещений будут следующие:

### Стены, снаружи внутрь.

#### I.

1. Кирпич.
2. Изоляционный материал.
3. Кирпич.

#### II.

1. Кирпич.
2. Воздушный прослой.
3. Доски.
4. Изоляционный слой.
5. Доски.

#### V.

1. Доски в два ряда.
2. Изоляционный слой.
3. Доски в два ряда

#### II.

1. Кирпич.
2. Изоляционный материал.
3. Железобетон.

#### IV.

1. Доски в два ряда.
2. Изоляционный слой.
3. Доски в один ряд.
4. Изоляционный слой.
5. Доски в два ряда.

#### VI.

1. Бревна.
2. Изоляционный слой.
3. Доски.

#### VII.

1. Бревна.
2. Изоляционный слой.
3. Бревна.

Во всех случаях, где можно опасаться проникновения сырости в изоляцию и вследствие этого ухудшения изоляционных свойств данного материала, прокладывается водонепроницаемый слой, чаще всего водонепроницаемая бумага, зажимаемая, обычно, между двумя рядами досок.

### Полы, снизу вверх.

#### I.

1. Толстый бетон.
2. Изоляционный слой.
3. Бетон.
4. Чистый пол.

#### II.

1. Глина.
2. Изоляционный слой.
3. Бетон.
4. Чистый пол.

#### III.

1. Глина.
2. Бетон.
3. Изоляционный слой.
4. Бетон.
5. Чистый пол.

### Потолки снизу вверх.

#### I.

1. Доски.
2. Воздушный прослой.
3. Доски.
4. Изоляционный слой между балками.
5. Доски.
6. Воздушный прослой.
7. Доски.

#### II.

1. Штукатурка.
2. Бетон.
3. Изоляционный слой.
4. Бетон.

#### III.

1. Бетон.
2. Изоляционный слой.
3. Доски.
4. Воздушный прослой.
5. Доски.



## IV.

1. Штукатурка.
2. Доски.
3. Воздушный прослой.
4. Накат, смазанный глиной.
5. Изоляционный слой.
6. Доски или глина.

## V.

1. Доски.
2. Воздушный прослой.
3. Накат.
4. Изоляционный слой.
5. Доски.
6. Глина.

Доски, идущие в качестве изоляционного слоя, употребляются шпунтованные, хорошо просушенные, толщиной не менее 25 мм и не издающие запахов, способных передаваться сохраняемому продукту.

## Двери

Двери являются слабым местом всяких холодильных помещений. Двери, ведущие в холодильное помещение, должны быть хорошо изолированы, плотно закрываться, но, в то же время, открывание дверей должно производиться без больших усилий. Высота и ширина дверей холодильных помещений должны быть таковы, чтобы только имела возможность пронести бочки с маслом и пропускать людей. Для этой цели двери иногда делают из двух неравных половин, из которых одна служит для прохода людей, а когда нужно пронести масло, открываются обе половины.



Черт. 131.

Чаще всего двери делают с двойными филенками, засыпая пространство между филенками легким изолирующим материалом, лучше всего пробкою.

За неимением последней промежуток между филенками можно забить стружками или каким другим легким изолирующим материалом.

В целях наиболее плотного прикрывания дверей паз притвора делается не прямоугольный, а скошенный, как показано на черт. 131, с резиновой или кожаной прокладкой. В этом случае дверь всегда может быть плотно закрыта как при разбухании двери от сырости, так и при усыхании ее.

Доски, идущие на устройство дверей, должны быть шпунтованные, сухие, крепкие, легкие и струганные с обеих сторон. Косыки и пороги делаются из крепких пород дерева, лучше всего из дуба. Навесы должны быть крепкими, чтобы дверь на них не отвисала.

## Вентиляция маслохранилищ с канадскою системою охлаждения

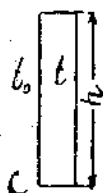
Всякий холодильный склад, совершенный в смысле конструкции, изоляции и расположения, все же плох, если он недостаточно хорошо вентилируется. При отсутствии вентиляции в складе получается застойный воздух, появляется сырость и следом за нею развивается спутник сырости — плесень.

На тех заводах, где имеется механическая сила, решение вопроса о вентиляции маслохранилищ не представляет затруднений. В этом

случае достаточно присоединить вытяжную трубу из маслохранилища к общей вентиляционной сети завода, дать в маслохранилище нужный приток чистого холодного воздуха и задача вентиляции будет решена.

На маслодельных заводах, где нет механической силы, решение вопроса о вентиляции маслохранилищ представляет значительные трудности.

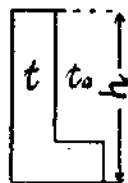
Чтобы яснее представить себе движение воздуха по каналам в зависимости от температуры наружного воздуха и воздуха, заключенного в канале, разберем несколько случаев.



I случай (черт. 132).

Имеем вертикальный канал высотой  $h$  с площадью поперечного сечения в 1 кв. м. Температура воздуха в канале равна  $t$ . На нижнее сечение канала  $C$  сверху давит столб воздуха, заключенного в канале, высотой  $h$ , при температуре  $t$ . На это же сечение снизу давит столб наружного воздуха высотой  $h$  при температуре  $t_0$ .

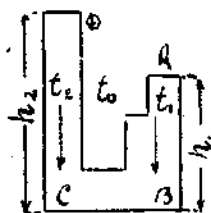
Когда  $t = t_0$  — вес наружного и внутреннего столбов воздуха один и тот же и никакого движения воздуха в канале не происходит. Если  $t$  больше  $t_0$ , то давление на сечение  $C$  сверху будет равно  $hd$ , а снизу —  $hd_0$ , где  $d$  и  $d_0$  — вес 1 куб. м воздуха при температурах  $t$  и  $t_0$ . Так как  $d_0$  больше  $d$ , то и величина  $hd_0$  больше величины  $hd$ ; следовательно, давление снизу будет больше давления сверху, и воздух в канале будет двигаться снизу вверх. Движение это во всех случаях будет тем сильнее, чем больше разница температур наружного воздуха и воздуха, заключенного в канале. Движущая сила при этом будет равна  $Q = hd_0 - hd$ .



Черт. 133

II случай (черт. 133).

При тех же условиях, как и в предыдущем случае, канал имеет горизонтальный отросток. Очевидно, что движущая сила в горизонтальной части канала будет равна 0 и уравнение  $Q = hd_0 - hd$  остается без изменения.



Черт. 134.

III случай.

Канал имеет вид, изображенный на черт. 134. Предположим, что  $t_1$  и  $t_2$  меньше наружной температуры.

Применительно к случаю I можно сказать, что движущие силы на участках  $DC$  и  $AB$  канала  $DCBA$  будут направлены вниз, т. е. навстречу друг другу и при равенстве этих двух сил никакого движения воздуха по каналу происходить не будет. Увеличение поперечного сечения части участка не имеет значения для величины напора, а имеет значение лишь для скорости движения воздуха на данном

участке. Скорость движения воздуха в широкой части канала будет во столько раз меньше скорости движения воздуха в узкой части, во сколько раз площадь сечения узкой части канала меньше площади сечения его широкой части.

#### IV случай.

Канал имеет вид, изображенный на черт. 135. Предположим, что температура воздуха во всех трех участках канала меньше наружной



Черт. 135.

температуры и равна  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$ . В этом случае действующие силы на всех вертикальных участках канала направлены вниз. Принимая направление действующих сил и движение воздуха от  $A$  к  $C$  за положительные, а силы и движение воздуха, направленные в противоположную сторону, за отрицательные и производя алгебраическое сложение их мы получим, что общая движущая сила  $Q = Q_1 - Q_2 + Q_3$ . Если высота двух последних каналов и температура воздуха в них одинаковы,  $Q_2 = Q_3$  и общая движущая сила  $Q = Q_1 = h_1 d_1 - h_1 d_0$ , т. е. она равна движущей силе на первом вертикальном участке.

Сопоставляя данные всех разобранных случаев, приходим к следующим выводам.

1. Воздух движется по каналу вниз, если температура воздуха в канале ниже температуры наружного воздуха.
2. Воздух движется по каналу вверх, если температура воздуха в канале выше температуры наружного воздуха.
3. Общая движущая сила составляется из алгебраической суммы движущих сил на отдельных участках канала.

Разберем эти случаи применительно к условиям вентиляции маслохранилищ. Чаще всего вентиляция маслохранилищ производится посредством простой вытяжной трубы или, в лучшем случае, посредством трубы Мюра.

Простая вытяжная труба, выведенная из маслохранилища сверх крыши, представляет собою первый случай. Она не только не дает сколько-нибудь удовлетворительных результатов, а, наоборот, оказывается вредным приспособлением, способствуя увлажнению воздуха в маслохранилище, а вместе с увлажнением и развитию в нем плесени.

В самом деле: температура воздуха в верхней части вытяжной трубы, без искусственного подогревания, может подняться лишь до температуры наружного воздуха. В нижней части трубы она будет равна температуре воздуха в маслохранилище. Средняя температура воздуха в вытяжной трубе в летнее время будет всегда ниже наружной температуры, а следовательно, воздух по вытяжной трубе может двигаться только вниз, но отнюдь не вверх; т. е. теплый наружный воздух будет поступать по вытяжной трубе в маслохранилище.

Теплый воздух содержит водяных паров больше, чем холодный. Войдя в маслохранилище и охладившись там, воздух будет полностью насыщен водяными парами, часть которых может выделиться в виде водяных капель на стенках маслохранилища.

Трубы Мюра также мало пригодны для вентиляции маслохранилищ, потому что и здесь теплый воздух поступает в маслохранилище без предварительного охлаждения и осушения.

Из сказанного ясно, что прежде чем впустить свежий воздух в маслохранилище, его необходимо охладить с тем, чтобы не поднимать температуру воздуха в маслохранилище, и выделить из него часть заключающихся в нем водяных паров, т. е. осушить его. Чем ниже будет температура входящего в маслохранилище воздуха по сравнению с температурой воздуха в маслохранилище, тем больше влаги может принять в себя вошедший воздух, нагреваясь до температуры маслохранилища, и извлечь влагу оттуда при своем удалении.

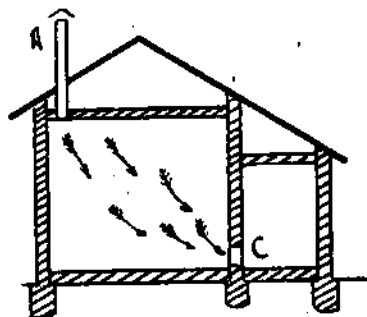
Возьмем ледник и маслохранилище по канадской системе охлаждения (черт. 136).

Температура в леднике всегда ниже температуры в маслохранилище, а потому здесь имеется возможность охлаждения и осушения воздуха перед входом его в маслохранилище путем пропускания свежего воздуха через ледник. Воздух из трубы А выходит непосредственно на лед и помещение ледника будет служить как бы продолжением трубы А. От соприкосновения со льдом воздух охлаждается, опускается вниз по имеющимся в леднике промежуткам, осушается и в холодном состоянии поступает в маслохранилище через отверстие С. Но, принимая во внимание, что путь воздуха в данном случае будет весьма извилист, сопротивление движению воздуха при этом будет столь велико, что имеющегося напора может не хватить на то, чтобы протолкнуть воздух от трубы А до отверстия С.

Исходя из этих соображений, трубу А следует продолжить внутри ледника, сделав ее от потолка ледника до отверстия С из теплопроводного материала, лучше всего из оцинкованного железа.

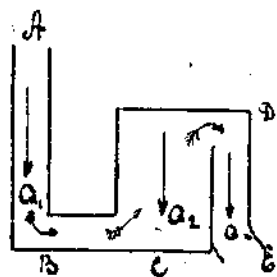
Воздух, проходя по трубе, будет охлаждаться от соприкосновения с холодными стенками трубы и выделять излишек водяных паров. В конце трубы перед входом ее в маслохранилище необходимо сделать приспособление для отвода выделившейся из воздуха воды. Приспособление это делается с водяным затвором, чтобы воздух в трубе не соощался с воздухом в леднике.

Холодный воздух, войдя в маслохранилище, вытесняет находящийся там более теплый воздух кверху, и действующие при этом силы могут быть определены применительно к случаю III чертежа 134.



Черт. 136.

Устанавливая в маслохранилище вытяжную трубу, мы тем самым увеличиваем высоту столба и увеличиваем силу, противодействующую движению поступающего в маслохранилище холодного воздуха. В зависимости от средних температур воздуха в маслохранилище и вытяжной трубе, с одной стороны, и в трубе, проходящей через ледник, с другой стороны, указанное противодействие может быть равно основному давлению, и тогда никакого движения воздуха в системе происходить не будет. Мало того, средняя температура воздуха в вытяжной трубе в некоторые моменты может быть ниже средней температуры воздуха в подающей трубе и в таком случае получается опрокидывание тяги. Такое опрокидывание тяги неизбежно происходит при открывании дверей в маслохранилище из тамбура, когда холодный воздух, через нижнюю часть открытых дверей, устремляется из маслохранилища в тамбур, а взамен его входит теплый воздух отчасти через верхнюю половину открытых дверей из тамбура, а отчасти — через вытяжную трубу снаружи.



Черт. 137.

Чтобы вывести воздух из маслохранилища, не прибегая при этом к механической силе или искусственному подогреванию воздуха, нужно воспользоваться тем, что температура его ниже наружной температуры и дать ему выход книзу, а не вверх.

Для этой цели, около одной из стен, внутри маслохранилища, на всю его высоту, нужно установить вертикальную трубу из оцинкованного железа. В верхней части трубы нужно сделать жалюзи для прохода воздуха, а нижний конец трубы вывести наружу здания около пола маслохранилища с таким расчетом, чтобы конец трубы не доставал до земли на 40—50 см.

Задвижка для прекращения действия вентиляции устанавливается в маслохранилище внизу трубы, около выходного отверстия. Ниже задвижки труба должна быть деревянная, чтобы теплота не могла проникнуть в маслохранилище снаружи по теплопроводному материалу.

Еще лучше указанную вытяжную трубу от потолка маслохранилища до выхода ее наружу провести через ледник, чтобы воздух, по выходе из маслохранилища, охлаждался и вследствие этого сила, движущая воздух вниз, увеличивалась.

Применительно к случаю IV мы будем иметь здесь следующее действие сил (черт. 137).

На всех трех участках *AB*, *CD* и *DE* средняя температура воздуха ниже наружной и действующие силы на всех участках направлены вниз. Принимая направление движения воздуха от *A* к *E*, мы видим, что две силы, действующие на участках *AB* и *DE*, имеют направление, одинаковое с направлением движения воздуха, и только лишь сила, действующая на участке *CD*, направлена в сторону, про-

тивоположную движению воздуха. Если сравнить между собою силы, действующие на участке *CD* и *DE*, то легко можно видеть, что по величине они очень близки между собою, так как температура воздуха в маслохранилище и в вытяжной трубе с теплопроводными стенками одинаковы и высоты столбов почти равны между собою. Если же вытяжная труба проходит через ледник, то температура воздуха в ней будет еще ниже, чем в маслохранилище, и сила, действующая на участке *DE*, будет больше силы, действующей на участке *CD*.

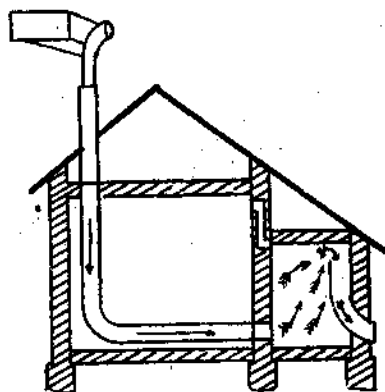
Во всяком случае, без заметной погрешности можно принять, что эти две силы равны между собою и, как действующие в разные стороны, взаимно уничтожают друг друга. Общая движущая сила при этих условиях будет равна движущей силе на участке *AB*, т. е. в трубе, проходящей через ледник. Она будет тем больше, чем больше разница температур наружного воздуха и воздуха в леднике.

Общее действие вентиляции по указанной схеме состоит в следующем: воздух в трубе, идущей внутри ледника, охлаждается и опускается вниз. Взамен его сверху в трубу поступает теплый воздух, который в свою очередь тоже охлаждается и движется вниз. Воздух, вследствие охлаждения, выделяет часть находящихся в нем водяных паров, которые в виде конденсационной воды отводятся из трубы через водяной затвор. Охлажденный и осушенный воздух поступает в маслохранилище, отнимает теплоту от охлаждаемого продукта, нагревается, поднимается кверху и выходит в вытяжную трубу, унося с собою часть водяных паров из маслохранилища.

Более правильное действие вентиляции было бы тогда, когда холодный воздух входил бы в маслохранилище около потолка.

В этом случае циркуляция воздуха в маслохранилище усилилась бы, так как холодный воздух опускался бы сначала книзу. Но проводка трубы, подающей воздух, на значительном расстоянии от пола ледника повела бы к тому, что при уменьшении льда в леднике труба могла оказаться выше верхнего уровня льда и охлаждение воздуха в трубе было бы недостаточно.

В целях усиления действия вентиляции, в тех случаях, когда наружная температура лишь немногим выше температуры в маслохранилище, над трубой, подающей воздух, выше крыши ледника можно сделать поворотный раструб с флюгаркою, как показано на черт. 138. Флюгарка должна быть такой величины, чтобы ветер, действуя на



Черт. 138.

флюгарку, мог поворачивать раструб себе навстречу и нагнетать чистый воздух вниз по трубе.

Между крышей и потолком ледника труба должна быть деревянная, для уменьшения теплопроводности. Железная труба, идущая внутри ледника, должна быть предохранена от повреждения ее льдом при набивке ледника.

### Расчеты вентиляции

При расчетах вентиляции маслохранилищ, действующей по указанной системе, должно быть известно,

1. Объем воздуха, подлежащий обмену.
2. Время, в течение которого должен быть произведен обмен.
3. Температура наружного воздуха, в леднике и в маслохранилище. Требуется определить:

1. Площадь сечения приточных и вытяжных каналов.
2. Поверхность охлаждения трубы в леднике.

Скорость движения воздуха в вертикальных каналах может быть взята из следующей таблицы Дегена, исправленной Зиборовым (Зиборов. Курс отопления и вентиляции).

| Высота канала в м | Секундная скорость воздуха в м при разности температур протекающего в канале и наружного воздуха в °C |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   | 2                                                                                                     | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   | 16   | 18   | 22   | 24   | 26   | 28   | 30   |
| 1                 | 0,08                                                                                                  | 0,13 | 0,17 | 0,19 | 0,25 | 0,29 | 0,32 | 0,37 | 0,41 | 0,46 | 0,50 | 0,52 | 0,58 | 0,60 |
| 2                 | 0,16                                                                                                  | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,49 | 0,57 | 0,58 | 0,70 | 0,72 | 0,76 | 0,80 | 0,82 |
| 3                 | 0,23                                                                                                  | 0,34 | 0,42 | 0,47 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,71 | 0,75 | 0,87 | 0,90 | 0,93 | 0,98 | 1,00 |
| 4                 | 0,29                                                                                                  | 0,42 | 0,51 | 0,59 | 0,66 | 0,71 | 0,79 | 0,85 | 0,89 | 1,01 | 1,04 | 1,09 | 1,12 | 1,15 |
| 5                 | 0,34                                                                                                  | 0,49 | 0,59 | 0,69 | 0,76 | 0,84 | 0,90 | 0,96 | 1,02 | 1,13 | 1,17 | 1,22 | 1,25 | 1,28 |
| 6                 | 0,39                                                                                                  | 0,55 | 0,67 | 0,77 | 0,85 | 0,92 | 1,00 | 1,06 | 1,11 | 1,24 | 1,29 | 1,33 | 1,37 | 1,40 |
| 7                 | 0,43                                                                                                  | 0,60 | 0,73 | 0,83 | 0,91 | 1,00 | 1,08 | 1,14 | 1,21 | 1,33 | 1,38 | 1,42 | 1,47 | 1,52 |
| 8                 | 0,47                                                                                                  | 0,65 | 0,77 | 0,88 | 0,97 | 1,06 | 1,15 | 1,22 | 1,30 | 1,42 | 1,48 | 1,52 | 1,58 | 1,62 |
| 9                 | 0,50                                                                                                  | 0,68 | 0,82 | 0,93 | 1,03 | 1,13 | 1,22 | 1,30 | 1,37 | 1,51 | 1,56 | 1,62 | 1,68 | 1,72 |
| 10                | 0,52                                                                                                  | 0,72 | 0,85 | 0,98 | 1,09 | 1,19 | 1,29 | 1,37 | 1,44 | 1,59 | 1,65 | 1,72 | 1,77 | 1,81 |
| 11                | 0,55                                                                                                  | 0,76 | 0,89 | 1,03 | 1,15 | 1,25 | 1,36 | 1,44 | 1,51 | 1,67 | 1,73 | 1,80 | 1,85 | 1,90 |
| 12                | 0,56                                                                                                  | 0,78 | 0,93 | 1,07 | 1,20 | 1,31 | 1,42 | 1,51 | 1,58 | 1,74 | 1,81 | 1,87 | 1,93 | 1,99 |

Настоящая таблица дает секундные скорости движения воздуха в каналах независимо от направления движения воздуха. Если средняя температура воздуха в канале выше наружной температуры, движение воздуха в канале происходит вверх, а когда она ниже наружной — движение воздуха направлено вниз.

Для примера произведем расчет вентиляции маслохранилища при следующих данных:

Объем маслохранилища равен 46 куб. м. Высота ледника = 5 м, температура в леднике  $+1^{\circ}$ . Температура наружного воздуха  $+20^{\circ}$ , температура воздуха, поступающего в маслохранилище,  $+4^{\circ}$ .

Средняя температура воздуха в нагнетательной трубе равна:

$$\frac{20+4}{2} = 12^{\circ},$$

следовательно, разность температур наружного воздуха и воздуха в нагнетательной трубе будет равна:

$$20^{\circ} - 12^{\circ} = 8^{\circ}.$$

Теоретическая скорость движения воздуха в этих условиях, вычисленная по формуле, будет равна 1,65 м/сек., тогда как таблица показывает, что действительная скорость для этих условий равна лишь 0,69 м/сек.

Желая произвести обмен воздуха маслохранилища в течении 0,5 часа, находим площадь поперечного сечения трубы, которая будет равна:

$$f = \frac{46}{0,69 \cdot 0,5 \cdot 3600} = 0,037 \text{ кв. м}$$

Для охлаждения 46 куб. м воздуха с  $20^{\circ}$  до  $4^{\circ}$ , при объемной теплоемкости воздуха 0,306, от него нужно отнять:

$$0,306 \cdot 46 \cdot (20 - 4) = 225 \text{ кал.}$$

Коэффициент теплопередачи от воздуха к воздуху через железо по Браусу равен 7, следовательно, поверхность охлаждения нагнетательной трубы будет равна:

$$\frac{225}{7 \cdot (12 - 1) \cdot 0,5} = 5,85 \text{ кв. м}$$

### Заготовка льда

Заготовка натурального льда производится перед концом холодного периода зимы, когда лед, покрывающий водоемы, имеет достаточную толщину и плотность. Для разработки 10 куб. м льда, с укладкою льдин на сани, по данным инж. Комарова, требуется 3—4 рабочих дня, тогда как в Америке, при более высокой цене на рабочие руки, стоимость заготовки льда в некоторых местностях доходит до 30 коп. за тонну. Это достигается путем применения специальных инструментов, механизации разработки и применения элеваторов для подъема льдин.

При укладке льда в закрытых льдохранилищах необходимо обратить внимание на то, чтобы вода, полученная вследствие таяния льда, стекая к траппу, не размывала лед снизу. Для стока воды пол должен иметь канавки, направленные к траппу, или же на пол кладутся жерди с небольшими промежутками и уже на них накладывается лед. Трапп

должен иметь водяной затвор, чтобы теплый воздух не мог проникать в ледник через водоотводящую трубу.

Первый ряд льдин укладывается ровным слоем по всей площади пола ледника. Промежутки между льдинами плотно забиваются снегом и заливаются водою. Следующие ряды льдин укладываются в перевязку с нижележащими слоями с непрерывным условием забивки промежутков между льдинами снегом или мелким льдом с заливкой водою.

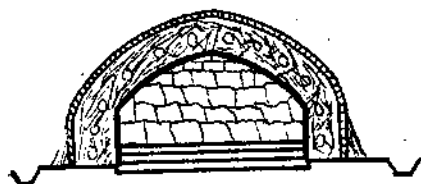
Укладка натурального льда в открытых льдохранилищах или так называемых „бунтах“ производится так же, как и в закрытых льдохранилищах.

Для открытого льдохранилища сначала готовится площадка, на которую и укладываются подвозимые кабаны льда.

Площадка разбивается вблизи завода, но не ближе 10 м от него. Она должна иметь форму, наиболее близко подходящую к квадрату, но не шире 8—9 м. В случае заготовки больших масс льда площадка

может иметь продолговатую форму, при чем длинная сторона площадки располагается с севера на юг.

Для подготовки площадки снимают верхний растительный слой и взамен его плотно набивают слой глины. Верхний уровень глины должен несколько возвышаться над соседним с площадкою уровнем



Черт. 139.

земли. Вокруг площадки прокапывается водоотводная канава. Поверх глины набивается изоляционный слой, толщиной не менее 30 см. Изоляционный слой может состоять из шлака, золы, мякины и др. На изоляционный слой накладывается береста в один или два слоя и на бересту кладутся жерди в расстоянии 20—30 см друг от друга. Промежутки между жердями забиваются снегом и заливаются водою.

Кабаны льда укладываются на площадку сплошными рядами с перевязкою швов лежащих друг над другом рядов. Промежутки между льдинами забиваются снегом и заливаются водою. Бока бунта на высоту 1 м делаются отвесными, а выше 1 м — с наклоном к вершине бунта (черт. 139).

По окончании укладки льда бунт обкладывается чистою соломой в снопах. Слой соломы накладывается на толщину 1 м. Чтобы солома не рассыпалась, снопы скрепляются между собою жердями, концы которых, равно как и концы нижних подкладочных жердей, не должны выходить из изоляции наружу. Сверх снопов накладываются соломенные маты, которые смазываются глиною, а по глине производится побелка известью для лучшего отражения солнечных лучей.

При хорошей изоляции бунта потери на таяние в течение лета не превышают 25% всего объема льда в бунте.

Вследствие таяния льда происходит изменение формы бунта и частичная порча изоляции. Всякое разрушение и порчу изоляции необходимо немедленно устранять и следить за тем, чтобы дождевая вода могла

свободно стекать с поверхности бунта. Для предохранения бунта от дождей и действия прямых солнечных лучей хорошо сделать над бунтом шатер из досок с воздушным промежутком между изоляцией и досками в 0,6—0,7 м.

Разборку льда из бунта следует вести с северной стороны и после каждой выемки плотно закрывать отверстие в изоляции соломенными матами.

### Намораживание льда

Как бы плотно ни укладывались отдельные куски льда при заготовке его из водоемов, между льдинами всегда остаются щели, по которым циркулирует воздух, и таяние льда происходит не только с боковых поверхностей бунта, но и изнутри.

При намораживании льда путем наливания тонких слоев воды получается сплошной массив льда, без внутренних промежутков. При таких условиях таяние льда происходит только с поверхности бунта и вследствие этого, при всех прочих равных условиях, лед, полученный намораживанием, сохраняется значительно дольше, чем лед, заготовленный отдельными глыбами.

Посредством намораживания лед может быть заготовлен как в закрытых льдохранилищах, так и в открытых.

Подготовка площадки для ледяного массива делается так же, как для набивки льда отдельными глыбами.

Самое намораживание в обоих случаях ведется одинаково и производится при температуре не выше  $-10^{\circ}$ ,  $-15^{\circ}$ . Вода наливается слоями, толщиной около 2 см. При более сильном морозе или при ветре слои воды могут быть немного толще.

Для намораживания льда площадка ограждается со всех сторон широкими досками, установленными на ребро и скрепленными между собою по концам. Все щели между досками и площадкою забиваются снегом и заливаются водою.

Каждый последующий слой воды наливается после того, как предыдущий слой окончательно замерз.

Струя воды не должна быть сильною и, чтобы она не размывала уже замороженный слой льда, под конец жолоба или рукава, по которому течет вода, подкладывается лист железа или доска. После того, как толщина замороженного слоя достигла верхнего ребра досок, последние поднимают вверх, вновь укрепляют их и намораживание продолжается дальше.

В открытых льдохранилищах стенки бунта в нижней своей части, на высоту 0,7—0,8 м, делаются отвесными, а выше этого уровня доски устанавливают с наклоном к центру с тем, чтобы боковые поверхности бунта сходились к вершине.

Само собою разумеется, что вода для намораживания должна быть чистою. Вода может подаваться на площадку насосом или наливаться ведрами..

## Глава V

### Силовое хозяйство

Сила и работа не равнозначны. Часто, при наличии действующей силы, никакой работы не совершается; например, если поставить поршень паровой машины в мертвое положение и впустить в цилиндр пар, то, несмотря на значительное давление на поршень, работа производиться не будет, потому что не будет движения. Чтобы работа совершалась, необходимо наличие двух факторов: силы и пути, на котором данная сила действует, преодолевая разного рода сопротивления. Работа измеряется произведением силы на пройденный путь. Если силу выразить в килограммах, а путь — в метрах, то работа будет измеряться килограммо-метрами. От работы следует отличать мощность, под которой понимается работа, выполненная в 1 секунду; например: сила в 20 кг действовала на пути в 90 м в течении 1 минуты. Работа равна  $20 \times 90 = 1.800 \text{ кг-м}$

Мощность была проявлена —  $\frac{1800}{60} = 30 \text{ кг-м/сек.}$

Мощность в 1 лошадиную силу соответствует работе в 75 кг-м в 1 секунду, следовательно, в нашем случае

$$30 \text{ кг-м/сек.} = \frac{40}{75} = 0,4 \text{ л. с.}$$

Второй пример. Насос поднимает 10.000 кг воды в 1 час на общую высоту 25 м. Сколько лошадиных сил требуется для приведения в движение данного насоса?

Работа насоса в 1 час равна  $10.000 \times 25 = 250.000 \text{ кг-м}$ . Работа в 1 секунду равна  $250.000 : 3600 = 70 \text{ кг-м/сек.}$  или  $70 : 75 = 0,933 \text{ л. с.}$  Вследствие трения в насосе часть работы теряется, и действительная потребность в силе будет равна  $0,933 : 0,7 = 1,35 \text{ л. с.}$ , где 0,7 — коэффициент полезного действия насоса.

В качестве двигательной силы для приведения в движение машин маслодельных заводов в СССР чаще всего применяют: 1) человеческую силу, 2) конную силу и 3) паровую машину.

Заграницей, главным образом в Латвии, в последнее время в качестве двигательной силы для приведения в движение машин маслодельного завода начали применять двигатели внутреннего сгорания. Из других источников двигательной силы на маслодельном заводе могут быть применены электрические двигатели, сила падающей воды и др.

Работа человека на маслодельном заводе применяется, главным образом, на рукоятке сепаратора, маслобойки и для переноски продукта от одной машины к другой.

Количество работы, которое может выполнить человек средней силы, можно видеть из следующей таблицы:

| В и д р а б о т ы                                      | Среднее усилие, в кг | Средняя скорость, в м | Продолжительн. работы, в час | Работоспособн. в кг/м, в сек. | Работа в день, в кг/м |
|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Восхождение по лестнице или в гору без груза . . . . . | 65                   | 0,15                  | 8                            | 9,75                          | 280.800               |
| Тяга по горизонтальному направлению . . . . .          | 12,3                 | 0,61                  | 8                            | 7,50                          | 216.000               |
| На ручке с вращательным движением . . . . .            | 8                    | 0,76                  | 8                            | 6,10                          | 175.680               |
| На рычаге (насос) . . . . .                            | 8                    | 0,76                  | 8                            | 6,10                          | 175.680               |
| Подъем груза вертикально (блок) . . . . .              | 16,4                 | 0,23                  | 6                            | 3,77                          | 81.432                |
| Подъем груза непосредственно руками . . . . .          | 16,4                 | 0,15                  | 6                            | 2,46                          | 53.136                |
| Переноска груза на себе . . . . .                      | 65                   | 0,03                  | 6                            | 1,95                          | 42.120                |

Работоспособность среднего по силам человека равна 6—7 кг-м, сильного — 10 кг-м в секунду, или  $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{8}$  лош. силы.

Работоспособность женщины и подростка равна  $\frac{2}{3}$  работоспособности взрослого человека. Поденная работа, по Грасгофу, на 40 % менее производительна, чем сдельная.

Из приведенной таблицы можно видеть, что переноска по заводу тяжелых ушатов с молоком есть один из наименее целесообразных способов применения человеческой силы.

Расположение комнат и машин в наших маслодельных заводах очень часто бывает настолько неудачно, что продукт приходится несколько раз переносить из комнаты в комнату и от машины к машине без заметной для этого надобности. Простая перестановка машин часто вполне может сократить пути переноски продуктов, или сделать эту работу ненужною.

Устройство небольшого возвышения в приемной, в некоторых условиях, может дать возможность использования самотека молока и других продуктов.

Задача строителя и состоит в том, чтобы были использованы все возможности самотека продукта и необходимые пути переноски были кратчайшими.

Согласно справочника Маслоцентра, в некоторых районах Союза в 1924/25 г. определилось следующее среднее количество рабочей силы (не считая мастера) на ручных и механизированных маслодельных заводах, в зависимости от количества поступающего в завод молока.

| При поступлении молока в сутки, в кг |  |  | При ручном производстве | При механизированном производстве |
|--------------------------------------|--|--|-------------------------|-----------------------------------|
| От 400 до 600 кг . . . . .           |  |  | 1                       | 1                                 |
| 640 " 1.600 " . . . . .              |  |  | 2—3                     | 1                                 |
| 1.600 " 3.200 " . . . . .            |  |  | 3—4                     | 2                                 |
| 3.200 " 6.400 " . . . . .            |  |  | 4—5                     | 2                                 |
| 6.400 " 10.000 " . . . . .           |  |  | 5—6                     | 3                                 |

### Работа лошади

Сила лошади, в качестве двигательной силы для машин маслодельного завода, может быть применена посредством конного привода или топчак. У нас чаще применяется конный привод, хотя работа лошади на топчаке значительно выгоднее, чем в конном приводе.

Коэффициент полезного действия топчак — 0,9, а конного привода — не более 0,8, хотя работа на топчаке быстрее утомляет лошадь.

Силу тяги лошади по прямолинейному пути можно считать в 50 кг для слабой лошади, 70 кг — для сильной и 80—90 кг — для очень сильной лошади, при средней скорости 1,1 м/сек. и при 8-часовом рабочем дне. Мощность лошади при этих условиях можно считать от  $\frac{2}{3}$  до 1 л.с.

В конном приводе, при движении по кругу, часть силы тяги и часть скорости теряются, вследствие чего работоспособность лошади в конном приводе всегда ниже указанных норм.

Силу тяги в конном приводе для слабой лошади можно принять в 40 кг, для сильной лошади — в 60 кг, при скорости 0,9 м/сек., при 6—8-часовом рабочем дне, что дает мощность от 0,5 до 0,75 лш. силы. Чем короче водила привода, тем больше потери. Нормальная длина водил считается 3,5 м.

Когда в приводе работает несколько лошадей, работа их становится менее выгодной, вследствие несогласованности действий отдельных животных. По формуле Бокельберга среднее усилие всех лошадей, работающих в приводе совместно, равно

$$P_n = 1,075 (1 - 0,07 \cdot n) \cdot P,$$

где  $P_n$  — среднее усилие (средняя сила тяги всех лошадей),  $n$  — число лошадей,  $P$  — средняя сила тяги каждой лошади.

Если силу тяги лошади в отдельной запряжке принять за 100, то две лошади, работая совместно, дадут силу тяги — 92; 3 лошади — 85, 4 лош. — 77, 5 лош. — 70, 6 лош. — 62. Из этих цифр видно, что многоконная запряжка невыгодна и свыше 4 лошадей ставить в конный привод можно лишь в особых, исключительных случаях. Если между приводом и животным вставить специальные пружины (модераторы), которые смягчали бы резкие толчки, работа лошадей в приводе становится более согласованной и формула Бокельберга дает более ровные результаты. При работе на топчакх формула Бокельберга не имеет значения.

Работа вола в приводе дает меньшие результаты, чем работа лошади, а именно: скорость движения вола в приводе принимается 0,6—0,7 м/сек., сила тяги — 55—65 кг и мощность, примерно, — 0,5 л. с.

Чтобы преобразовать медленное движение лошадей или волов в приводе в быстрое движение приводного вала, между валом и водилом устраивается ряд зубчатых передач. Зубчатую передачу называется система из двух зубчатых колес, сцепляющихся между собою. Колесо, которое передает усилие, называется ведущим колесом, а которое принимает усилие — называется ведомым. Передаточным числом называется отношение числа зубцов ведущего колеса к числу зубцов ведомого колеса.

$$\text{Передаточное число } i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{n_2}{n_1},$$

где  $z_1$  и  $z_2$  — числа зубцов ведущего и ведомого колес, а  $n_1$  и  $n_2$  — числа их оборотов.

Число оборотов главного приводного вала определяется формулой:

$$N = n \left( \frac{x}{x_1} \cdot \frac{x_2}{x_3} \dots \right),$$

где  $n$  — число оборотов лошадей, которое обычно берется равным 2,5 в 1 м,  $\frac{x}{x_1} \cdot \frac{x_2}{x_3} \dots$ , — передаточные числа первой, второй и т. д. передач.

Всякая передача, изменяя число оборотов или направление вращения, поглощает часть передаваемой работы (в среднем, около 50%), следовательно, если лошади дают на водиле 3 л. с. и для передачи движения от водил к главному валу установлены 3 передачи, то мощность на главном валу будет:

$$3 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 2,57 \text{ л. с.}$$

Конные приводы могут с успехом применяться на маслодельных заводах для приведения в движение голштинских маслобоек; что касается сепараторов, то следует сказать, что для этой цели конные приводы мало пригодны вследствие неравномерности хода, так как сепаратор для своего вращения требует двигателя, имеющего очень равномерный ход.

Маслоизготовители малой производительности также могут приводиться в движение от конного привода.

Маслоизготовители производительностью 400 л требуют для своего вращения около 3 л. с. Такая мощность в конном приводе может быть развита не менее как 4—5 лошадьми, работа которых в данном случае будет невыгодна.

### Механические двигатели

Когда работа конного привода не может удовлетворить потребности завода в силе, прибегают к установке механического двигателя.

К числу механических двигателей, наиболее пригодных к установке на маслодельных заводах, можно отнести: двигатель внутреннего сгорания, локомобиль и паровую машину, установленную отдельно от котла.

Инж. Айзенман, в своей брошюре „Паровая машина, газогенераторный двигатель, нефтяной двигатель и двигатель Дизеля“, приводит эксплуатационные расходы на 1 лошадиную силу в час за 275 рабочих дней в году, при 10-часовом рабочем дне для разного рода двигателей. Цены указаны довоенные, в копейках.

#### I. Двигатель Дизеля

|                                  | Мощность машины в лош.<br>силах |      |     |      |
|----------------------------------|---------------------------------|------|-----|------|
|                                  | 6                               | 10   | 25  | 50   |
| Нефть 42 коп. за 16 кг . . . . . | —                               | 4,05 | 3,3 | 2,97 |

#### II Нефтяной двигатель

|                 |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|
| Нефть . . . . . | 4,69 | 3,87 | 3,00 | 2,76 |
|-----------------|------|------|------|------|

#### III Локомобиль без конденсации

|                                             |      |      |      |      |
|---------------------------------------------|------|------|------|------|
| Мазут 37 коп. за 16 кг . . . . .            | 8,65 | 5,84 | 4,68 | 3,67 |
| Уголь 23 коп. за 16 кг . . . . .            | 9,42 | 7,07 | 5,00 | 3,69 |
| Дрова 1 сорта 24 р. за 9,7 куб. м . . . . . | 9,05 | 6,63 | 5,50 | 4,22 |
| „ 2 „ 16 р. за 9,7 „ . . . . .              | 7,46 | 5,35 | 4,30 | 3,60 |

#### IV. Паровая машина без конденсации с корнваллийским котлом при 8 атмосферах давления.

|                            |       |       |      |      |
|----------------------------|-------|-------|------|------|
| Мазут . . . . .            | 11,76 | 9,61  | 6,34 | 4,94 |
| Уголь . . . . .            | 12,36 | 10,24 | 6,65 | 5,01 |
| Дрова 1-го сорта . . . . . | 13,00 | 9,80  | 7,43 | 6,17 |
| Дрова 2-го сорта . . . . . | 10,80 | 8,04  | 5,80 | 4,73 |

Как видно из приведенных данных, эксплуатационные расходы двигателей Дизеля и нефтяных двигателей являются наименьшими. Это условие наряду с простотой обслуживания двигателя, быстротой пуска в ход и дешевым помещением для двигателя, объясняет применение в Латвии нефтяного двигателя для обслуживания маслодельных заводов.

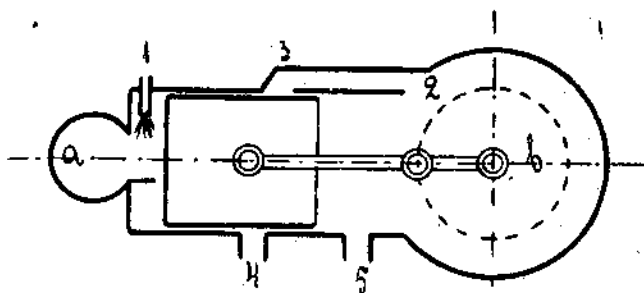
У нас, в некоторых кругах, существует мнение, что запах нефти и копоть, получающиеся при работе двигателей, могут повлиять на качество масла.

При хорошей изоляции маслодельной комнаты от помещения двигателя, внимательном обслуживании двигателя и рациональной вентиляции помещений опасности восприятия маслом запахов нефти, по нашему мнению, нет и нефтяной двигатель с успехом может быть применен для приведения в движение некоторых машин завода, давая неоспоримое преимущество в сравнении с многоконным приводом.

Однако, исходя только из этих данных, еще нельзя сказать, что нефтяной двигатель во всех случаях будет наивыгоднейшей машиной в условиях работы маслодельного завода. Чтобы окончательно решить вопрос о применении того или иного двигателя, необходимо точно учесть все обстоятельства, связанные с работой двигателя. Особенно важным фактором в этом случае является возможность использования теплоты после работы ее в машине. Паровая машина в этом случае представляет собою один из таких двигателей, где пар, по выходе из машины, содержит еще значительное количество теплоты, которая вполне может быть использована для нужд производства. Возможность такого использования часто делает паровую машину одним из наивыгоднейших двигателей.

### Двигатели внутреннего сгорания

В двигателях этого рода сгорание топлива происходит внутри рабочего цилиндра двигателя. Газы, получающиеся при сгорании, давят на поршень и заставляют его совершать поступательное движение, которое преобразуется во вращательное движение коренного вала.



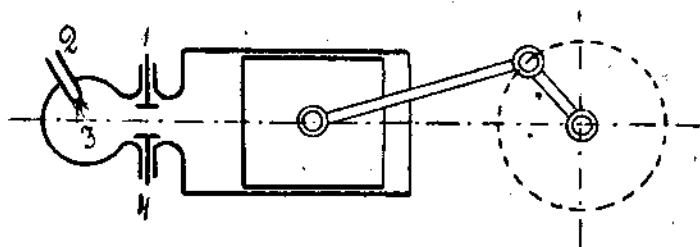
Черт. 140.

Нефтяные двигатели бывают двухтактные и четырехтактные. Работа двухтактного двигателя видна из черт. 140, где поршень изображен в крайнем мертвом положении. Воздух, находящийся в пространстве между поршнем и крышкой цилиндра, сжат до предела для данного двигателя. В это время в цилиндр, через отверстие 1, вбрызгивается нефть посредством насоса. От электрической искры или от теплоты нагретого шара *a* (калоризатора) происходит воспламенение нефти.

Газы, получившиеся при сгорании нефти, дают на поршень и заставляют его двигаться в сторону кривошипа. Поршень при своем движении сжимает воздух, находящийся в камере кривошипа. Когда поршень перейдет канал 3, воздух из камеры *b*, через каналы 2 и 3 поступает в цилиндр и через отверстие 4 выталкивает из цилиндра отработанные газы. При следующем ходе поршня воздух в цилиндре сжимается, а в камеру кривошипа, через отверстие 5, снабженное клапаном, насасывается свежий воздух, и рабочий процесс начинается снова.

В двухтактном двигателе рабочий ход приходится на два хода поршня.

В четырехтактном двигателе 1 рабочий ход приходится на 4 хода поршня и весь процесс идет следующим образом:



Черт. 141.

При первом ходе четырехтактного двигателя (черт. 141) поршень движется по направлению к коленчатому валу и через клапан 1 всасывает воздух. При обратном (втором) ходе поршень сжимает воздух, поступивший в цилиндр. В конце второго хода, через форсунку 2 в калоризатор 3 подается нефть и происходит вспышка нефти. После вспышки нефти поршень совершает третий (рабочий) ход по направлению к коленчатому валу. При четвертом ходе от коленчатого вала поршень выталкивает отработавшие газы через клапан 4, и процесс начинается вновь.

При работе нефтяных двигателей в цилиндре развивается высокая температура и во избежание порчи частей двигателя от нагрева двигатель охлаждают водой. Вода пропускается через водяную рубашку вокруг цилиндра посредством насоса или самоциркуляцией.

### Локомотивы

Локомотив представляет собою паровой котел и паровую машину, соединенные в одно целое.

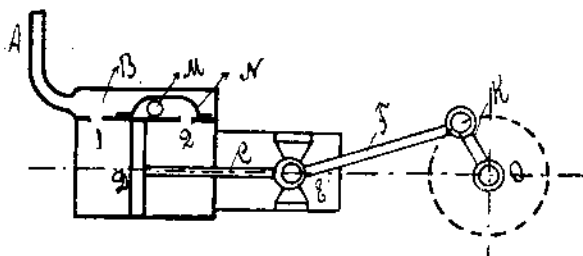
В смысле эксплуатационных расходов, локомотив менее выгоден, чем двигатели внутреннего сгорания, но по сравнению с паровой машиной, установленной отдельно от парового котла, преимущество остается на стороне локомотива.

Локомотив занимает мало места, обслуживание его удобно, установка локомотива требует меньше расходов и времени, чем установка парового котла и отдельно от него паровой машины.

Правда, срок службы локомотива меньше срока службы отдельной паровой машины, но не менее срока службы молочных машин.

Несмотря на перечисленные положительные качества, локомотив имеет и свои недостатки, которые резко сказываются в условиях работы маслодельных заводов.

Главный недостаток локомотива состоит в том, что мощность котла локомотива всегда соответствует потреблению пара машиною локомотива и, при работе машины с полной нагрузкой, котел может не покрыть всю потребность маслодельного завода в свежем паре. Установка более мощного локомотива, чем это требует силовое хозяйство завода, в целях покрытия потребности завода в свежем паре, повлечет за собою работу машины с неполной нагрузкой, а это будет понижать коэффициент полезного действия всей установки. Локомотивы имеют котлы с дымогарными трубами, которые плохо поддаются чистке.



Черт. 142.

### Паровая машина

Паровая машина, установленная отдельно от парового котла, имеет наиболее низкий коэффициент полезного действия сравнительно с другими видами двигателей.

Несмотря на это, она имеет применение во всех областях, где требуется работа стационарного двигателя, и небезуспешно конкурирует с другими видами двигателей, в особенности там, где есть возможность использования отработавшего в машине пара.

На маслодельных заводах всегда есть возможность использования отработавшего пара без остатка и при этих условиях коэффициент полезного действия всей установки может быть сравнительно высоким. Большая равномерность хода, простота обслуживания и возможность иметь котел, мощность которого не зависит от мощности машины, делают эту установку лучшей и наиболее распространенной в маслодельных заводах. Большинство механизированных маслодельных заводов у нас и за границею имеют в качестве двигателя паровую машину, установленную отдельно от парового котла.

Сущность работы одноцилиндровой паровой машины, в кратких чертах, состоит в следующем (черт. 142).

Пар, идущий от парового котла по трубе *A*, через золотниковую камеру *B*, поступает в паровой цилиндр и давит на поршень *D*. Поршень приходит в движение и посредством поршневого штока *C* передает движение ползуну (крейцкопфу) *E*. Ползун, в свою очередь, передает движение шатуну *F*. Второй конец шатуна соединен с концом кривошипа *K*, который поворачивается вокруг оси *O*. Таким образом, поступательное движение поршня преобразуется в вращательное движение кривошипа, а вместе с последним и коленчатого вала. Пар, находящийся по правую сторону поршня *D*, выходит через отверстие 2 в пароводводящую трубу *M*. Когда поршень подходит к крайнему правому положению, золотник *N* передвигается влево, закрывает отверстие 1, открывает отверстие 2 и сообщает камеру *B* с правой стороной цилиндра, а левую сторону цилиндра с пароводной трубой. Маховик выводит поршень из крайнего правого положения и под действием давления пара поршень начинает двигаться влево.

Предположим, что свежий пар поступает в цилиндр все время движения поршня. Работа пара будет равна давлению на поршень, умноженному на пройденный поршнем путь. Пусть избыточное давление пара на поршень, т. е. разница давлений с той и другой стороны поршня, будет равна  $P$  атм., площадь поршня равна  $F$  кв. см и ход поршня равен  $l$  м. Тогда работа пара за один ход поршня или 0,5 оборота вала будет равна:

$$P \cdot F \cdot l \text{ кг-м.}$$

Работа пара за один оборот вала, или два хода поршня, равна:

$$2 \cdot P \cdot F \cdot l \text{ кг-м.}$$

Работа за  $n$  оборотов в минуту равна:

$$2 \cdot P \cdot F \cdot l \cdot n \text{ кг-м.}$$

Работа в 1 секунду равна  $\frac{2 \cdot P \cdot F \cdot l \cdot n}{60}$  кг-м, а выраженная в лошади-

ных силах она будет равна  $\frac{2 \cdot P \cdot F \cdot l \cdot n}{60 \cdot 75}$  л. с.

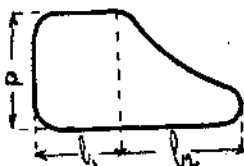
Мощность, вычисленная по этой формуле, есть полная мощность машины и называется она индикаторной мощностью. Часть работы машины всегда теряется на трение и число действительных или, иначе называемых, эффективных лошадиных сил, полученных на валу машины, будет всегда меньше числа индикаторных сил. Эффективная мощность машины на 15—25% меньше индикаторной.

Работа пара, когда он давит на поршень все время с одинаковой силой, невыгодна, потому что пар в этом случае выходит из цилиндра при полном давлении, а следовательно, с большим запасом энергии. Чтобы лучше использовать энергию пара, паровые машины строят так, что пар действует на поршень полным давлением только на небольшом промежутке пути поршня, а затем доступ свежего пара в цилиндр

закрывают, и дальнейшая работа пара происходит за счет его расширения. На черт. 143 изображена диаграмма работы пара, где на промежутке пути поршня  $l_1$  пар работает при полном давлении  $P$ , а на расстоянии  $l_2$  работа пара происходит за счет его расширения, при чем давление пара на поршень постепенно понижается.

Величина хода поршня от мертвой точки до прекращения впуска свежего пара (отсечки), выраженная в частях полного хода поршня или в процентах называется степенью наполнения; например, степень наполнения 0,4 или 40% — это значит, что впуск свежего пара в цилиндр происходит на протяжении 0,4 всего хода поршня.

При этих условиях работы среднее давление на поршень будет значительно ниже давления пара в золотниковой коробке. Если принять давление пара в золотниковой коробке за 1, то для разных степеней наполнения среднее давление на поршень выразится следующими цифрами:



Черт. 143.

|                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Степень наполнения . . . . .  | 0,1  | 0,15 | 0,2  | 0,25 | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,7  |
| Среднее давление на поршень . | 0,36 | 0,45 | 0,53 | 0,60 | 0,66 | 0,76 | 0,84 | 0,90 | 0,95 |

**Пример.** Определить индикаторную мощность паровой машины при избыточном давлении пара 5 атм., при диаметре поршня 20 см, числе оборотов 120 в 1 мин., ходе поршня 0,5 м при степени наполнения 0,3?

**Решение:** Индикаторная мощность машины  $N_i$  равна:

$$N_i = \frac{5 \cdot 0,66 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 120}{4 \cdot 60 \cdot 75} = 27,63 \text{ л. с.}$$

#### Расход пара

Количество пара, которое потребляет паровая машина, теоретически определяется следующим способом. Пусть, как и в предыдущем случае, диаметр цилиндра равен 20 см = 2 дм. Ход поршня — 50 см = 5 дм. Степень наполнения — 0,3. Число оборотов — 120 в 1 м. Абсолютное давление пара 6 атм.

Тогда расход пара за 1 оборот машины равен:

$$\frac{1}{4} \cdot 0,3 \cdot \pi d^2 \cdot 5 \cdot 2 = \frac{1}{4} \cdot 0,3 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 = 9,42 \text{ л.}$$

а в 1 час:  $9,42 \cdot 120 \cdot 60 = 67,824 \text{ л} = 67,824 \text{ куб. м.}$

Расход пара на 1 индикаторную силу/час получается:

$$67,824 : 27,63 = 2,45 \text{ куб. м.}$$

При 6 атм. давления 1 куб. м пара весит 3,11 кг (см. таблицу на стр. 185), следовательно, теоретический расход пара на 1 инд. силу/час, выраженный в кг, будет  $3,11 \cdot 2,45 = 7,62 \text{ кг.}$

Действительный расход пара всегда будет больше расхода, вычисленного теоретически, и по Хедеру для лучших одноцилиндровых машин без конденсации при наивыгоднейших условиях их работы действительный расход пара на 1 индикаторную лошадиную силу/час может быть принят в следующем количестве:

| Давление<br>пара | Среднее<br>давление<br>на поршень | Расход<br>пара   | Х о д п о р ш н я         |      |      |      |      |
|------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------|------|------|------|------|
|                  |                                   |                  | 300                       | 400  | 500  | 600  | 700  |
|                  |                                   |                  | Ч и с л о о б о р о т о в |      |      |      |      |
|                  |                                   |                  | 150                       | 120  | 106  | 95   | 85   |
| 3                | 1,3                               | S <sub>1</sub> { | 21,4                      | 20,8 | 20,2 | 19,9 | 19,4 |
| 4                | 1,7                               |                  | 17,8                      | 17,2 | 16,6 | 16,3 | 15,8 |
| 5                | 2,0                               |                  | 15,8                      | 15,2 | 14,6 | 14,3 | 13,8 |
| 6                | 2,3                               |                  | 14,8                      | 14,2 | 13,6 | 13,3 | 12,8 |
| 7                | 2,7                               |                  | 14,1                      | 13,5 | 12,9 | 12,6 | 12,1 |
| 8                | 3,0                               |                  | 13,6                      | 13,0 | 12,4 | 12,1 | 11,6 |
| 9                | 3,3                               |                  | 13,2                      | 12,6 | 12,0 | 11,7 | 11,2 |
| 10               | 3,6                               |                  | 13,0                      | 12,4 | 11,8 | 11,5 | 11,0 |

Чтобы получить расход пара на 1 действительную лош. силу/час указанные цифры нужно разделить на коэффициент полезного действия машины, который можно принять в среднем 0,8.

1 калория дает 426 кг-м работы. 1 лош. сила/час равна  $75 \times 60 \times 60 = 270.000$  кг-м, следовательно, для получения 1 л. сила/час требуется:  
 $270.000 : 426 = 632$  кал.

Как видно из таблицы, для работы машины на 1 л. л. сила/час требуется по меньшей мере 14 кг пара. Это количество пара, при 10 атм. давления, несет в себе  $666 \times 14 = 9.324$  кал. и в отработанном паре должно оставаться

$$9324 - 632 = 8.692 \text{ кал.}$$

В действительности потери теплоты в паровом цилиндре составляют не 632 кал., а значительно больше, и по данным Ледера (см. Тепловой баланс) они получаются свыше 1.500 кал.

#### Выбор мощности паровой машины

Выбору паровой машины должен предшествовать выбор рабочих машин завода и только после того, как определится сила, потребная для приведения в движение рабочих машин, может быть определена мощность паровой машины.

Паровая машина должна быть выбрана такой мощности, чтобы она была в состоянии приводить в движение все машины завода, работающие одновременно.

Число одновременно работающих машин, в свою очередь, зависит от производительности их и распорядка работ на заводе.

Исходя из всего сказанного, для выбора мощности паровой машины, необходимо установить следующее:

1. Количество молока, поступающего на завод.
2. Периоды поступления молока на завод.
3. Продолжительность периодов поступления.
4. Производительность рабочих машин.
5. Силу, потребную для приведения в движение каждой рабочей машины.
6. Распорядок работ на заводе.
7. Построить график потребления силы за время рабочих периодов в заводе.

Предположим, что на наш завод, в период наибольшей нагрузки, поступает 4.000 л молока в цельном виде и 1.000 л сливок с сливочных пунктов. Молоко и сливки поступают один раз в день — утром.

Для переработки такого количества молока, на заводе предполагается установить следующие машины, требующие механической силы:

Подогреватель, сепаратор, пастеризатор, насос для обраты, маслоизготовитель, сливочные ванны, насос для пахты, насос для воды, циркуляционный насос для ледяной воды, вентилятор, динамо-машину для освещения, насос для сливок и питательный насос.

Как уже было сказано выше, сепаратор должен быть установлен такой мощности, чтобы он мог переработать все молоко, поступившее на завод, не более чем в два часа, следовательно, сепаратор должен быть установлен производительностью в 2.000 л.

Производительность подогревателя определяется производительностью сепаратора. В данном случае он должен подогревать 2.000 л молока в 1 час от температуры, при которой молоко поступает на завод, до температуры сепарирования молока.

Пастеризатор для сливок выбирается такой мощности, чтобы он мог пастеризовать все сливки не более чем в 2 часа. Температура сливок, идущих на пастеризатор из сепаратора, равна температуре сепарирования молока. Температура сливок, поступающих из отделений, может быть принята  $5^{\circ}$ — $10^{\circ}$ . Производительность пастеризатора в нашем случае, при двухчасовой работе, должна быть 800 л — для подогревания сливок от средней температуры  $20^{\circ}$  до  $85^{\circ}$ . За неимением в продаже пастеризаторов такой производительности приходится брать ближайший больший или ограничиться меньшим пастеризатором, соответственно удлинив время его работы, но не более, чем до 2,25 часа в период наибольшей нагрузки завода.

Насос для обраты должен быть такой производительности, чтобы он мог взять не только обрат, но и пену, образующуюся при сепарировании. Имея в виду, что часть молока отойдет в виде сливок, производительность насоса должна быть не менее производительности сепаратора, в нашем случае она будет равна 2.000—2.500 л.

Маслоизготовители устанавливаются из расчета двукратного сбивания сливок, следовательно, в нашем случае требуется установить маслоизготовитель на 2.000 л полной емкости, сбивающий за 1 раз 800 л.

В период наибольшей нагрузки завод имеет 1.600 л сливок. Одну ванну для заквашивания сливок мы освобождаем в начале работы, выливая сливки в маслоизготовитель. Сбивание сливок, промывка и посолка масла делятся значительное время, следовательно, вторая ванна не может освободиться к тому времени, когда первая будет заполнена вновь поступившими сливками, а потому приходится устанавливать 3 сливочных ванны, емкостью по 800 л каждая.

Насос для пахты должен быть такой производительности, чтобы он успевал убирать пахту, вытекающую из маслоизготовителя. Пахта вытекает из маслоизготовителя в течение 10—12 минут. Принимая количество пахты равным нормальному наполнению маслоизготовителя, получаем производительность насоса для пахты:

$$\frac{800 \cdot 60}{10} = 4.800 \text{ л/час.}$$

Как известно, сливки могут быть охлаждены на холодильнике до температуры на  $3^{\circ}$ — $4^{\circ}$  выше температуры воды, питающей холодильник. Если вода из общего водонапорного бака завода не имеет столь низкой температуры, чтобы охладить сливки до температуры их созревания, приходится устанавливать двухступенные холодильники, которые в своей верхней части питаются водой из водопровода, а в нижней части — ледяною водою или холодным соляным рассолом. Для питания нижней части холодильника и сливочных ванн ледяною водою или рассолом обычно делается особая установка, состоящая из бака с ледяною водою и насоса, служащего для циркуляции воды или рассола в нижней части холодильника и в сливочных ваннах. Производительность циркуляционного насоса может быть определена следующим способом:

Пусть нам требуется охладить 1.600 кг сливок. Холодильник стоит непосредственно за пастеризатором, следовательно, производительность холодильника должна быть равной производительности пастеризатора, т. е. 800 кг/час. Пусть температура воды, питающей верхнюю часть холодильника  $= 11^{\circ}$ , тогда в верхней части холодильника сливки могут охладиться до температуры  $11^{\circ} + 4^{\circ} = 15^{\circ}$ . Температуру созревания сливок принимаем  $7^{\circ}$ , тогда в нижней части холодильника сливки должны будут охладиться с  $15^{\circ}$  до  $7^{\circ}$ . Температуру воды, питающей нижнюю часть холодильника, принимаем  $0^{\circ}$  (без добавления соли). Пусть вода, проходя через холодильник, нагревается до температуры  $5^{\circ}$ , тогда каждый литр воды будет отнимать от сливок 5 кал. Для охлаждения 1.600 кг сливок в течение 2 часов с  $15^{\circ}$  до  $7^{\circ}$  нам необходимо отнять:

$$1600 \times 0,92 \times (15 - 7) = 11.776 \text{ кал. или } 5.888 \text{ кал. в 1 час,}$$

следовательно, часовая производительность насоса будет равна:

$$5888 : 5 = 1.177,6 \text{ с окр. } 1.200 \text{ л.}$$

Часовое количество льда, которое нужно добавить к воде, может быть определено из следующего уравнения:

$$G = \frac{5888 + Q \cdot t}{80 \cdot 0,8} \text{ кг,}$$

где  $Q$  — количество воды в баке,  $t$  — первоначальная температура воды и  $0,8$  — коэффициент полезного действия установки.

Производительность насоса для подачи воды в завод можно определить следующим способом:

С пересчетом сливок на молоко мы имеем, что на наш завод поступает 11.000 л молока. Принимая расход воды на заводе равным 2 л на каждый литр молока имеем, что суточное потребление воды заводом будет равно:

$$2 \times 11000 = 22.000 \text{ л.}$$

Если насос должен будет подать воду в завод в течение 3 часов, производительность его будет равна:

$$22000 : 3 = 7.333 \text{ с округл. } 7.500 \text{ л.}$$

Сила, необходимая на приведение в движение динамо-машины для освещения завода может быть определена следующим способом:

Для общего освещения помещений завода требуется 0,5—1 свеча на 1 кв. м площади пола. Кроме того, по одной лампе над каждой машиной, стоящей отдельно, или 1 лампа на 2—3 машины, стоящие без разрыва.

Предположим, что наш завод имеет следующее число комнат.

| Название комнат          | Площадь пола | Число свечей общего освещения | Число ламп и свечей общего освещения | Число ламп над машинами | Всего свечей |
|--------------------------|--------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------|
| Маслодельная . . . . .   | 57           | 57                            | $2 \times 25$                        | $2 \times 25$           | 400          |
| Сепараторная . . . . .   | 27           | 27                            | $1 \times 25$                        | $2 \times 25$           | 75           |
| Приемная . . . . .       | 40           | 40                            | $2 \times 25$                        | —                       | 50           |
| Котельная . . . . .      | 50           | 50                            | $2 \times 25$                        | $2 \times 25$           | 100          |
| Лаборатория . . . . .    | 10           | 16                            | $1 \times 16$                        | —                       | 16           |
| Раздевальня . . . . .    | 7            | 10                            | $1 \times 10$                        | —                       | 10           |
| Маслохранилище . . . . . | 15           | 16                            | $1 \times 16$                        | —                       | 16           |
| Тамбур . . . . .         | 4            | 10                            | $1 \times 10$                        | —                       | 10           |
| Итого . . . . .          | —            | —                             | —                                    | —                       | 377          |

Обыкновенные осрамовые безвоздушные лампы потребляют около 1 уатта на 1 свечу, следовательно, для одновременного освещения всего завода требуется 377 уатт, или

$$\frac{377}{736 \cdot 0,8} = 0,65 \text{ л. с.}$$

где 0,8 — коэффициент полезного действия динамо-машины.

Производительность питательного насоса для парового котла должна быть вдвое больше максимального расходования котлом пара. Пусть наш котел, при 7 атм. давления, расходует в 1 час 300 кг пара, тогда производительность питательного насоса будет 600 л в 1 час. Сила, необходимая для приведения в движение насоса, будет равна:

$$N = \frac{600 \cdot 8 \cdot 10}{3600 \cdot 75 \cdot 0,6} = 0,3 \text{ л. с.},$$

где 8.10 — высота напора, которую приходится преодолевать насосу при нагнетании воды в котел.

Мощность, нужная для приведения в движение прочих насосов, может быть определена по формуле на стр. 109.

Из остальных приборов можно указать, что емкости баков для цельного молока и обраты берутся равными  $1\frac{1}{2}$  производительности сепаратора. Емкость бака для пахты берется равной нормальному наполнению маслоизготовителя.

Сводя полученные данные в таблицу, имеем:

| Наименование машин                  | Количество | Производительность | Требуется<br>лош. сил |
|-------------------------------------|------------|--------------------|-----------------------|
| Подогреватель с 5° до 35° . . . . . | 1          | 2.500              | 0,6                   |
| Сепаратор . . . . .                 | 1          | 2.000              | 1,2                   |
| Пастеризатор с 40° до 85° . . . . . | 1          | 840                | 0,8                   |
| Насос д/обраты . . . . .            | 1          | 2.500              | 0,2                   |
| Маслоизготовитель . . . . .         | 1          | 800                | 5,5                   |
| Ванны для сливок . . . . .          | 3          | 800                | по 0,4                |
| Насос для пахты . . . . .           | 1          | 5.000              | 0,4                   |
| Циркуляционный насос . . . . .      | 1          | 1.200              | 0,2                   |
| Насос для воды . . . . .            | 1          | 7.500              | 0,6                   |
| Динамо-машина . . . . .             | 1          | —                  | 0,65                  |
| Питательный насос . . . . .         | 1          | 600                | 0,3                   |
| Вентилятор . . . . .                | 1          | № 2                | 0,51                  |
| Насос для сливок . . . . .          | 1          | 1.000              | 0,10                  |

Распределим работу машин по времени, приняв следующий расписание работ на заводе:

Рабочий день начинается сбиванием сливок. Работа маслоизготовителя длится 1 час. После сбивки масла пускают одновременно подогреватель, сепаратор, пастеризатор и др. машины.

Время работы каждой машины и силу, потребляемую машиной, изображаем графически, откладывая по оси абсцисс время работы машины, а по оси ординат силу, потребляемую машиной. График, полученный таким способом (черт. 144), показывает, что в течении первого часа происходит работа маслоизготовителя, насоса для воды, динамомашин для освещения и питательного насоса, работа которого происходит периодически, но должна учитываться как постоянная, потому что она может потребоваться в каждый данный момент. В течении следующих двух часов работают подогреватель, сепаратор, пастеризатор и другие машины.

В этот же период происходит промывка, обработка, посолка и выемка масла из маслосбойки, для какой работы два часа можно считать достаточным.

По окончании работ по сепарированию молока и пастеризации сливок происходит второе сбивание.

График показывает, что паровая машина в период наибольшей дневной нагрузки должна давать 7,05 л. с. Принимая 10% на потери в трансмиссии (при шариковых подшипниках; при подшипниках скользящего трения потери в трансмиссиях по Лихтенбергеру составляют от 15 до 30% в зависимости от точности пригонки подшипников и правильности установки трансмиссии), получим, что паровая машина должна быть установлена:

$$7,05 + 10\% = 7,05 + 0,7 = 7,75 \text{ л. с. окр. 8 л. с.}$$

График потребления силы, при ином расписании работ, будет иметь другой вид, и мощность паровой машины может получиться иная, а потому при проектировании завода необходимо точно учесть все особенности работы данного завода и составлять график потребления силы, исходя из действительного расписания работ, принятого на заводах данной местности, метод же расчетов и приведенные данные о производительности машин остаются в силе для расчетов установок всякого завода с разовым поступлением молока.

В крупных молочных комбинатах, которые начинают развиваться по Союзу, сырьевая база завода будет полностью подчинена общему хозяйственному руководству комбината и молоко будет поступать на завод в течении известных периодов, или круглых суток, непрерывным и равномерным потоком.

В таком случае для подбора оборудования и мощности паровой машины сначала составляется график суточного поступления молока и по этому графику подбираются рабочие машины отдельными комплектами (агрегатами) с тем расчетом, чтобы агрегаты, работая

9 л. с.

Черт. 144.

8

7

6

5

4

3

2

1

|                    |                      |                      |
|--------------------|----------------------|----------------------|
| 10% — 0,7          |                      | 10% — 0,7            |
| Пит. нас. 0,3      |                      |                      |
| Дин. маш. 0,65     |                      | Насос 0,6            |
| Насос для воды 0,6 |                      | Вент. 0,5            |
|                    | 10% — 0,5            | Пит. нас. 0,3        |
|                    | Вентилятор 0,5       |                      |
|                    | Пит. насос 0,3       |                      |
|                    | Насос для сливок 0,1 |                      |
| Маслоизг. 5,5      | Насос для воды 0,6   | Масло-изготовит. 5,5 |
|                    | Циркул. насос 0,2    |                      |
|                    | Ванны 0,8            |                      |
|                    | Насос для обр. 0,2   |                      |
|                    | Пастеризатор 0,8     |                      |
|                    | Сепаратор 1,2        |                      |
|                    | Подогреватель 0,6    |                      |

0

1

2

3

4 час.

каждый не свыше двух часов подряд, могли заменять друг друга на время чистки и промывки.

На работу отдельных агрегатов составляется новый общий график, подобный изображенному на черт. 144, и по этому графику определяется мощность паровой машины.

Производительность, потребность в силе и размеры основных молочнохозяйственных машин завода.

### I. Сепараторы.

|                                       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Производительность, в л. . . . .      | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 | 5.000 |
| Потребность в силе, в л. с. . . . .   | 0,6   | 0,9   | 1,2   | 1,8   | 2,5   | 4,0   |
| Высота до верха чашки, в мм . . . . . | 934   | 1.034 | 1.206 | 1.262 | 1.262 | 1.383 |

### II. Подогреватели пастеризаторы.

|                              |                         |             |       |       |       |       |        |
|------------------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Цельного молока . . . . .    | Производи-<br>тельность | с 5° до 35° | 2.500 | 3.600 | 5.400 | 7.500 | 10.000 |
| Сливов . . . . .             |                         | с 5° до 85° | 400   | 630   | 950   | 1.300 | 1.750  |
| Потребность в силе . . . . . |                         |             | 0,6   | 0,8   | 1,0   | 1,2   | 1,5    |

### III. Маслоизготовители „Симплекс“.

|                                     |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Емкость, в л. . . . .               | 1.000 | 2.000 | 3.000 | 4.000 |
| Нормальное наполнение, в л. . . . . | 400   | 800   | 1.200 | 1.600 |
| Потребность в силе, в л. с. . . . . | 2—3,5 | 3—5,5 | 5—8   | 8—11  |
| Длина с тележкой, в мм . . . . .    | 3.060 | 4.075 | 4.700 | 5.000 |

### IV. Маслоизготовители „Дисброду“.

|                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Емкость . . . . .        | 400   | 600   | 800   | 1.000 | 1.200 | 1.600 | 2.000 | 2.500 | 3.000 | 3.500  |
| Норм. наполн. . . . .    | 160   | 240   | 320   | 400   | 480   | 640   | 800   | 1.000 | 1.200 | 1.400  |
| Потреб. в силе . . . . . | 1,75  | 2     | 2,25  | 2,75  | 3,3   | 4     | 4,5   | 4—5,5 | 5—8   | 6,5—10 |
| Общая длина . . . . .    | 2.030 | 2.480 | 2.040 | 2.310 | 2.570 | 3.115 | 3.400 | 3.800 | 4.200 | 4.600  |

В тех случаях, когда при машине имеется нормальный шкив и известно число оборотов машины, нужную для приведения в движение силу можно приблизительно определить по следующей формуле:

$$N = \frac{B - 0,01}{1,1} \cdot R \cdot n,$$

где  $B$  и  $R$  — ширина и радиус шкива в м,  $n$  — число оборотов шкива в 1 минуту.

### Направление вращения машины

Вращение паровой машины может быть с ходом вперед, когда палец кривошипа при вращении в своем верхнем положении удаляется от цилиндра (правовращающаяся машина), и с ходом назад, когда палец кривошипа в своем верхнем положении приближается к цилиндру (левовращающаяся машина).

У левовращающейся машины наибольшее давление ползуна передается на верхнюю направляющую, смазка которой затруднительна. Ведущая ветвь ремня такой машины получается сверху, что влечет

за собою провисание нижней ветви ремня, вследствие чего уменьшается угол охвата шкивов и ремень изнашивается скорее. У правовращающейся машины давление ползуна передается на нижнюю направляющую, смазка которой не представляет затруднений. Ведущей ветвью ремня здесь является нижняя ветвь, при чем провисание верхней ветви ремня увеличивает угол охвата шкивов и не вызывает вредных явлений, влияющих на прочность ремня.

Исходя из этих соображений, на маслодельных заводах следует избегать установки левовращающихся паровых машин.

### Фундамент и установка паровой машины

Размеры фундамента паровой машины должны быть даны фирмою, поставляющей машину. Фундамент паровой машины должен быть основан на материковом грунте. Если грунт не надежен, прибегают к укреплению грунта или уширяют фундамент книзу, с тем, чтобы уменьшить давление на единицу площади грунта. Если фундамент расширен внизу, ширину его сверху можно уменьшать не более чем на 0,5 кирпича в каждом ряду, с расчетом вывода фундамента сверху такой величины, какая требуется для машины. Фундамент может быть выполнен из кирпича или бетона. Кирпич для фундамента употребляется хорошо обожженный и перед употреблением в дело хорошо вымачивается. На 1 куб. м кладки фундамента идет 400 кирпичей и 360 л цементного раствора, состоящего из 170 кг цемента и 350 кг песка.

Подшва фундамента должна быть строго горизонтальна. Фундамент машины не должен быть связан с фундаментом стен здания, чтобы сотрясения машины не передавались стенам здания.

Если размеры фундамента не указаны фирмою, то они могут быть определены по следующим данным.

| При горизонтальных машинах вес фундамента должен быть:                    |   |   |   |     |   |      |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------|---|---|---|-----|---|------|---|---|---|
| При скорости поршня в 1,0 м/сек в 2 раза тяжелее веса машины с маховиком. |   |   |   |     |   |      |   |   |   |
| "                                                                         | " | " | " | 1,5 | " | 2,25 | " | " | " |
| "                                                                         | " | " | " | 2,0 | " | 2,50 | " | " | " |
| "                                                                         | " | " | " | 3,0 | " | 3,50 | " | " | " |
| "                                                                         | " | " | " | 3,5 | " | 4,00 | " | " | " |

Для вертикальных машин вес машины уменьшают на  $\frac{1}{3}$  и пользуются вышеуказанными отношениями (А. А. Крассовский. Ремонтно-монтажное дело, вып. 1).

Кладка фундамента производится следующим образом:

Сначала выкладывается сплошное основание фундамента на толщину пяти рядов кирпичей, после чего закладываются упорные шайбы для нижних концов анкерных болтов. Для правильной установки упорных шайб изготовляют шаблон из досок, на котором точно наносятся отверстия для фундаментных болтов. Шаблон укладывают над ямой и устанавливают упорные шайбы по отвесу против отверстий в шаб-

лоне. Чтобы отверстия для болтов не засорились при кладке, в них вкладываются квадратные деревянные бруски, обложенные войлоком, на всю высоту фундамента. При установке небольших машин иногда поступают так: выводят фундамент до анкерных болтов и над ямой делают подмости из железных балок, а на подмости ставят раму машины с коленчатым валом и фундаментными болтами. Машину точно устанавливают и выводят фундамент на 2—3 см ниже нижней плоскости рамы. После отвердения раствора подкладывают под раму с той и другой стороны фундаментных болтов железные клинья, толщиной 2—2,5 см, удаляют подмости и опускают раму на клинья. Если установка ведется по шаблону, то через неделю по окончании кладки фундамента вынимают из гнезд для болтов деревянные бруски, устанавливают раму на место, вставляют фундаментные болты, после чего вкладывают в подшипники коленчатый вал. После всесторонней проверки машины нижнюю часть фундаментных болтов засыпают песком, а верх — на глубину 10 см — заливают жидким цементным раствором 1:1. Вокруг рамы машины, на расстоянии от нее 10—12 см, делают возвышение из глины и заливают раму на высоту 25 мм жидким цементным раствором. Через несколько дней, когда раствор достаточно отвердеет, приступают к сборке машины.

### Пуск в ход и обслуживание паровой машины

Машинист обязан не только пустить и остановить машину, но он должен вести работу так, чтобы машина работала как можно экономнее и всегда была готова к работе в нужный момент. Исходя из этого, все замеченные во время работы недостатки машинист должен устранить немедленно по окончании работы и проверить готовность машины к работе в ближайший рабочий период.

Паровая машина должна работать при высшем допустимом давлении пара в котле, так как в этом случае работа машины наиболее экономична.

Перед пуском машины в ход следует зарядить масленки, проверить правильность их действия, открыть их и дать сигнал в рабочие помещения завода. После этого плавно открыть котельный вентиль и основательно прогреть паропровод от котла к паровой машине, выпуская пар в отводящую трубу. Когда паропровод достаточно прогрелся, медленно и немного открывать пусковой вентиль.

В самых низких точках парового цилиндра расположены краны, которые служат для выпуска воды, получившейся вследствие конденсации пара от соприкосновения с холодными стенками цилиндра. Эти краны во время пуска машины должны быть открыты и закрываются они тогда, когда через них перестала выходить вода, а пошел сухой пар. После закрытия спускных кранов, полностью открывают пусковой вентиль, постепенно доводя число оборотов машины до нормального. Пусковой вентиль во время работы машины должен быть открыт пол-

ностью. Регулирование количества пара пусковым вентилем не производится. Эта обязанность лежит на регуляторе машины. После закрытия спускных кранов внимательно наблюдают работу машины: не стучит ли машина, правильно ли работают смазочные приспособления, не нагреваются ли подшипники и т. п.

При остановке, машины быстро закрывают пусковой вентиль, открывают спускные краны, останавливают смазку и закрывают котельный вентиль. Немедленно после остановки, еще в горячем состоянии, пока масло на машине не охладилось, машина должна быть вычищена, так как остывшая машина поддается чистке лишь с трудом.

Все винты, гайки и клинья машины необходимо осматривать ежедневно и при ослаблении их немедленно закреплять. Особенно тщательно наблюдению подлежит регулятор.

Для смазки паровой машины применяется чистое минеральное масло, различной вязкости, с той или иной температурой вспышки.

По данным Фишера, для смазки подшипников наиболее подходящим будет следующее масло:

| Род подшипника         | Удельный вес | Вязкость при 20° | Температура вспышки |
|------------------------|--------------|------------------|---------------------|
| Кольцевая смазка ....  | 0,895        | 20 — 40          | 195°                |
| Обыкновенная смазка. . | 0,880        | 10 — 15          | 185°                |

Для смазки цилиндра употребляется более тяжелое масло, с большей вязкостью и высокой температурой вспышки.

| Вид пара             | Удельный вес | Вязкость при 100° | Температура вспышки |
|----------------------|--------------|-------------------|---------------------|
| Насыщенный пар ....  | 0,900        | 3,8               | 270°                |
| Перегретый пар ..... | 0,905        | 6,0               | 300°                |

Часовой расход масла для смазывания цилиндра может быть приблизительно определен по формуле Шмидта:

$$V = 1,6 \cdot D \cdot S \cdot n,$$

где  $V$  — расход масла в 1 час в г,  $D$  — диаметр цилиндра в м,  $S$  — ход поршня в м,  $n$  — число оборотов машины в 1 минуту.

### Передача силы

Передача движения и силы от паровых машин к трансмиссиям чаще всего производится ремнями. Преимущество ременной передачи перед другими передачами состоит в плавности движения и отсутствии ударов.

В условиях работы маслодельного завода плавность передачи имеет весьма важное значение, потому что такие машины, как сепараторы, требуют плавной передачи и хороших паровых машин, работающих с колебанием скорости шкива не более 0,01 в период одного оборота.

Передача силы от одного вала к другому может быть произведена посредством открытого ремня, когда оба вала вращаются в одну сторону, и перекрестного ремня (черт. 145), когда валы вращаются в разные стороны. Второй вид передачи применяется при небольших усилиях и для передачи движения от паровой машины к главному валу перекрестных ремней допускать не следует.

Наивыгоднейшие условия работы ременной передачи будут тогда когда оба вала находятся на одинаковой высоте. Но все же ременная передача работает вполне удовлетворительно, когда линия, проходящая через оси валов, составляет с горизонтом угол не более  $60^\circ$ . При наклоне более  $60^\circ$  ремень приходится туго натягивать и всегда имеется возможность соскакивания ремня со шкивов. Наименьшее расстояние между осями валов равно  $4R + r$  для открытых ремней и  $9R + r$  для перекрестных ремней, где  $R$  и  $r$  — радиусы большого и малого шкивов. Наиболее благоприятное расстояние между осями валов при открытых ремнях считается в пределах 4—5 м для ремней до 10 см ширины и 9—10 м для широких ремней. Расстояние между осями валов в 15 м считается предельным для ременной передачи.

Потеря силы при ременной передаче вследствие жесткости ремня принимается от 2% до 5%.

При расчете ремней допускаемую на ремень нагрузку часто относят не к 1 кв. см сечения ремня, а к 1 см его ширины, при чем ординарные кожаные ремни имеют толщину:

|            |           |        |
|------------|-----------|--------|
| при ширине | 50—100 мм | 4—5 мм |
| "          | 100—150 " | 5—6 "  |
| "          | 150—300 " | 6—7 "  |

Величина нагрузки  $p$ , допускаемой на 1 см ширины кожаного ремня, при благоприятных условиях, выражается следующими цифрами (по Геркенсу);

| Диаметр шкива<br>в мм | Скорость ремня в м/сек |     |    |     |      |      |
|-----------------------|------------------------|-----|----|-----|------|------|
|                       | 3                      | 5   | 10 | 20  | 30   | 40   |
| 100                   | 2                      | 2,5 | 3  | 3,5 | 3,5  | 3,5  |
| 200                   | 3                      | 4   | 5  | 6   | 6,5  | 6,5  |
| 300                   | 4                      | 5   | 6  | 7,5 | 8,5  | 9    |
| 400                   | 5                      | 6   | 7  | 9   | 10   | 10,5 |
| 500                   | 6                      | 7   | 8  | 10  | 11   | 11,5 |
| 600                   | 7                      | 8   | 9  | 11  | 12,5 | 13   |
| 750                   | 8                      | 9   | 10 | 12  | 13   | 13,5 |
| 1.000                 | 9                      | 10  | 11 | 13  | 14   | 14,5 |

Мощность в л. с., передаваемая ремнем, выражается следующей формулой:

$$N = \frac{P \cdot v}{75} = \frac{p \cdot b \cdot v}{75} = \frac{p \cdot b \cdot \pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 75} \text{ л. с.}$$

где  $P$  — усилие, в кг, передаваемое ремнем;

$v$  — скорость ремня в м/сек;

$p$  — допускаемая нагрузка на 1 см ширины ремня;

$b$  — ширина ремня в см;

$D$  — диаметр шкива в метрах;

$n$  — число оборотов вала в 1 минуту.

При среднем значении  $p = 7,5$ , формула мощности, передаваемой кожаны́м ремнем, принимает вид:

$$N = b \cdot R \cdot n,$$

где  $b$  — ширина ремня и радиус шкива  $R$  выражены в метрах.

Если ширина ремня при расчетах получается меньше 50 мм, то все же предпочитают остановиться на ремне, шириною не менее 50 мм, но тогда ремень может быть взят тоньше.

При всех прочих равных условиях ширины кожаного, резинового и хлопчатобумажного ремней относятся между собою как 5:6:7.

Шкивы для ремней должны быть легкими и прочными, цельными или свертными. Если шкив назначен для передачи силы (например, от двигателя к трансмиссии), то диаметр меньшего шкива делают в 100 раз больше толщины ремня. При передачах, имеющих целью изменение скорости, выбирают диаметр большего шкива в пределах от 10 до 15 диаметров вала.

Окружные скорости шкивов при ременной передаче равны между собою, т. е.

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot n_1}{60},$$

где  $R$  и  $R_1$  — радиусы шкивов, а  $n$  и  $n_1$  — числа оборотов их в 1 минуту.

После сокращения и перестановки членов получается пропорция:

$$\frac{R}{R_1} = \frac{n_1}{n} = i.$$

Передаточное число  $i$  для ременных передач не рекомендуется брать больше 5.

Шкивы должны быть точно обработаны и тщательно уравновешены. При передаче движения между ремнем и шкивом всегда имеет место скольжение, а потому скорость ведомого шкива всегда меньше скорости ведущего шкива.

Уменьшение скорости ведомого шкива против скорости ведущего шкива составляет около 2%. Для сохранения правильного соотношения числа оборотов валов, диаметр ведомого шкива, полученный при вычислении, уменьшают на 2% или увеличивают диаметр ведущего шкива.

на ту же величину. Если передача движения производится через промежуточные валы, потери в скорости соответственно увеличиваются.

Пример. Рассчитать ремень, передающий движение от паровой машины к трансмиссии. Паровая машина в 10 л. с. делает 150 оборотов в 1 минуту. Диаметр шкива машины равен 1 м. Трансмиссии нужно дать 200 оборотов в 1 минуту.

Решение. Диаметр шкива на трансмиссии находим из отношения  $\frac{d}{D} = \frac{n_1}{n}$ , откуда  $d = \frac{1,150}{200} = 0,75 \text{ м} = 750 \text{ мм}$ .

Вводим поправку на скольжение, уменьшая диаметр шкива трансмиссии на 2%, тогда размеры шкива будут равны:

$$750 - 750 \cdot 0,02 = 735 \text{ мм.}$$

Скорость ремня на шкивах будет равна:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 1 \cdot 150}{60} = 7,85 \text{ м/сек.}$$

При скорости ремня 7,85 м/сек и диаметре шкива 735 мм допускаемую нагрузку на 1 см ширины ремня находим в таблице на стр. 177. Допускаемая нагрузка для этих данных будет между 8 и 9, берем 8,5, тогда по формуле  $N = \frac{b \cdot p \cdot v}{75}$  находим:

$$b = \frac{N \cdot 75}{p \cdot v} = \frac{10 \cdot 75}{8,5 \cdot 7,85} = 11,3 \text{ с окр. } 12 \text{ см.}$$

Приводные валы делают чаще всего из обыкновенного прокатного железа. Диаметр вала определяется по формуле:

$$d = 14,42 \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$$

где  $N$  — число л. с., передаваемых валом, а  $n$  — число оборотов вала в 1 минуту. Толщина нормальных приводных валов может быть взята из следующей таблицы (см. стр. 180).

Приводной вал не должен проходить над рабочими машинами, концы вала не следует подводить вплотную к стенам, во избежание искривления вала при расширении от нагревания. Всякий приводной вал должен иметь по меньшей мере одну пару установочных колец для предупреждения перемещения вала по осевому направлению. Кольца изготовляются из железа и закрепляются на валу при помощи потайных винтов по обеим сторонам одного подшипника, или между двумя соседними подшипниками. Длина отдельных отрезков вала выбирается в пределах от 4 до 6 м при диаметре вала от 3 до 5 см. При длине отрезка вала более 7 м и менее 2 м валы расцениваются дороже. Отдельные звенья вала соединяются между собой посредством соединительных муфт.

| Лопат.<br>с/д | Диаметр нормальных приводных валов, в мм<br>(Число оборотов в минуту) |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|               | 40                                                                    | 60  | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 350 | 400 |
| 1             | 50                                                                    | 45  | 45 | 40  | 40  | 35  | 35  | 35  | 35  | 35  | 35  | 30  | 30  | 30  | 30  |
| 2             | 60                                                                    | 55  | 50 | 50  | 45  | 45  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 35  | 35  | 35  | 35  |
| 3             | 65                                                                    | 60  | 55 | 50  | 50  | 50  | 45  | 45  | 45  | 45  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  |
| 4             | 70                                                                    | 65  | 60 | 55  | 55  | 50  | 50  | 50  | 50  | 45  | 45  | 45  | 45  | 40  | 40  |
| 5             | 75                                                                    | 65  | 60 | 60  | 55  | 55  | 55  | 50  | 50  | 50  | 50  | 45  | 45  | 45  | 45  |
| 6             | 75                                                                    | 70  | 65 | 60  | 60  | 55  | 55  | 55  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 45  | 45  |
| 8             | 85                                                                    | 75  | 70 | 65  | 65  | 60  | 60  | 55  | 55  | 55  | 55  | 50  | 50  | 50  | 50  |
| 10            | 85                                                                    | 80  | 75 | 70  | 65  | 65  | 60  | 60  | 60  | 55  | 55  | 55  | 55  | 50  | 50  |
| 12            | 90                                                                    | 85  | 75 | 75  | 70  | 65  | 65  | 65  | 60  | 60  | 60  | 55  | 55  | 55  | 50  |
| 14            | 95                                                                    | 85  | 80 | 75  | 75  | 70  | 70  | 65  | 65  | 60  | 60  | 60  | 60  | 55  | 55  |
| 15            | 95                                                                    | 85  | 80 | 75  | 75  | 70  | 70  | 65  | 65  | 65  | 60  | 60  | 60  | 55  | 55  |
| 16            | 100                                                                   | 90  | 85 | 80  | 75  | 70  | 70  | 70  | 65  | 65  | 65  | 60  | 60  | 60  | 55  |
| 18            | 100                                                                   | 90  | 85 | 80  | 75  | 75  | 70  | 70  | 70  | 65  | 65  | 65  | 60  | 60  | 60  |
| 20            | 105                                                                   | 95  | 85 | 85  | 80  | 75  | 75  | 70  | 70  | 70  | 65  | 65  | 65  | 60  | 60  |
| 25            | 110                                                                   | 100 | 90 | 85  | 85  | 80  | 80  | 75  | 75  | 70  | 70  | 70  | 65  | 65  | 60  |

Расстояния в см между подшипниками, поддерживающими приводные валы, определяются по формуле:

$$l = 100 \sqrt{d}$$

или могут быть взяты из следующей таблицы:

|                           |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Диаметр вала, в см        | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| Расст. между подш., в см. | 170 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 |

Указанные расстояния в действительности могут быть несколько изменены в зависимости от расположения машин, размеров здания, расстояния между балками и т. п.

Стоимость трансмиссий (по Ценнику зданий и силовых установок изд. Наркомторга):

|                                     | Диаметр вала, в мм |       |       |       |       |       |       |  |
|-------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Стоимость                           | 30                 | 35    | 40    | 45    | 50    | 56    | 62    |  |
| 1 дог. и жел. вала, в руб.          | 7,25               | 8,25  | 9,25  | 10,25 | 11,25 | 13,50 | 16,50 |  |
| Тарельчатых муфт                    | —                  | —     | 12,00 | 17,00 | 24,00 | 30,00 | 36,00 |  |
| Прольных                            | —                  | —     | —     | 23,50 | 24,00 | 30,00 | 31,00 |  |
| Плит для подш.                      | 3,75               | 3,75  | 3,75  | 8,20  | 8,20  | 11,25 | 11,25 |  |
| Настенных кроншт.                   | 13—17              | 13—17 | 13—17 | 17—37 | 17—37 | 22—43 | 22—43 |  |
| Потол. подвесок Селлерса            | 18—19,50           | 19,50 | 20,00 | 30,00 | 37,00 | 42,00 | 39—44 |  |
| Подшипников с подвижными вкладышами | 12,37              | 13,50 | 14,60 | 15,75 | 19,75 | 21,40 | 25,90 |  |

Стоимость указана без болтов.

На установку трансмиссии полагать 10% ее покупной стоимости.

## Глава VI

### Тепловое хозяйство

#### Топливо

Топливо, применяемое в технике, разделяется на 3 класса: твердое, жидкое и газообразное.

По способу получения топливо делится на природное и искусственное.

Средний состав наиболее употребительных видов топлива в процентах по весу в высушенном и беззольном состоянии виден из следующей таблицы Менделеева, где *C*, *H*, *O* и *N* соответствуют содержанию углерода, водорода, кислорода и азота.

| В и д т о п л и в а        | <i>C</i> | <i>H</i> | <i>O</i> | <i>N</i> |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Дерево . . . . .           | 50       | 6,0      | 43,7     | 0,3      |
| Торф . . . . .             | 58       | 6,2      | 34,2     | 1,6      |
| Бурый уголь . . . . .      | 68       | 6,0      | 25,0     | 1,0      |
| Каменный уголь . . . . .   | 85       | 5,4      | 8,5      | 1,1      |
| Антрацит . . . . .         | 95,5     | 2,0      | 1,5      | 1,0      |
| Древесный уголь . . . . .  | 93       | 1,8      | 4,6      | 0,6      |
| Кокс . . . . .             | 97       | 0,5      | 2,0      | 0,5      |
| Нефтяные остатки . . . . . | 86       | 12,0     | 2,0      | —        |
| Светильный газ . . . . .   | 59       | 23,0     | 12,0     | 6,0      |

Достоинство топлива характеризуется его теплотворной способностью. Теплотворную способность, или теплопроизводительность топлива, называется количество тепла в калориях, которое отдает 1 кг топлива при полном сгорании, при условии охлаждения продуктов горения до первоначальной температуры.

От теплопроизводительной способности топлива следует отличать его жаропроизводительную способность, или пирометрический эффект, под которым разумеется наивысший предел температуры, которого можно достигнуть при сжигании данного топлива на воздухе.

Теплотворная способность одного и того же вида топлива подвержена значительному колебанию в зависимости от содержания в топливе гигроскопической воды.

Например, теплотворная способность одного и того же сорта дров выражается следующими цифрами:

| Содержание гигроскопической воды в % | Теплотворная способность |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 5                                    | 3.734                    |
| 10                                   | 3.490                    |
| 15                                   | 3.260                    |
| 20                                   | 3.033                    |
| 25                                   | 2.800                    |
| 30                                   | 2.570                    |
| 35                                   | 2.340                    |

Следующая таблица, приводимая Менделеевым, дает теплопроизводительность топлива, количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг, и жаропроизводительную способность некоторых видов топлива.

| Наименование топлива             | Теплопроизвод. способность, в калор. | Количество воздуха, в кг | Жаропроизвод. способность, в °C |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Дерево, вылежавшееся . . . . .   | 2.825                                | 8,88                     | 772°                            |
| „ сильно высушенное . . . . .    | 4.367                                | 12,07                    | 1.075°                          |
| Торф хорошего качества . . . . . | 3.279                                | 9,76                     | 903°                            |
| Бурый уголь . . . . . от         | 3.410                                | 9,75                     | 940°                            |
| „ „ . . . . . до                 | 5.125                                | 15,15                    | 940°                            |
| Каменный уголь . . . . . от      | 4.515                                | 12,50                    | 991°                            |
| „ „ . . . . . до                 | 7.095                                | 19,27                    | 1.037°                          |
| Антрацит . . . . .               | 7.651                                | 14,46                    | 1.466°                          |
| Древесный уголь . . . . .        | 7.384                                | 15,86                    | 1.298°                          |
| Кокс . . . . .                   | 6.895                                | 14,93                    | 1.283°                          |
| Нефтяные остатки . . . . .       | 10.597                               | 12,41                    | 2.333°                          |

Чтобы перейти от весового количества воздуха к объему в куб. м, нужно вес воздуха разделить на 1,25, так как 1 куб. м воздуха весит от 1,2 кг (летом) и до 1,3 кг (зимой).

Теплота, полученная при сгорании топлива в каких бы то ни было печах, не может быть использована полностью. Часть теплоты уходит с дымовыми газами, часть теряется в самой топке вследствие лучеиспускания, теплопроводности и т. п.

Соотношения между этими потерями видны из следующей таблицы Фишера, которая составлена на основании 50 опытов над паровыми котлами.

|                                  | I    | II   | III  | IV   |
|----------------------------------|------|------|------|------|
| Утилизировано в % . . . . .      | 65   | 61   | 66   | 62   |
| Максимальное значение . . . . .  | 75,6 | 73,7 | 74,3 | 70,2 |
| Минимальное . . . . .            | 53,4 | 50,3 | 59,7 | 56,1 |
| Потери в дымовых газах . . . . . | 22   | 21   | 18   | 23   |
| Прочие потери . . . . .          | 13   | 18   | 16   | 15   |

Сжигание топлива часто производится в целях получения пара, а потому топливо иногда характеризуют тем количеством единиц пара которое может получиться при сгорании одной весовой единицы топлива.

Способность топлива дать то или иное количество пара называется паропроизводительной способностью топлива.

Паропроизводительная способность зависит от теплотворной способности топлива и может быть вычислена для каждого отдельного случая, например: паропроизводительность дров, вылежавшихся на воздухе, будет следующая: по таблице на стр. 182 — теплотворная способность таких дров равна 2.825 кал.

Коэффициент полезного действия котла по таблице Фишера берем 0,65.

Следовательно, от сгорания 1 кг дров использовано:

$$2825 \times 0,65 = 1.836,25 \text{ кал.}$$

Такое количество тепла может дать:

$$1836,25 : 637 = 2,88 \text{ кг пара.}$$

При цене 1 кг дров 0,5 коп., 100 кг пара будет стоить:

$$\frac{100 \cdot 0,5}{2,88} = 17,4 \text{ коп.}$$

Определив подобным же способом стоимость 100 кг пара при ином топливе и сравнив полученные цифры между собою, легко определить выгодность применения того или иного топлива.

Паропроизводительная способность разных видов топлива по Дубелю видна из следующей таблицы:

| Наименование топлива                | Паропроизводительная способность при содержании тепла в паре 650 кал. |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Дрова воздушно-сухие . . . . .      | 1,8 — 3,0                                                             |
| Торф воздушно-сухой . . . . .       | 1,5 — 2,4                                                             |
| Хороший прессованный торф . . . . . | 2,6 — 3,8                                                             |
| Бурый уголь . . . . .               | 1,5 — 2,5                                                             |
| Каменный уголь . . . . .            | 4,6 — 8,2                                                             |
| Кокс . . . . .                      | 4,9 — 7,1                                                             |
| Антрацит . . . . .                  | 6,4 — 8,7                                                             |
| Мазут . . . . .                     | 9,2 — 12,4                                                            |

По Менделееву, под паровыми котлами, производят одинаковое действие 1.638 кг (100 пуд.) лучшего каменного угля, 4.095 кг (1 куб. саж.) дров, 4.914 кг (300 пуд.) сухого торфа и 1.000 кг (60 пуд.) нефтяных остатков.

Сплав дров по реке в течении недели понижает их теплотворную способность на 8—9%.

Единица нормальных сосновых, пополам с еловыми, дров заменяется по весу следующими частями дров из других пород дерева:

|               |       |
|---------------|-------|
| Дубовых       | 0,688 |
| Буковых       | 0,746 |
| Березовых     | 0,779 |
| Ясеновых      | 0,811 |
| Липовых       | 0,902 |
| Листоветичных | 0,933 |
| Ивовых        | 0,954 |
| Ольховых      | 0,972 |
| Сосновых      | 0,971 |
| Еловых        | 1,029 |
| Топольных     | 1,100 |
| Пихтовых      | 1,136 |
| Осиновых      | 1,305 |

Вес в кг 1 куб. м. дров разных пород через полгода после рубки:

|        |        |
|--------|--------|
| Сосна  | 470 кг |
| Ель    | 430 "  |
| Пихта  | 360 "  |
| Береза | 620 "  |
| Осина  | 510 "  |
| Ольха  | 490 "  |

### Паровые котлы

Молочные продукты при переработке нуждаются в подогревании. Подогревание может быть произведено на огне, посредством горячей воды или паром.

Перед огнем и водою пар имеет значительные преимущества в том отношении, что он может быть получен в одном центральном месте, и без всяких затруднений разведен во все помещения завода, независимо от расположения по высоте мест потребления пара.

Упругость (давление) пара в пределах насыщения зависит исключительно от температуры.

Упругость пара измеряется атмосферами, при чем в технике за атмосферу принимается давление, равное 1 кг на 1 кв. см.

| Давление<br>кг/кв. см | Температура | Содержание<br>тепла<br>в жидкости,<br>в калор. | Полная теп-<br>лота,<br>в калор. | Объем 1 кг<br>пара, в куб.м | Вес 1 куб. м<br>пара, в кг. |
|-----------------------|-------------|------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1,00                  | 99,1        | 99,6                                           | 639,6                            | 1,72                        | 0,58                        |
| 2,00                  | 119,6       | 120,4                                          | 647,2                            | 0,90                        | 1,11                        |
| 3,00                  | 132,8       | 133,9                                          | 652,0                            | 0,62                        | 1,62                        |
| 4,00                  | 142,8       | 144,2                                          | 655,4                            | 0,47                        | 2,12                        |
| 5,00                  | 151,0       | 152,6                                          | 658,1                            | 0,38                        | 2,62                        |
| 6,00                  | 157,9       | 159,8                                          | 660,2                            | 0,32                        | 3,11                        |
| 7,00                  | 164,0       | 166,1                                          | 662,0                            | 0,28                        | 3,60                        |
| 8,00                  | 169,5       | 171,7                                          | 663,5                            | 0,25                        | 4,10                        |
| 9,00                  | 174,4       | 176,8                                          | 664,9                            | 0,22                        | 4,56                        |
| 10,00                 | 178,9       | 181,5                                          | 666,1                            | 0,20                        | 5,02                        |
| 11,00                 | 183,1       | 185,8                                          | 667,1                            | 0,18                        | 5,50                        |
| 12,00                 | 186,9       | 189,9                                          | 668,1                            | 0,17                        | 6,00                        |

Содержание теплоты в паре при какой угодно температуре с достаточной точностью может быть определено по формуле Реньо:

$$w = 606,5 + 0,305 \cdot t \text{ кал.},$$

где  $w$  — содержание теплоты в паре,  
 $t$  — температура пара.

Пар для нужд производства получается в паровых котлах, рассчитанных на тр или иное давление пара.

Давление пара в котле измеряется манометром. Манометр показывает лишь превышение давления пара над атмосферным давлением. Так, например, если манометр показывает 10 атмосфер, это значит, что полное давление в котле равно 11 атмосферам (абсолютных), причем одна атмосфера уравнивается внешним атмосферным давлением. Избыток же давления, или рабочее давление пара равно 10 атмосферам.

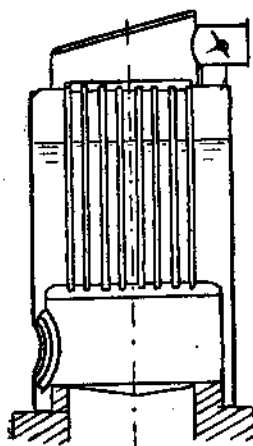
Паровые котлы изготовляются низкого и высокого давления. Небольшие котлы низкого давления называют парообразователями.

Парообразователем считается такой паровой котел, который допускает давление пара на 0,5 атмосферы выше нормального атмосферного давления. Он должен быть сообщен с наружной атмосферой посредством прямой вертикальной трубы высотой не более 5 метров, считая от верхнего уровня воды в котле. Открытый нижний конец трубы погружается в воду.

Парообразователь может быть установлен в любом помещении завода, без разрешения технической инспекции и этим выгодно отли-

чается от парового котла, для установки которого требуется отдельное каменное помещение. Для питания парообразователя водой можно не устанавливать отдельного питательного насоса, пользуясь для этого общим заводским водопроводом. В остальном парообразователь ничем не отличается от парового котла соответствующего типа.

Величина парообразователя или парового котла характеризуется поверхностью нагрева.



Черт. 146.

Под поверхностью нагрева понимают ту поверхность с огневой стороны, которая омывается горячими топочными газами, а с другой стороны омывается водой.

По своему расположению паровые котлы разделяются на вертикальные и горизонтальные.

По конструкции паровые котлы разделяются: на цилиндрические, с жаровыми трубами, с дымогарными трубами, водотрубные и комбинированные.

Вертикальные котлы применяются там, где не требуется большой паропроизводительности. Они занимают мало места и не требуют обмуровки.

Недостатки вертикальных котлов состоят в том, что эти котлы дают очень влажный пар и работают они менее экономично, чем горизонтальные котлы.

Из вертикальных котлов наиболее распространены следующие типы:

Трубчатый вертикальный котел (черт. 146) изготавливается следующих размеров:

| Диаметр котла,<br>в м | Высота, в м | Число дымог.<br>труб | Поверхность<br>нагрева кв. м |
|-----------------------|-------------|----------------------|------------------------------|
| 0,500                 | 1,828       | 14                   | 2,1                          |
| 0,565                 | 2,110       | 16                   | 2,8                          |
| 0,615                 | 2,280       | 17                   | 3,6                          |
| 0,665                 | 2,280       | 21                   | 4,3                          |
| 0,715                 | 2,280       | 22                   | 5,0                          |
| 0,765                 | 2,392       | 24                   | 5,9                          |
| 0,820                 | 2,575       | 25                   | 6,7                          |
| 0,870                 | 2,585       | 31                   | 8,0                          |
| 0,960                 | 2,865       | 32                   | 9,9                          |
| 0,960                 | 2,965       | 32                   | 11,5                         |
| 1,020                 | 3,050       | 33                   | 13,1                         |
| 1,120                 | 3,078       | 41                   | 15,0                         |
| 1,170                 | 3,440       | 45                   | 18,9                         |
| 1,200                 | 3,880       | 40                   | 22,5                         |

Котлы Лешапеля (черт. 147).

Вместо нескольких тонких дымогарных труб в котлах Лешапеля устанавливается одна широкая жаровая труба. Для увеличения поверх-

ности нагрева через топку пропускаются поперечные трубы, по которым циркулирует вода

Котлы Лешапеля изготавливаются следующих размеров:

| Диаметр котла,<br>в м | Высота котла,<br>в м | Число попереч-<br>ных труб | Поверхность<br>нагрева, кв. м. |
|-----------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 0,650                 | 1,80                 | 1                          | 2                              |
| 0,785                 | 2,50                 | 2                          | 4                              |
| 0,950                 | 2,80                 | 3                          | 6                              |
| 1,000                 | 3,15                 | 4                          | 8                              |
| 1,200                 | 3,40                 | 4                          | 10                             |
| 1,250                 | 3,40                 | 4                          | 12                             |
| 1,300                 | 3,70                 | 5                          | 14                             |
| 1,400                 | 3,70                 | 5                          | 16                             |
| 1,500                 | 3,70                 | 5                          | 18                             |

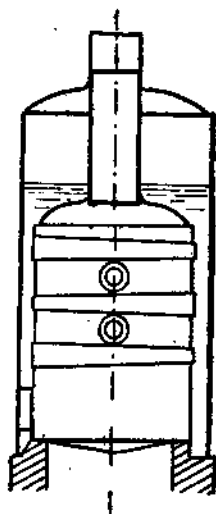
Вертикальные котлы Шухова изготавливаются в Москве на заводе „Парострой“. Они отличаются от котлов Лешапеля тем, что вместо широких поперечных труб в них установлены пучки мелких (50 мм) трубочек. Котлы Шухова изготавливаются следующих размеров для рабочего давления до 10 атмосфер.

| Диаметр котла,<br>в м | Высота котла,<br>в м | Поверхность<br>нагрева, кв. м |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1,00                  | 1,75                 | 5,57                          |
| 1,00                  | 2,10                 | 7,43                          |
| 1,04                  | 2,36                 | 10,22                         |
| 1,04                  | 2,67                 | 12,50                         |
| 1,04                  | 3,00                 | 14,85                         |
| 1,04                  | 3,25                 | 16,70                         |

Горизонтальные котлы с жаровыми трубами (черт. 148), пользуются большим распространением. Они представляют собою обыкновенные цилиндрические котлы, внутри которых помещена одна или несколько жаровых труб большого диаметра. Топка помещается в жаровой трубе или выносится вперед котла.

Котлы с жаровыми трубами обделываются снаружи кирпичем таким образом, что продукты горения, выйдя из жаровой трубы, проходят по каналам в кирпичной кладке, охватывая котел снаружи. Чаще всего дымоходы в кладке делают так, что газы по выходе из жаровой трубы направляются под котел, затем по боковым дымоходам возвращаются назад и выходят в дымовую трубу.

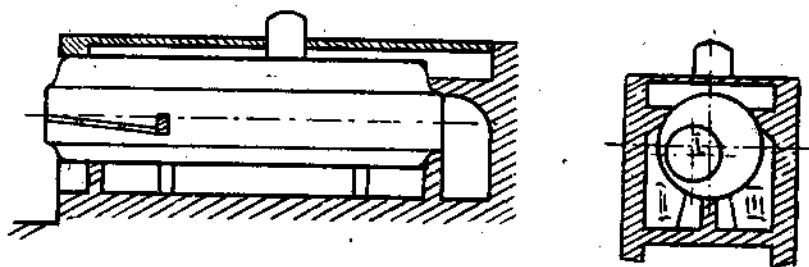
Котлы с одной жаровой трубой называются Корнваллийскими, а с двумя жаровыми трубами — Ланкаширскими.



Черт. 147.

Жаровые трубы делаются гладкими и волнистыми, при чем последние несколько увеличивают поверхность нагрева и расширение труб при нагревании менее отражается на паровом котле.

Корнваллийские котлы имеют широкое применение в молочной промышленности за границей. Нужно считать, что и в наших условиях Корнваллийский котел является наиболее подходящим паровым котлом для маслодельных заводов. Обслуживание Корнваллийского котла сравнительно просто, очистка котла от накипи и сажи не представляет затруднений, котел имеет высокую паропроизводительность и спокойное парообразование.



Черт. 148.

К недостаткам этого типа котлов следует отнести то, что они занимают много места, дороже других систем, жаровые трубы скоро прогорают, в особенности при невнимательном наблюдении за уровнем воды в котле. Перевозка больших котлов этого типа затруднительна.

Корнваллийские котлы, вместе с вмазкою, имеют следующие размеры:

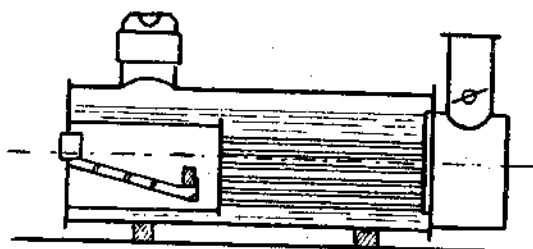
| Диаметр котла, в м | Диаметр жар. трубы, в м | Длина котла, в м | Поверхность нагрева, в кв. м | Ширина вмазки снаружи, в м | Высота вмазки над полом, в м |
|--------------------|-------------------------|------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1,100              | 0,550                   | 3,500            | 11,4                         | 2,160                      | 1,710                        |
| 1,200              | 0,600                   | 4,000            | 14,6                         | 2,260                      | 1,770                        |
| 1,300              | 0,650                   | 4,000            | 15,6                         | 2,360                      | 1,830                        |
| 1,400              | 0,700                   | 5,000            | 21,9                         | 2,460                      | 1,890                        |

Увеличивая число жаровых труб и уменьшая их диаметр, мы получим котел, который называется трубчатым котлом или котлом с дымогарными трубами.

Размеры дымогарных труб колеблются в пределах от 45 до 90 мм.

Топка в трубчатом котле делается впереди котла или в самом котле, в последнем случае в передней части котла имеется короткая жаровая труба, внутри которой и происходит сгорание топлива. Продукты горения из жаровой трубы направляются по мелким жаровым трубам (черт. 149), по выходе из которых собираются в дымовой коробке, откуда и идут в дымовую трубу.

Котлы с дымогарными трубами при одинаковой поверхности нагрева занимают меньше места, чем котлы с жаровыми трубами, но очистка дымогарных труб от накипи весьма затруднительна, а иногда и совершенно невозможна.



Черт. 149.

При обслуживании такого котла неопытным кочегаром трубы часто дают течь. Размеры котлов с дымогарными трубами видны из следующей таблицы:

| Внешний цилиндр |       | Жаровая труба |       | Трубки  |       | Поверхность нагрева кв. м |
|-----------------|-------|---------------|-------|---------|-------|---------------------------|
| Диаметр         | Длина | Диаметр       | Длина | Диаметр | Число |                           |
| 0,740/0,970     | 2,550 | 0,610         | 0,900 | 0,060   | 28    | 10                        |
| 0,760/0,980     | 2,850 | 0,610         | 0,965 | 0,060   | 32    | 13                        |
| 0,800/1,020     | 3,000 | 0,640         | 1,040 | 0,060   | 37    | 16                        |
| 0,860/1,120     | 3,300 | 0,740         | 1,200 | 0,060   | 43    | 20                        |
| 1,300           | 3,500 | 0,800         | 1,300 | 0,060   | 48    | 22                        |

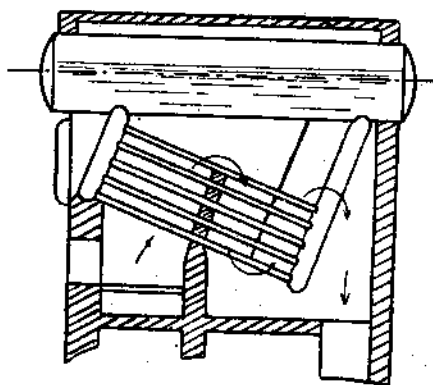
Водотрубные котлы пользуются большим распространением в современных паровых установках.

В противоположность трубчатым котлам здесь по трубам циркулирует вода, а продукты горения омывают трубы снаружи. Общая схема водотрубного котла видна из черт. 150.

Водотрубные котлы могут быть применены для высокого давления пара, просты для ухода, быстро могут быть приведены в рабочее состояние, имеют наибольшую паропроизводительность сравнительно с другими системами паровых котлов и удобны для перевозки.

К недостаткам этого типа котлов следует отнести трудности поддержания постоянного давления в котле при неравномерном расходе пара.

Паропроизводительность котлов, т. е. количество пара в килограммах, даваемое котлом с одного квадратного метра поверхности



Черт. 150.

нагрева в 1 час, в зависимости от напряженности горения, выражается следующими цифрами:

| Наименование котлов                        | Паропроизводительность |
|--------------------------------------------|------------------------|
| Трубчатые вертикальные котлы . . . . .     | 12                     |
| Котлы Лешапеля . . . . .                   | 15                     |
| Водотрубные вертикальные котлы . . . . .   | 25                     |
| Корнваллийские котлы . . . . .             | 18—25                  |
| Ланкаширские котлы . . . . .               | 20—28                  |
| Трубчатые горизонтальные котлы . . . . .   | 15—18                  |
| Водотрубные горизонтальные котлы . . . . . | 20—22                  |

### Арматура котлов

Паровой котел должен быть снабжен различными приспособлениями, которые носят общее название—арматуры котла. Некоторые из этих приспособлений служат для обеспечения безопасности работы котла и предписываются законом, как обязательные. К таким приспособлениям относятся:

#### 1. Питательные приборы.

При каждом котле с поверхностью нагрева более 10 кв. м, или работающем при давлении более 6 атм., должно быть не менее двух питательных приборов, действующих независимо один от другого. В качестве питательных приборов чаще всего употребляются поршневые, центробежные и пароструйные насосы (инжекторы).

Поршневые насосы могут приводиться в движение или посредством привода, или от небольшой паровой машины, соединенной с насосом в одно целое (насосы Вортингтона). Последние применяются для питания котлов чаще первых, так как они дают высокое давление и работа их не связана с работой главной паровой машины.

Центробежные насосы употребляются лишь для крупных установок.

Ручные насосы могут быть установлены только при таких котлах, у которых производство поверхности нагрева в кв. м на давление пара в атм. не превышает 50.

Производительность каждого питательного прибора должна быть такова, чтобы он мог подавать в котел двойное количество воды против расхода пара котлом.

#### 2. Питательные клапаны и трубопроводы.

На каждом питательном трубопроводе, в непосредственной близости от котла, должен быть установлен питательный клапан, который бы автоматически закрывался давлением изнутри котла после прекращения действия питательного прибора.

Питательная труба входит в котел около низшего уровня воды в котле и должна быть по возможности прямая.

#### 3. Запорные и спускные приспособления.

Соединение котла с паропроводом должно производиться через парозапорный кран или вентиль. Паровой котел должен иметь при-

способление для спуска из котла всей воды. Такое приспособление устраивается в самой нижней части котла в виде клапана или крана.

#### 4. Приборы для указания уровня воды в котле.

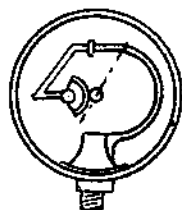
К таким приборам относятся водомерные стекла и пробные краны. Водомерные стекла устанавливаются так, чтобы нормальный уровень воды в котле приходился против середины стекла. Краны водомерных стекол должны допускать прочистку их во время работы котла. Возле стекла на котле укрепляется стрелка (указатель) и пластинка с надписью „низший уровень“.

#### 5. Предохранительный клапан.

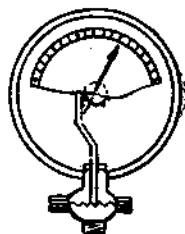
Предохранительные клапаны устанавливаются непосредственно на корпусе котла, в доступном месте, чтобы можно было легко проверить их состояние. Предохранительных клапанов у каждого котла должно быть два, из которых, по крайней мере, один — рычажный. Один из клапанов должен иметь приспособление, не позволяющее персоналу, обслуживающему котел, изменять нагрузку клапана.

#### 6. Манометры.

Манометры служат для измерения давления пара в котле. Они соединяются с котлом посредством изогнутой железной трубки.



Черт. 151.



Черт. 152.

В настоящее время изготавливаются лишь два вида манометров, а именно: манометры с трубчатыми пружинами (черт. 151) и с пластинчатыми пружинами (черт. 152).

Пружина первого манометра имеет вид изогнутой трубки, овального сечения. При изменении давления пружина изменяет свой изгиб и движение конца пружины передается указательной стрелке посредством системы рычагов и зубчаток.

Волнистая пружина второго манометра зажата между двумя фланцами. Давление пара действует на нижнюю сторону пружины. Сверху в пружину упирается зубчатая рейка, которая сцепляется с зубчатым колесом, закрепленным на одной оси с указательной стрелкой. При изменении давления пара рейка поднимается или опускается и при этом поворачивает зубчатое колесо, а вместе с ним и указательную стрелку.

### Опоры и вмязка паровых котлов

Установка и вмязка паровых котлов производится следующим способом:

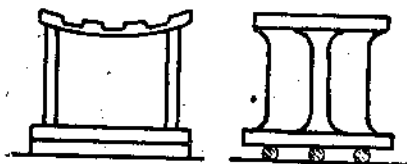
Котел устанавливается с уклоном по направлению к спускному крану. Нагрузка на опоры от котла, наполненного водой, не должна превосходить 8 кг на 1 кв. см. При употреблении двух и более числа

опор, только одну из них можно укреплять неподвижно, а остальные необходимо устанавливать на катках (черт. 153) для того, чтобы котел при расширении от нагревания мог свободно перемещаться по своей длине.

Между катком и фундаментом кладется железная плита. Опоры котлов должны быть защищены кирпичной кладкой от непосредственного действия на них горячих газов.

В качестве раствора при кладке кирпичей употребляется глина. Для огнеупорной кладки—шамот.

Во всех местах, где температура горячих газов превосходит  $500^{\circ}$ , т. е. приблизительно до начала второго дымохода, кирпичная кладка должна быть выложена огнеупорным кирпичем, при чем кирпичи каждого третьего ряда кладутся в перевязку с остальной кладкой. Смачивание кирпича при кладке обязательно; швы должны быть тонкими (см. Печи).



Черт. 153

Толщина стенок делается не менее 1,5 кирпича, а лучше 2 кирпича. Расстояние между стенкой кирпичной кладки котла и стеною котельного помещения не должно быть менее 8—9 см. Перегородки, разделяющие дымоходы, делаются в 0,5 кирпича.

В местах прилегания кирпичной кладки к стенкам котла рекомендуется прокладывать железные полосы, а при сыром грунте — это необходимо.

Кирпичная кладка не должна закрывать круглые заклепочные швы. На передней, лобовой, стенке кладки, вокруг всей цилиндрической части котла, оставляется кольцевой зазор в 30 мм, заполняемый асбестовой прокладкой.

Котлы с внутреннею топкою (огневой коробкой) обыкновенно не замазываются, а для предохранения от охлаждения покрываются изоляционной массой.

До начала действия котла кирпичная кладка должна быть хорошо просушена путем легкого нагревания дровами при открытом лазе котла.

Наивысшая точка дымохода должна находиться по крайней мере на 100 мм ниже наинизшего уровня воды в котле.

Устройство дымоходов вокруг котла должно допускать: 1) продолжительное и надежное соприкосновение продуктов горения с поверхностью нагрева котла, 2) удобное обслуживание при чистке дымоходов и 3) беспрепятственный осмотр стенок котла. Последнее достигается, если в сечении дымохода может быть вписан квадрат  $400 \times 400$  мм.

В надлежащих местах кладки должны быть окна для очистки и осмотра дымоходов. Окна заделываются кирпичем или снабжаются железными дверками.

Скорость газов в дымоходах при естественной тяге принимается от 3 до 5 м в секунду. Сечение первого дымохода равно 0,4—0,5 площади колосниковой решетки, второго—0,33 и третьего—0,25. Продукты горения по выходе из дымоходов направляются в боров, представляющий собою соединительный канал между котлом и дымовою трубою. Сечение борова делается равным сечению последнего дымохода. Если несколько котлов присоединяются к одному борову, то сечение последнего соответственно увеличивается. Борова отдельных котлов входят в общий главный боров не перпендикулярно, а под некоторым углом, с постепенным переходом к направлению главного борова.

### Дымовые трубы

Дымовые трубы паровых котлов могут быть кирпичные и железные. Кирпичные трубы лучше, но и дороже железных. Железные трубы устанавливаются при плохом грунте, временных постройках, ограниченных средствах и т. п. Устройство кирпичной трубы может быть поручено только знающему это дело специалисту, что касается железных труб, то они могут быть изготовлены на механическом заводе по соответствующему заказу и присланы на место постройки почти в готовом виде, где остается лишь собрать и установить ее.

Железные трубы состояются из звеньев, при чем верхнее звено одевается на нижнее. Толщина стенок железной трубы, в зависимости от диаметра и высоты, делается сверху от 3 до 5 мм и внизу—от 5 до 8 мм. Диаметр трубы как сверху, так и внизу делается одинаковый, или же  $d_n = d_0 + 0,01 \cdot H$ , где  $d_n$ —внутренний диаметр трубы в мм у подошвы, а  $d_0$ —диаметр верхнего сечения,  $H$ —высота трубы. Устойчивость железной трубы достигается посредством натяжных цепей или проволочных канатов. Чугунная фундаментная плита трубы соединяется с цоколем анкерными болтами, а с трубою—посредством кольца из углового железа и болтов.

Железные трубы снаружи следует окрашивать суриком через каждые 2—3 года. Для производства работ по окраске в верхней части трубы укрепляется канатный или цепной блок.

Диаметр дымовой трубы локомобиля делается от 1 до 1,5 диаметра цилиндра паровой машины локомобиля. Высота трубы над обрезом конуса локомобиля делается равною 6—7 диаметрам трубы.

### Питание котлов

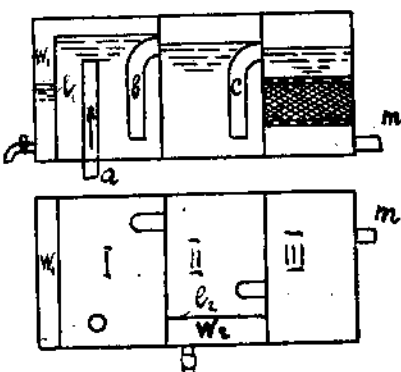
Для питания паровых котлов следует употреблять только чистую и не жесткую воду. Мутная вода дает в котле много осадков, а жесткая—накипи.

Осадки на дне котла в виде грязи и накипи на стенках уменьшают паропроизводительность котла и укорачивают срок его службы, так как в местах образования накипи, металлические стенки котла скоро прогорают.

Чистая вода для питания котла в условиях работы маслодельного завода имеет исключительно важное значение, потому что недостаток средств не дает возможности устанавливать резервные котлы, а условия производства не позволяют остановить котел для чистки на продолжительное время.

Вода, идущая для питания парового котла, должна иметь возможно высокую температуру. По данным Ледера, повышение температуры питательной воды на каждые  $7^{\circ}$  дает 1% экономии топлива.

Из приведенных соображений ясно, сколь важно использование для питания котла конденсационной воды, полученной после работы пара в паровой машине и нагревательных приборах маслодельного завода. Конденсационная вода выходит из нагревательных приборов при высокой температуре и является совершенно чистой, дистиллированной, водой.



Черт. 154.

При питании котлов конденсационною водою нет опасности образования в котле осадков и накипи, зато конденсационная вода часто, а полученная после работы пара в паровой машине — неизбежно, содержит различные смазочные и жировые вещества.

Жировые вещества, попадая в котел, уменьшают теплопроводность стенок, а вместе с ней и паропроизводительность котла. Жировые вещества с течением времени могут образовывать на стенках котла пленку, толщиной 1—2 мм, под которою может даже

происходить накаливание железных листов. Попадание масла в трубчатые котлы влечет за собою течь в трубах. При питании котла конденсационною водою, во избежание попадания масла в котел, устраиваются особые приспособления для очистки конденсационной воды от масла.

Такие приспособления, чаще всего, устраиваются в виде фильтров. В качестве фильтрующего материала употребляют древесную шерсть (тонкие стружки мягких пород) и обыкновенную губку. Инж. технолог Пантелеев, в своей брошюре „Вода, топливо, печи“, описывает весьма простого устройства аппарат для очистки конденсационной воды от масла.

Аппарат состоит из трех отделений (черт. 154) и очищаемая вода последовательно переходит из одного отделения в другое. Вода поступает по трубе  $a$  в I отделение аппарата. При уменьшении скорости течения воды часть масла всплывает и переливается через стенку  $l_1$  в отделение  $m_1$ , откуда может быть выпущена наружу. Из отделения I, по трубе  $b$  вода переливается во II отделение, где всплы-

вает еще часть оставшегося в воде масла, и переливается через стенку *1*<sub>2</sub> в отделение *ш*<sub>2</sub>. Остаток масла поглощается в отделении III, куда вода поступает по трубе *с*. В этом отделении между двумя сетчатыми днами находится слой губки, который и задерживает остатки масла. Очищенная от масла вода выходит по трубе *т*.

Кроме аппаратов, отделяющих масло от воды, существуют приборы для отделения масла непосредственно из отработанного пара, сразу же по выходе его из паровой машины. Установка такого маслоуловителя совершенно необходима при питании пастеризаторов и подогревателей отработанным паром.

Принцип действия маслоуловителей состоит в том, что пар проходит по винтовой линии и частицы масла, как более тяжелые, вследствие центробежной силы отбрасываются к периферии и отделяются от пара.

### Уход за котлом

Перед наполнением котла водою следует убедиться в полной чистоте внутренности котла и в отсутствии в нем посторонних предметов. Котел наполняют водою до отметки, показывающей низший уровень воды в котле, после чего медленно производят растопку.

При растопке котла паровой клапан должен быть закрытым, а паровое пространство котла сообщено с атмосферным воздухом, путем приоткрывания предохранительного клапана. Клапан держится открытым до начала выхода пара через отверстие клапана, после чего клапан закрывается. Водоуказательные приборы следует проверять несколько раз в день, немедленно устраняя замеченные неисправности.

Давление пара в котле следует поддерживать все время на одном уровне, не допуская превышения давления выше нормального рабочего.

Все краны и клапаны открывать и закрывать медленно. Уровень воды в котле держать постоянно на линии указателя. При открывании дверей для забрасывания топлива тягу следует уменьшать, прикрывая дымовую заслонку и поддувало.

Топливо забрасывается быстро, ровным и не толстым слоем по всей колосниковой решетке. При падении уровня воды ниже отметки следует немедленно залить огонь в топку. Если давление пара поднимается слишком высоко, нужно уменьшить тягу и пустить в котел воду. При топке котла следует стремиться к наименьшему дымообразованию, регулируя количество топлива и приток воздуха для сгорания топлива. Густой дым, выходящий из дымовой трубы, указывает на неполное, а следовательно, и неэкономичное сгорание топлива, вследствие чего получается много сажи. Сажа, оседая на стенках котла, уменьшает их теплопроводность, что влечет за собою дальнейшие бесполезные затраты топлива. Сажа проводит теплоту в 10 раз хуже накали, которая, в свою очередь, имеет в 25 раз меньшую теплопроводность, чем железо, из которого делаются стенки котла.

Из этих данных ясно, что стенки котла необходимо часто и основательно очищать от золы, сажи и накипи.

Перед окончанием работы нужно, по возможности, использовать весь пар, постепенно уменьшить огонь и выгнать остатки топлива из топки, закрыть дымовую заслонку и наполнить котел водою до высшего допустимого уровня.

При остановке котла для внутреннего осмотра и чистки воду из котла можно выпускать только после того, как кирпичная кладка достаточно охладилась. Впуск холодной воды в горячий котел не допускается.

При очистке котла от накипи не разрешается употреблять острые инструменты, чтобы не повредить заклепки и стенки котла.

### Помещение котлов

Стены, пол и перекрытие котельного помещения должны быть негорючими. Выходные двери котельного помещения должны открываться наружу. Освещенность помещения должна быть достаточной. Расстояние от фронта котла до противоположной стены должно быть не менее 3 м. Расстояние от верхней поверхности обмуровки котла до нижних частей перекрытия не должно быть менее 2 м.

Боковой проход между обмуровкой котла и соседней стеной котельного помещения должен иметь ширину не менее 1 м. Установка в котельном помещении паровых машин, двигателей внутреннего сгорания и динамо-машин, мощностью не свыше 25 л. с., не возбраняется.

Запас твердого топлива в котельном помещении не должен превосходить суточного расхода топлива котлами.

### Стоимость паровых котлов, дымовых труб и обмуровки котлов<sup>1</sup>.

#### Паровые котлы.

В указанные цены включается стоимость арматуры и установки без дымовых труб и обмуровки.

#### 1. Котлы с жаровыми трубами:

| Давление пара в атм.                                               | 5              | 6  | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|--------------------------------------------------------------------|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Цена 1 кв. м поверхности нагрева в рублях.....                     | 75             | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
| Ланкаширские котлы с поверхностью нагрева до 50 кв. м.....         | на 12% дороже. |    |     |     |     |     |     |     |
| Корнваллийские котлы с поверхностью нагрева до 20 кв. м.....       | на 15% дороже. |    |     |     |     |     |     |     |
| Корнваллийские котлы с поверхностью нагрева от 20 до 30 кв. м..... | на 10% дороже. |    |     |     |     |     |     |     |
| Корнваллийские котлы с поверхностью нагрева от 30 до 40 кв. м..... | на 5% дороже.  |    |     |     |     |     |     |     |
| Корнваллийские котлы с поверхностью нагрева свыше 50 кв. м.....    | на 5% дешевле. |    |     |     |     |     |     |     |
| Котлы с жаровыми трубами из волнистого железа.....                 | на 5% дороже.  |    |     |     |     |     |     |     |
| Котлы с наружной топкой.....                                       | на 6% дороже.  |    |     |     |     |     |     |     |

<sup>1</sup> Из Ценника, изд. Наркомторга.

## 2. Водотрубные котлы.

Котлы Шухова. Стоимость 1 кв. м поверхности нагрева при давлении до 8 атм.—100 руб., при давлении свыше 8 атм. стоимость 1 кв. м повышается на 50% за каждую атмосферу.

## Дымовые трубы

Круглые кирпичные трубы расцениваются по формуле:  $C = 200 \cdot D \cdot H$ , где  $C$ —цена трубы в рублях,  $D$ —внутренний диаметр трубы в м в верхнем конце,  $H$ —высота трубы в метрах.

Дымовые трубы квадратной и шестигранной формы оцениваются на 50% дешевле.

Железные трубы расцениваются по формуле  $C = 100 \cdot D \cdot H$ .

Стоимость обмуровки котлов с жаровыми трубами—35 руб. с 1 кв. м поверхности нагрева.

Обмуровка водотрубных котлов—50 руб. с 1 кв. м поверхности нагрева.

В указанные цены обмуровки включена и стоимость фундаментов.

## Тепловой баланс

При проектировании маслодельного завода и обслуживании его теплового хозяйства нужно стремиться к тому, чтобы расход топлива на единицу переработанного продукта был наименьший, достижимый в условиях данного производства. Для получения наиболее благоприятного теплового баланса должны соблюдаться следующие основные правила постановки и обслуживания теплового хозяйства завода.

1. Паровой котел маслодельного завода должен иметь мощность, соответствующую потребности завода в теплоте, и работать, по возможности, всегда с полной нагрузкой.

Котел недостаточной мощности может вызвать задержку производства, котел же излишней мощности будет работать с низким коэффициентом полезного действия.

2. Уход за котлом как во время работы, так и в нерабочее время должен производиться согласно вышеизложенным правилам.

3. Температура питательной воды должна быть возможно высокой.

4. Отработанный пар, который содержит весьма значительное количество теплоты, должен быть использован в производстве без остатка.

5. Конденсационная вода из нагревательных приборов, имеющая температуру около 90°, будучи совершенно чистой водою, должна собираться в общий резервуар и идти для питания котла.

Ледер, в своей книге „Тепловое хозяйство в Ольденбургской паровой молочной“, приводит таблицу, в которой сведены результаты 30 обследований теплового баланса паровой молочной и на основании этих опытов дает следующий „идеальный“ тепловой баланс при переработке 10.000 л молока в день.

Молочная работает 5 часов в день. В течении первых двух часов происходит сбивание сливок, полученных накануне, и работает холодильная установка. Паровая машина развивает при этом 15 л. с. После сбивания сливок, в течении 3 часов, происходит переработка 10.000 л. молока. Молоко подогревается до  $40^{\circ}$  в теплообменном аппарате теплою пастеризованного обрата, после чего идет на сепаратор, где разделяется на 1.200 л сливок и 8.800 л снятого молока.

Сливки и снятое молоко идут на отдельные пастеризаторы, которые питаются исключительно отработанным паром. Сливки пастеризуются при температуре  $90^{\circ}$ , обрат—при температуре  $75^{\circ}$ .

Паровая машина в это время дает 25 л. с. Конденсационная вода из всех нагревательных приборов стекает в сборный бак, куда добавляется недостающая для питания котла вода из водопровода.

Смесь конденсационной и водопроводной воды имеет температуру  $60^{\circ}$  и подается приводным насосом в котел через подогреватель, где подогревается до  $90^{\circ}$ .

В течении всего рабочего периода под котлом сгорает 250 кг угля, которые дают 1.840 кг пара, при 7 атм. давления с содержанием теплоты в каждом килограмме пара 662 кал. Принимая во внимание потери в трубопроводе, можно считать, что 1 кг пара, вступая в цилиндр паровой машины, содержит 620 кал., а все количество пара содержит:

$$620 \times 1840 = 1.140.800 \text{ кал.}$$

При выходе из цилиндра паровой машины отработанный пар имеет давление около 0,25 атм. и повышенную влажность. Содержание теплоты в 1 кг такого пара будет равно 530 кал. Общее же содержание тепла будет:

$$530 \times 1840 = 975.200$$

Для работы паровой машины, в течении 2 часов с нагрузкою в 15 л. с. и в течении 3 часов с нагрузкою в 25 л. с., в общей сложности  $2 \times 15 + 3 \times 25 = 105$  л. силы/часов, израсходовано теплоты:

$$1140800 - 975200 = 165.600 \text{ кал.,}$$

что составляет:

$$165600 : 105 = 1.577 \text{ кал. на силу/час.}$$

Количество свежего пара на силу/час будет равно:

$$1840 : 105 = 17,52 \text{ кг.}$$

Вся теплота, выработанная котлом, используется в производстве следующим образом:

#### А. Период сбивания

Паровая машина работает два часа с нагрузкою 15 л. с., что составляет 30 л. сила/часов.

Расход свежего пара равен  $17,52 \times 30 = 525,6 \text{ кг.}$

Число калорий, затраченных на работу машины:

$$1577 \times 30 = 47.310 \text{ кал.}$$

В отработанном паре остается:

$$530 \times 525,6 = 273.570 \text{ кал.}$$

Отработанный пар проходит через подогреватель питательной воды, где подогревает 525,6 кг воды от температуры 60° до температуры 90°. Коэффициент полезного действия подогревателя 0,7. При этих условиях расход теплоты для подогревания питательной воды будет равен:

$$\frac{525,6 \cdot (90 - 60)}{0,7} = 22.523 \text{ кал.}$$

В отработанном паре остается:

$$278570 - 22523 \approx 256.000 \text{ кал.}$$

Отработанный пар, пройдя подогреватель питательной воды, поступает в змеевик, находящийся в баке для горячей воды, идущей на мытье посуды и другие нужды завода. Здесь 80% пара (420 кг) конденсируется, а 20% (105 кг) выпускается в атмосферу не использованным.

Коэффициент полезного действия установки для получения горячей воды на нужды завода 0,7. В 420 кг пара содержится:

$$256000 - 20\% = 204.800 \text{ кал.},$$

а 420 кг конденсационной воды с температурой 90° содержит:

$$90 \times 420 = 37.800 \text{ кал.}$$

При этих условиях может быть нагрето 1.900 л воды с 15° до 75°, согласно следующего равенства:

$$\frac{204800 - 37800}{75 - 15} \cdot 0,7 \approx 1.900 \text{ л.}$$

## Б. Период обработки молока

Паровая машина работает 3 часа с нагрузкой 25 л. с., что составляет:

$$3 \times 25 = 75 \text{ сила/часов.}$$

Расход свежего пара для работы машины равен:

$$17,52 \times 75 = 1.314 \text{ кг}$$

В отработанном паре содержится:

$$530 \times 1314 = 696.420 \text{ кал.}$$

Отработанный пар, проходя через подогреватель питательной воды, нагревает 1.314 кг воды с 60° до 90° и при этом теряет:

$$\frac{1314 \cdot (90 - 60)}{0,7} = 56.314 \text{ кал.}$$

По пути от подогревателя питательной воды к пастеризаторам, количество теплоты в 1 кг отработанного пара, вследствие потерь в трубопроводах, уменьшается до 450 кал., следовательно, 1.314 кг пара будет содержать:

$$450 \times 1314 = 591.300 \text{ кал.}$$

Для нагревания 1.200 л сливок от 40° до 90° при теплоемкости сливок принятой за 1 и коэффициенте полезного действия пастеризатора — 0,85, требуется;

$$\frac{1.200 (90 - 40)}{0,85} = 70.590 \text{ кал.}$$

Для пастеризации 8.800 л обраты до 75° требуется;

$$\frac{8.800 (75 - 40)}{0,85} = 362.350 \text{ кал.}$$

Остается в отработанном паре неиспользованной теплоты:

$$591300 - (70590 + 362350) \approx 150.000 \text{ кал.}$$

Такое количество теплоты может нагреть с 14° до 75° 1.750 кг воды для мытья посуды, при чем получается 380 кг конденсационной воды.

10.000 л цельного молока может быть подогрето с 15° до 40° теплотой пастеризованного снятого молока, которое может выделить  $8.800 (75 - 20) = 484.000$  кал., тогда как для подогревания цельного молока требуется лишь —  $10.000 (40 - 15) = 250.000$  кал.

Этот „идеальный“ тепловой баланс основан на действительных цифрах, полученных из целого ряда практических измерений. Расход тепла на 1 л переработанного молока выражается здесь цифрой 185,7 калорий, что составляет 25 г угля.

В той же книге Ледер приводит тепловой баланс молочной в Бургаве, где практический расход тепла на 1 л переработанного молока был равен 175 кал., т. е. ниже, чем показали данные приведенного „идеального“ теплового баланса. Такое явление Ледер объясняет летним временем и большой нагрузкой молочной в Бургаве (19.000 л).

Средний расход теплоты на 1 л переработанного молока из 30 практических измерений Ледера в Ольденбургской молочной дал цифру в 350 кал., при чем в отдельных опытах она колебалась от 147 кал. до 1.360 кал. (19—182 г угля). Широкое пользование свежим паром, плохой уход за котлом, низкая температура питательной воды и другие неблагоприятные факторы всякий раз резко повышали цифру расхода теплоты на единицу переработанного молока.

### Расчет парового котла

Мощность парового котла маслодельного завода определяется тем количеством пара, которое потребляет завод в период наибольшей нагрузки при наименее благоприятных внешних условиях.

Рекомендовать ту или иную поверхность нагрева котла для переработки определенного количества молока затруднительно, потому что

условия работы на заводах в разных местностях различны. От местных условий и радиуса района часто зависит и распорядок работ на заводе, а последний, в свою очередь, неизбежно оказывает влияние на выбор производительности машин и на мощность парового котла.

Расход пара на маслодельном заводе складывается из полезных затрат и разного рода потерь.

Чтобы определить полезные затраты теплоты и связанные с ними потери, необходимо точно установить количество сырья, поступающего на завод, последовательность, продолжительность и потребность в теплоте каждого процесса обработки и на основании этих данных построить график потребления теплоты.

Для примера возьмем те же данные, которые брали для расчета мощности паровой машины и определим потребность пара для нужд завода.

Расход теплоты на заводе будет складываться из следующих основных статей:

1. Подогревание молока перед сепарированием.
2. Пастеризация сливок.
3. Работа паровой машины.
4. Получение горячей воды.
5. Подогревание питательной воды для котла.
6. Пропаривание посуды и молокопроводных труб.
7. Потери в трубопроводах.
8. Потери в конденсационной воде в том случае, когда она почему-либо не может быть использована для питания котла.

При том же распорядке работ, который принят в главе „Силовое хозяйство“, отдельные статьи расхода теплоты будут выражаться следующими цифрами.

1. Подогревание молока перед сепарированием продолжается 2 часа. Количество молока 4.000 л. Молоко подогревается с 15° до 35°, тогда расход теплоты в 1 час равен:

$$Q_1 = \frac{0,94 \cdot 4000 \cdot (35 - 15)}{2 \cdot 0,8} = 47.000 \text{ кал.},$$

где 0,8—коэффициент полезного действия подогревателя.

2. Пастеризация сливок продолжается 2 часа. Имеем 600 л сливок с сепаратора при температуре 35° и 1.000 л с отделений при температуре 10°. Пастеризация производится при температуре 85°, тогда расход теплоты на пастеризацию в 1 час равен:

$$Q_2 = \frac{0,92 \cdot 600 \cdot (85 - 35) + 0,92 \cdot 1000 \cdot (85 - 10)}{2 \cdot 0,8} = 60.375 \text{ кал.}$$

3. Очевидно, что наибольший расход теплоты будет в период подогревания молока и пастеризации сливок. Паровая машина в этот период работает с нагрузкой 5,8 л. с. Пусть паровая машина делает 120 оборотов в 1 минуту, при ходе поршня 400 мм и давлении в котле 8 атм.

При этих условиях паровая машина потребляет 13 кг пара на 1 индикаторную лош. силу/час (см. табл. на стр. 166). Расход пара на 1 действительную лош. силу/час будет равен:  $13 : 0,8 = 16,25$ , с окр. 17 кг; тогда на 5,8 л. с. расход пара равен  $17 \times 5,8 = 98,6$  кг.

Пар, при давлении 8 атм. (абсолютных) и температуре  $169,50^\circ$ , содержит 663,5 кал. Обращаясь в воду с температурой  $100^\circ$ , пар выделяет  $663,5 - 100 = 563,5$  кал. Теплота конденсационной воды не используется в приборах, а потому при всех дальнейших расчетах мы будем принимать содержание теплоты в 1 кг пара равным 563,5 кал.

4 и 5. Подогревание воды для нужд завода и питательной воды для котла следует отнести за счет отработанного пара. Количество горячей воды для нужд завода определить заранее не представляется возможным. Что касается воды для питания котла, то расход ее равен расходу острого пара.

При правильной постановке теплового хозяйства вся конденсационная вода из всех нагревательных приборов должна собираться в сборный бак с тем, чтобы использовать эту воду для питания котла. Конденсационная вода, вытекающая из нагревательных приборов, имеет температуру около  $90^\circ$ . Но как бы тщательно мы ни собирали конденсационную воду, некоторые потери ее неизбежны, и для питания котла в конденсационную воду приходится добавлять холодной воды, вследствие чего температура конденсационной воды понижается, при чем температуру смеси холодной и конденсационной воды при тщательной сборке последней, по данным Ледера, можно принять в  $50^\circ - 60^\circ$ .

6. Для пропаривания посуды существуют специальные приборы, называемые пропаривателями. Расход пара на пропаривание посуды может быть легко определен путем следующего вычисления. Пусть диаметр трубы, подводящей пар к пропаривателю, будет 12,7 мм ( $1/2''$ ). Площадь поперечного сечения такой трубы будет равна:

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,0127 \cdot 0,0127}{4} = 0,01 \text{ кв. дцм.}$$

Если принять, что каждая фляга пропаривается в течении 30 сек., то при скорости пара 25 м/сек. расход его на пропаривание одной фляги будет равен:

$$250 \times 0,01 \times 30 = 75 \text{ л.}$$

При давлении 8 атм. вес 75 л пара будет  $0,0041 \times 75 = 0,31$  кг. что составляет около 180 калорий на каждую флягу без учета теплоты конденсационной воды.

Расход пара на пропаривание труб может быть учтен подобным же образом.

7. Потери теплоты в трубопроводах достигают значительных цифр, но, к сожалению, в практике работы маслодельных заводов на них мало обращают внимания и не принимают мер к уменьшению этих потерь, оставляя трубы неизолированными.

Чем толще и длиннее паропроводные трубы и чем больше разница температур пара и воздуха, окружающего трубу, тем больше потери теплоты. Коэффициент теплоотдачи трубы принимается 14 калорий, т. е. с каждого квадратного метра поверхности трубы в 1 час теряется 14 калорий на каждый градус разницы температур пара и воздуха, окружающего трубу.

Предположим, что на нашем заводе паропроводы для острого пара имеют следующую длину:

| Размер труб            | Длина труб | Наружн. диам.<br>в мм | Поверх. 1 пог. м | Общая поверхн. |
|------------------------|------------|-----------------------|------------------|----------------|
| Труба $1\frac{1}{2}$ " | 40 пог. м. | 20                    | 0,06 кв. м       | 0,24 кв. м     |
| " 1"                   | 20 " "     | 33                    | 0,10 " "         | 3,00 " "       |
| " 2,5"                 | 10 " "     | 76                    | 0,24 " "         | 2,40 " "       |

Общая поверхность паропроводных труб будет равна:

$$0,24 + 3,00 + 2,40 = 5,64 \text{ кв. м.}$$

При температуре пара  $169,5^\circ$  и температуре воздуха  $20^\circ$  потери теплоты в 1 час будут равны:

$$14 \times 5,64 \times (169,5 - 20) = 11.805 \text{ кал.}$$

Если принять, что завод работает 360 дней по 6 часов в день, годовые потери теплоты будут:

$$11805 \times 360 \times 6 = 25.498.800 \text{ кал.}$$

При теплотворной способности дров в 2.800 кал. и коэффициенте полезного действия котла 0,65, ежегодно теряется:

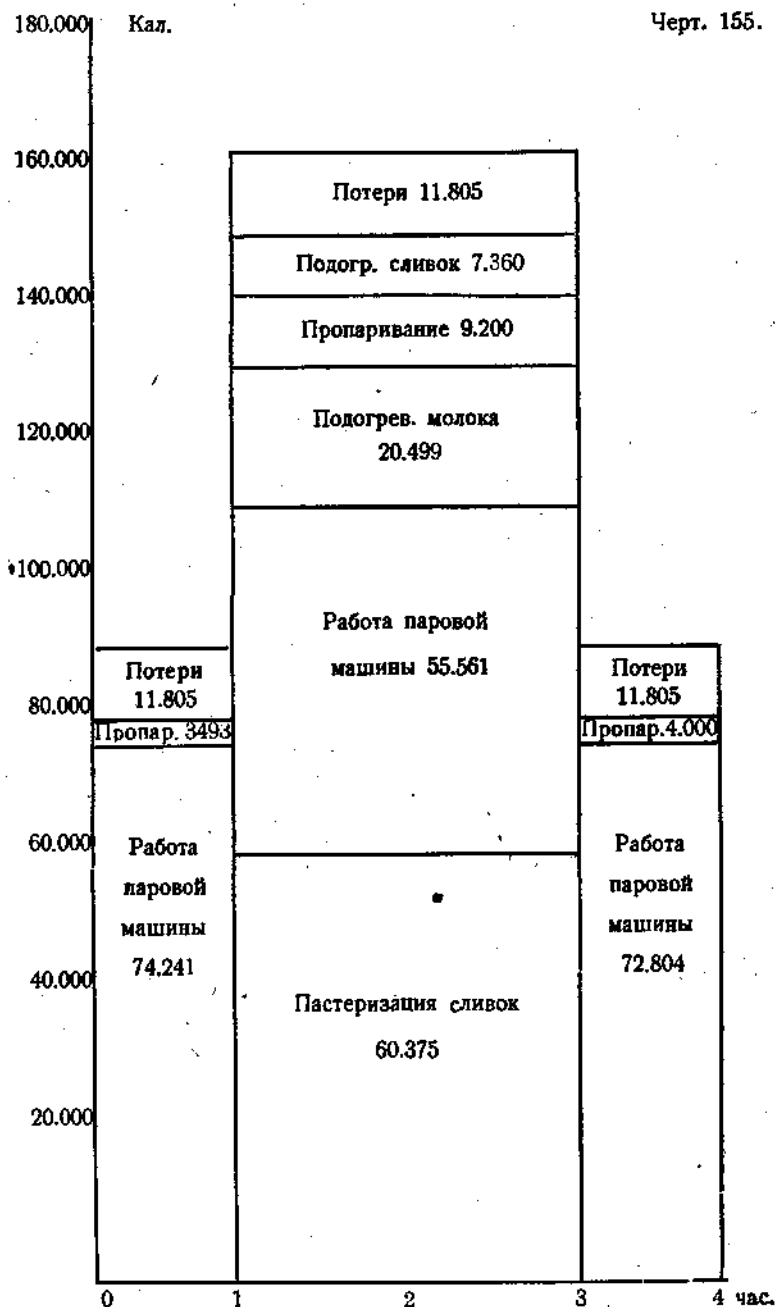
$$\frac{25498800}{2800 \cdot 0,65} = 14.010 \text{ кг или 40 куб. м дров.}$$

Распределение потребления теплоты по времени определяется уже силовым графиком, а здесь требуется определить, какое количество острого пара необходимо добавить к отработанному пару в те периоды, когда отработанного пара не хватает.

Из графика потребления силы видно, что работу парового котла можно разбить на 3 периода:

1 период — от 0 до 1 часа, 2 период — от 1 до 3 часов и 3 период — от 3 до 4 часов. В течении первого периода пар из котла расходуется почти исключительно на работу паровой машины. Паровая машина в этот период работает с нагрузкой 7,75 л. с. и потребляет  $17 \times 7,75 = 131,75$  пара  $= 563,5 \times 131,75 = 74.241$  кал.

Одновременно с работой машины может происходить пропаривание фляг. Если в 1 час пропаривается 20 фляг, расход теплоты для этой цели будет равен:  $0,31 \times 563,5 \times 20 = 3.493$  кал. Потери в трубопроводах, по предыдущему, составляют — 11.805 кал. Полученные цифры откладываем на графике (черт. 155) и получаем сумму расхода теплоты



в первый период. Расход теплоты на работу паровой машины 74.241 кал., в свою очередь, можно разбить на отдельные статьи, как-то: собственно работа машины, подогревание питательной воды, подогревание воды для нужд завода и потери в трубопроводах, при чем отработанный пар здесь расходуется исключительно для получения горячей воды. 131,75 кг пара, пройдя паровую машину и подогреватель питательной воды, содержат:

$$(450 - 100) \times 131,75 = 46.112 \text{ кал.},$$

которые могут нагреть

$$\frac{46112 \cdot 0,7}{75 - 15} = 538 \text{ л}$$

воды с 15° до 75° для нужд завода.

Второй период — от 1 часу до 3 часов — будет наиболее тяжелым для парового котла. В этот период происходит работа паровой машины с нагрузкою 5,8 л. с., подогревание молока и пастеризация сливок.

Расход теплоты для работы машины равен:

$$17 \times 5,8 = 98,6 \text{ кг} = 563,5 \times 98,6 = 55.561 \text{ кал.}$$

Полное содержание теплоты в 1 кг отработанного пара после прохождения его через паровую машину и подогреватель питательной воды, согласно данным Ледера, принимаем 450 кал. При температуре конденсационной воды 100°, 1 кг отработанного пара может выделить  $450 - 100 = 350$  кал., а 98,6 кг выделяют  $350 \times 98,6 = 34.510$  кал.

Для подогревания молока и пастеризации сливок требуются:

$$47000 + 60375 = 107.375 \text{ кал.}$$

следовательно, теплоты отработанного пара в данный период для указанных процессов недостаточно и этот недостаток может быть пополнен только острым паром. Пастеризацию сливок целиком относим за счет острого пара, а подогревание молока ведем частично отработанным паром, недостаток же теплоты в количестве  $47000 - 34510 = 12.490$  кал. относим за счет острого пара.

Кроме указанных основных затрат теплоты, в данный период происходит пропаривание посуды и труб, подогревание сливок в ванне для следующей сбойки, а также имеют место и потери в трубопроводах.

Если за весь период пропаривается 80 фляг, то часовой расход теплоты для этой цели будет равен:

$$\frac{180 \cdot 80}{2} = 7.200 \text{ кал.}$$

Пропаривание труб — 2.000 кал.

Подогревание 800 л сливок с 7° до 11° в течении 0,5 часа требует:

$$\frac{800 \cdot 0,92 \cdot (11 - 7)}{0,8 \cdot 0,5} = 7.360 \text{ кал.}$$

Потери в трубопроводах, по предыдущему, составляют 11.805 кал. Сумма всех затрат теплоты в данный период будет равна:

$55561 + 60375 + 12490 + 7200 + 2000 + 7360 + 11805 = 156.791$  кал.  
что составляет  $156791 : 563,5 = 278,2$  кг пара.

Учитывая количество теплоты на подогревание питательной воды в этот период, мы принимали, что отработанный пар отдает питательной воде

$$(530 - 450) \times 98,6 = 7.888 \text{ кал.},$$

тогда как для подогревания  $278,2$  кг воды с  $50^\circ$  до  $90^\circ$  требуется  $\frac{278,2 \times (90 - 50)}{0,7} = 15.897$  кал. Недостаток теплоты в  $15897 - 7888 = 8.009$  кал. должен быть пополнен за счет острого пара, или же питательная вода будет поступать в котел при более низкой температуре, чем принято в первом периоде.

Желая иметь температуру питательной воды, близкую к  $90^\circ$ , нужно считать, что из отработанного пара для подогревания молока используется не 34.510 кал., а  $34510 - 8009 = 26.501$  кал. и расход теплоты на подогревание молока за счет острого пара будет равен:

$$12490 + 8009 = 20.499 \text{ кал.}$$

Окончательная сумма расходов теплоты за счет острого пара в период от 1 часу до 3 часов будет слагаться из следующих цифр, которые и откладываем на графике (черт. 155).

|                                                                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Работа паровой машины . . . . .                                                                                                                             | 55.561 кал |
| Из них 26.501 кал. идет на подогревание молока и 29.060 — на работу собственно машины, подогревание питательной воды и потери в трубопроводах мягкого пара. |            |
| Пастеризация сливок . . . . .                                                                                                                               | 60.375 "   |
| Подогревание молока . . . . .                                                                                                                               | 20.499 "   |
| Пропаривание фляг . . . . .                                                                                                                                 | 7.200 "    |
| Пропаривание труб . . . . .                                                                                                                                 | 2.000 "    |
| Подогревание сливок в ванне . . . . .                                                                                                                       | 7.360 "    |
| Потери в трубопроводах для острого пара . . . . .                                                                                                           | 11.805 "   |

164.800 кал.

Третий период продолжается с 3 до 4 часов. В это время происходит работа паровой машины, пропаривание посуды и труб. Всю теплоту отработанного пара мы используем для получения горячей воды, потому что работа на заводе подходит к концу и начинается усиленный расход горячей воды для мытья посуды и приборов. Расход теплоты в этот период будет слагаться из следующих статей:

|                                              |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| Работа машины $563,5 \times 17 \times 7,6 =$ | 72.804 кал. |
| Пропаривание посуды . . . . .                | 4.000 "     |
| Потери в трубопроводах . . . . .             | 11.805 "    |

Итого 88.609 кал.

Из полученного графика видно, что наибольший расход теплоты будет в период с 1 часу до 3 часов и равен — 164,800 кал. Для получения такого количества теплоты необходимо иметь  $164800 : 563,5 = 292,4$  кг пара.

Корнваллийский котел при нормальной топке дает 18 кг пара с 1 кв. м поверхности нагрева, следовательно, поверхность нагрева котла будет равна;  $292,4 : 18 = 16,25$  кв. м.

Расчет поверхности нагрева парового котла для одного летнего месяца не может дать окончательных результатов. Одно и то же количество продуктов в зимнее время может потребовать для своей переработки большего количества теплоты, нежели летом, а потому необходимо сделать второй такой же расчет и для зимнего или весеннего времени и выбирать паровой котел по наибольшей потребности в теплоте.

### Трубопроводы.

Для разводки пара и воды к местам потребления пользуются железными трубами. Для разводки пара обычно применяют черные газовые трубы, для водопровода должны применяться исключительно оцинкованные трубы. Отдельные куски труб соединяются между собой фасонными частями, как-то: муфтами, угольниками, тройниками, отводами, крестовинами и т. п. Во всех случаях изменения направления трубы следует избегать крутых поворотов, а лучше всего выгибать трубу, наполнив ее мелким песком и нагрев на горне до красного каления.

Трубы измеряются по внутреннему диаметру, при чем размеры труб до сего времени обозначаются в дюймах. Наиболее употребительные размеры труб будут: 0,5"; 0,75"; 1"; 1,25"; 1,5"; 2" и т. д.

Паропроводные трубы следует укладывать с уклоном не менее 1:150 по направлению движения пара. Не допускать устройства колен, обращенных вниз или вверх, так как в коленях образуются водяные пробки и при проходе через них пара получают сильные толчки, которые могут повредить соединения труб. При длинных паропроводах необходимо учитывать расширение труб от нагревания.

Для расчета диаметра паропроводных труб задаются скоростью движения пара по трубам. Скорость движения пара, наиболее выгодная в смысле потерь давления и теплоты, с одной стороны, и минимальной стоимости труб, с другой стороны, принимается равной 20—30 м/сек.

Количество теплоты  $Q_1$ , выделяемое 1 кг пара, при обращении в воду, может быть взято из таблицы на стр. 185, или определено по вышеприведенной формуле Ренью.

Если прибор потребляет в течении 1 часа  $Q$  кал., и остаток теплоты в конденсационной воде будет  $Q_2$ , то вес пара, притекающего к прибору, будет равен:

$$P = \frac{Q}{606,5 + 0,305 t - Q_2} = \frac{Q}{Q_1}.$$

Средний объем этого количества пара будет равен:

$$W = \frac{Q}{Q_1 \frac{g_1 + g_2}{2}} \text{ куб. м. . . . . (1)}$$

где  $g_1$  и  $g_2$  — вес 1 куб. м пара при температуре  $t$  и при температуре конденсации пара в приборе.

Обозначив скорость движения пара через  $v$  и диаметр паропроводной трубы через  $d$ , будем иметь уравнение:

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot v \cdot 3600 = \frac{Q}{Q_1 \frac{g_1 + g_2}{2}}$$

откуда:

$$d = 0,019 \sqrt{\frac{Q}{Q_1 \cdot v \cdot \frac{g_1 + g_2}{2}}} \text{ . . . . . (2)}$$

Диаметр трубы, полученный при вычислении по этой формуле, всегда будет меньше требуемого в действительности, потому что здесь не приняты во внимание потери скорости пара вследствие трения о стенки трубы, при изменении направления паропроводов, при проходе через вентили и т. п. При коротких трубопроводах, в пределах одного завода, эти потери могут быть компенсированы тем, что вместо вычисленных по этой формуле размеров, берут трубы ближайшего большего размера встречающегося в продаже.

При скорости пара в 15—30 м Хедер дает следующие размеры труб для подвода в 1 час того или иного количества пара, в куб. м и в кг.

| Диаметр<br>трубы | Количество<br>пара в 1 час<br>в куб. м | Давление пара в атмосферах (манометрических) |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  |                                        | 4                                            | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
| 25               | 21                                     | 56                                           | 66    | 77    | 84    | 97    | 100   | 120   | 130   |
| 30               | 34                                     | 90                                           | 100   | 120   | 140   | 150   | 170   | 200   | 220   |
| 40               | 70                                     | 190                                          | 220   | 250   | 300   | 320   | 350   | 380   | 420   |
| 50               | 120                                    | 300                                          | 370   | 430   | 500   | 550   | 600   | 650   | 720   |
| 60               | 190                                    | 500                                          | 600   | 700   | 700   | 870   | 900   | 1.050 | 1.150 |
| 70               | 280                                    | 700                                          | 870   | 1.000 | 1.100 | 1.300 | 1.400 | 1.550 | 1.700 |
| 80               | 400                                    | 1.000                                        | 1.250 | 1.400 | 1.600 | 1.800 | 2.000 | 2.200 | 2.400 |

Вес пара в час в кг

Расчет диаметра водопроводных труб может быть произведен подобно тому, как производится расчет паропроводных труб.

Количество воды  $Q$ , протекающее по трубе в 1 секунду, определяется по формуле:

$$Q = f \cdot v,$$

где  $v$  — скорость течения воды, а  $f$  — площадь поперечного сечения трубы, откуда:

$$f = \frac{Q}{v}; f = \frac{\pi d^2}{4} \text{ и } d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v}}.$$

При расчетах водопроводных труб задаются скоростью течения воды в трубопроводе. Скорость течения воды в магистральных трубах при наибольшем разборе не должна превышать 1,0—1,5 м/сек. Предельная скорость для разводящих труб диаметром до 19 мм считается скоростью в 3 м/сек. и для труб прочих диаметров — 2 м/сек.

Для нагнетательных трубопроводов от насосов принимают скорость в 1,75 м/сек. и для всасывающих трубопроводов — 1 м/сек.

Для молока скорость движения по трубам может быть взята 0,5—0,75 м/сек. и для сливок 0,25—0,5 м/сек.

При движении жидкости по трубам получается потеря скорости и для компенсации потери вместо полученного при вычислении диаметра берут ближайший больший из встречающихся в продаже.

Числовые примеры.

1. Определить диаметр паропровода, подводящего пар к пастеризатору, потребляющему 75.000 кал. в 1 час. Давление пара в котле равно 6 атм. (абсолютных).

Решение:

По таблице на стр. 185 находим, что пар при 6 атм. имеет температуру 158° и содержит 660 кал. теплоты. Температуру конденсационной воды принимаем 100°. При этих условиях к прибору необходимо доставить:

$$\frac{75000}{660-100} = 134 \text{ кг пара.}$$

По таблице на стр. 208 находим, что диаметр нужной нам трубы будет в пределах 30—40 мм.

Если желательно произвести более точные расчеты, прибегают к вычислению диаметра трубы, тогда в формулу (2) подставляем имеющиеся данные и, задавшись скоростью пара в 25 м/сек., получаем:

$$d = 0,019 \sqrt{\frac{75000}{560 \cdot 25 \cdot \frac{3,11 + 0,58}{2}}} = 0,0323 \text{ м} = 32 \text{ мм.}$$

Для компенсации потерь скорости пара в трубопроводе берем ближайший больший диаметр встречающийся в продаже. В данном случае он будет равен — 1,5".

2. Холодильник потребляет 3.600 л (3,6 куб. м) воды в 1 час. Определить диаметр трубы, подводящей воду к холодильнику?

Решение:

Задавшись скоростью движения воды по трубе в 1,5 м/сек., из вышеприведенной формулы находим:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,6}{3600 \cdot 3,14 \cdot 1,5}} = 0,029 \text{ м} = 29 \text{ мм.}$$

Для компенсации потерь скорости берем ближайший больший диаметр из встречающихся в продаже, т. е.  $1\frac{1}{4}'' = 31,7 \text{ мм.}$

Главнейшие размеры встречающихся в продаже газовых труб:

| Внутренний диаметр, |      | Наружн. диаметр, | Поверхность 1 п. м |
|---------------------|------|------------------|--------------------|
| в мм                | в дм | в мм             | в кв. м            |
| 12,7                | 0,50 | 20               | 0,062              |
| 19,0                | 0,75 | 27               | 0,085              |
| 25,4                | 1,00 | 33               | 0,104              |
| 31,7                | 1,25 | 42               | 0,132              |
| 38,0                | 1,50 | 48               | 0,151              |
| 50,8                | 2,00 | 59               | 0,185              |
| 63,5                | 2,50 | 76               | 0,239              |
| 76,0                | 3,00 | 89               | 0,280              |

## Глава VII

### Сушилки для казеина

После обработки казеина под прессом или в центрофуге, в казеине остается до 60% воды, которая в дальнейшем удаляется высушиванием. Сухой казеин содержит 9—10% воды; таким образом, посредством высушивания требуется удалить воды в количестве, равном половине веса сырой массы казеина.

Высушивание производится в специальных камерах, или аппаратах, называемых общим именем „сушилки для казеина“. Требования, которые должны быть предъявлены к сушилке и самому процессу сушки, состоят в том, чтобы казеин во время сушки не терял свои основные свойства, так как даже хорошо обработанный казеин может быть испорчен при сушке. Сушка казеина должна происходить одновременно и равномерно как по всей сушилке, так и на каждой отдельной рамке, в противном случае казеин получается плохой окраски и плохого качества.

Следует заметить, что сушка является одним из дорогих способов удаления влаги, а потому казеин должен поступать в сушилку как можно более в обезвоженном состоянии. По данным проф. Маковецкого („Сушка воздухом, дымовыми газами и паром“), для удаления 100 кг воды выпаркой требуется 110, а при многократных испарительных аппаратах только 50—25 кг свежего пара или эквивалентное количество топлива: высушивание этого количества воды требует 200—300 кг свежего пара.

Разница между испарением и кипением состоит в том, что при кипении выделение паров происходит из всей массы жидкости, а при испарении — только с поверхности. Так как температура сушки казеина в сушилках обычного типа ниже точки кипения воды, то, следовательно, здесь мы имеем дело с испарением жидкости, которое происходит лишь с поверхности высушиваемого материала. Чем больше поверхность, тем скорее происходит испарение, а потому казеин должен поступать в сушилку раздробленным на мелкие частицы, так как

общая поверхность куска, раздробленного на мелкие части, будет больше, нежели в том случае, когда этот кусок представляет собою одно целое.

Все существующие сушилки для казеина можно разделить на два вида: в сушилках первого вида материал при сушке находится в покое, в сушилках второго вида — в движении. В сушилках первого вида сушка происходит медленно, при низкой температуре, в сушилках второго вида сушка идет быстро и при более высокой температуре. За границей, главным образом во Франции, в настоящее время второй вид сушилок пользуется значительным распространением и в продаже появился целый ряд быстродействующих автоматических сушилок.

Сушилки первого вида почти все работают по одному и тому же принципу, при чем работа их состоит в следующем:

Казеин, раздробленный на мелкие куски, рассыпается на рамки тонким слоем, а теплый воздух, проходя над рамками, постепенно отнимает влагу от казеина. Продолжительность сушки в таких сушилках весьма разнообразна и зависит от свойств казеина, от величины зерен, от скорости и температуры проходящего над рамками воздуха. Скорость, воздуха в сушилке не должна быть слишком высокой, потому что при большой скорости воздух может не успеть передать нужное количество теплоты казеину и будет уносить ее неиспользованной, что, конечно, влечет за собою неэкономную работу сушилки.

Сушилки первого вида, иначе называемые туннельные, просты в постройке и обслуживании, дешевы, одинаково пригодны для сушки всех сортов казеина и дают лучший казеин, но по сравнению с сушилками второго вида менее экономны в эксплуатации, при чем их невыгода сказывается тем сильнее, чем меньше производство они обслуживают.

Сушилки второго вида работают более экономно, пригодны для больших и малых производств, занимают мало места, процесс сушки происходит в них быстро, требуют мало рабочей силы, но дороже в постройке и работают хорошо только на определенном сорте казеина.

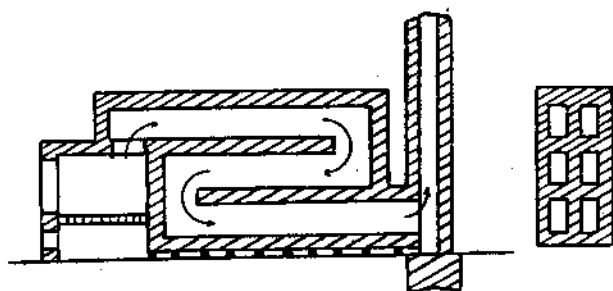
Сушка казеина производится путем пропускания через сушилку нагретого воздуха, при чем воздух, в свою очередь, подогревается от огневого или парового калорифера, в зависимости от чего и сушилки могут быть названы огневыми или паровыми.

В настоящее время в СССР выработано и построено несколько типов огневых и паровых сушилок. Дальнейшая разработка проектов сушилок продолжается и это служит показателем того, что вполне удовлетворительного типа огневых сушилок еще не выработано и поле деятельности в этом направлении открыто.

Одной из основных частей огневой сушилки является калорифер, который в существующих типах сушилок выполняется из кирпича, чугуна, железа или делается смешанной конструкции. Требования, которые должны быть предъявлены калориферу, состоят в следующем: калорифер должен работать с наибольшим коэффициентом полезного действия, дешев, прост в обслуживании и обладать соответствующей

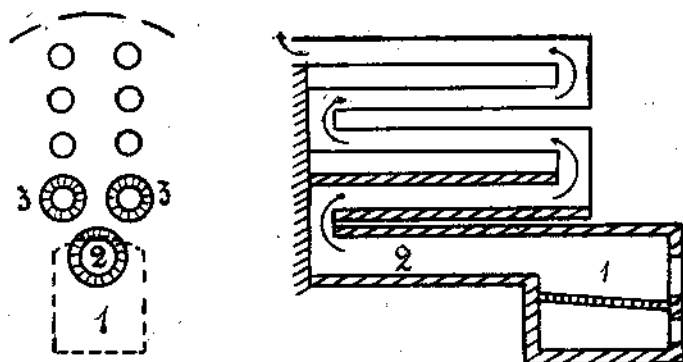
поверхностью нагрева. Последний фактор, играющий решающую роль во времени сушки, часто не учитывается строителями.

В одном из типов сушилок Сибмаслосоюза калорифер имеет вид горизонтальной голландской печи (черт. 156) и обладает всеми ее



Черт. 156.

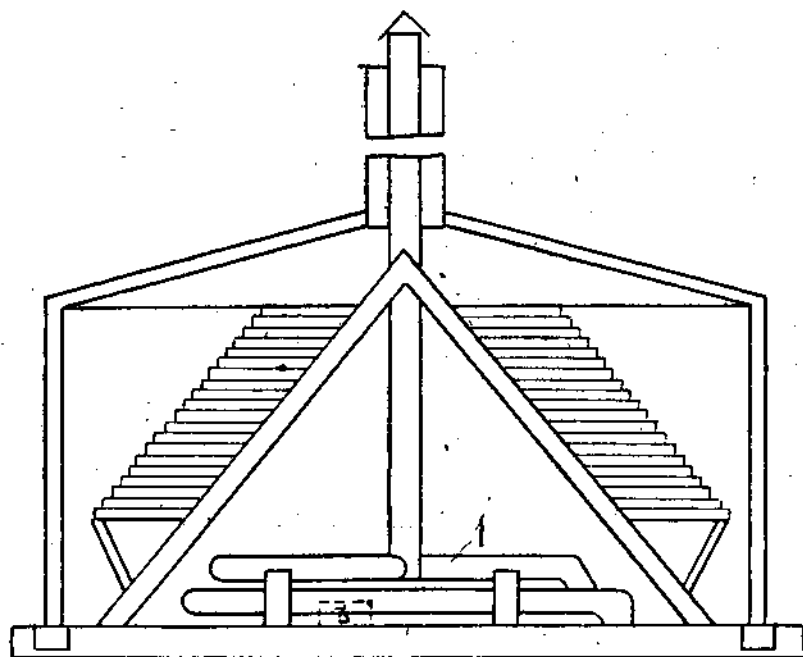
недостатками. В таком калорифере из 24 стенок дымооборотов только 8 являются рабочими, тогда как остальные 16 не могут быть использованы для нагревания воздуха. Лучшими калориферами будут чугунные, изготавливаемые заводским путем, но существуют и такие калориферы, которые могут быть изготовлены на месте, без больших затрат и без особых знаний со стороны печников. К числу таких калориферов можно отнести калорифер, применяющийся в карусельных сушилках для крахмала (черт. 157). Такой калорифер состоит из печи 1, стенки



Черт. 157.

которой обложены листовым железом. Толпка печи имеет колосники и поддувало. Продукты горения в заднем конце печи переходят в трубу 2, которая в дальнейшем разветвляется на две трубы — 3, 3. Последние возвращаются назад, поднимаются вверх, делают второй оборот, третий и, наконец, четвертый, после чего вновь собираются в один

общий боров и направляются в дымовую трубу. Дымообороты делаются из восьмикилограммового железа, при чем труба 2 и первые обороты выложены внутри кирпичем, последующие обороты кирпичем не выкладываются. Для безопасности в пожарном отношении калорифер сверху перекрывается листовым железом или кирпичным сводом. Воздух охватывает сначала печь с боков, затем идет перпендикулярно дымоходам, через щели в своде над дымоходами поступает в сушилку и, пройдя над рамками, выходит в вытяжную трубу.



Черт. 158.

Общий вид одного из типов огневых сушилок, разработанного Маслоцентром, виден из черт. 158. Схема действия этой сушилки следующая: 1 — чугунный калорифер, по которому проходят продукты горения топлива, сжигаемого в топливнике. Дымовые газы из калорифера направляются в дымовую трубу, проходящую посредине сушилки. Свежий воздух поступает в сушилку через отверстие 3, охватывает обороты калорифера, нагревается, после чего проходит между рамками, отдает свое тепло казеину и уносит влагу, выделившуюся из казеина.

Воздух, пройдя над рамками, охлаждается и, чтобы он мог продолжать свой путь вверх, его необходимо подогреть вновь. Такое подогревание осуществляется в данной сушилке посредством железной

дымовой трубы, проходящей внутри вытяжной воздушной трубы. Для лучшего использования теплоты нагретого воздуха сушилку необходимо делать так, чтобы воздух не имел иного прохода от калорифера к вытяжной трубе, как только над рамками с казеином. Настоящее условие в данном случае не соблюдено, и воздух имеет свободный проход между рамками и стенками сушилки, что, безусловно, ослабляет действие сушилки.

Стенки сушилки должны быть двойными, с прокладкой между стенками изоляционного материала, при чем для огневой сушилки изоляционный материал должен быть огнеупорным.

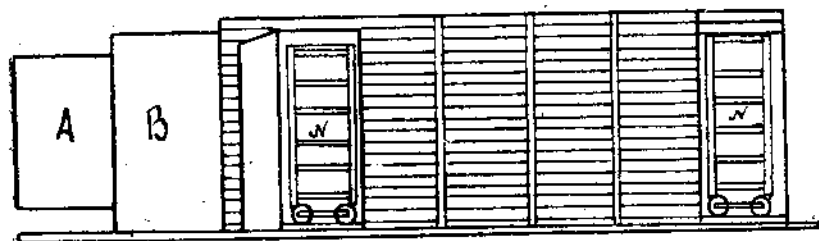
Схема действия паровой туннельной сушилки видна из черт. 159.

Сушилка имеет вид длинного шкафа, с одного конца которого расположен паровой калорифер. В середине сушилки помещаются полки или вагонетки с рамками, на которых лежит казеин, а с другого конца сушилки расположен вентилятор. Вентилятор при работе создает в сушилке разрежение, благодаря чему в нее поступает свежий воздух, который нагревается при проходе через калорифер, а в сушилке отдает свое тепло, полученное от калорифера, и уносит с собою влагу, выделившуюся из казеина. Вентилятор может быть расположен и с другого конца сушилки, перед калорифером, и тогда он будет нагнетать воздух в сушилку.

Современная туннельная сушилка для большого производства изобретена на черт. 160. Сушилка имеет две дверцы — одни для входа



Черт. 159.



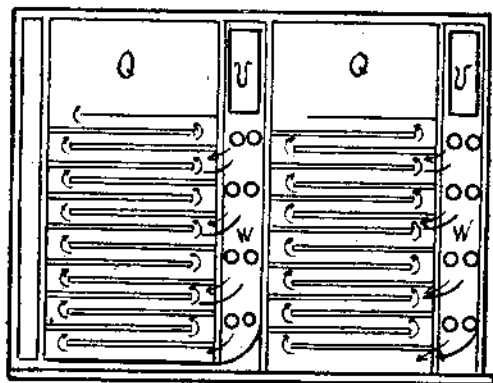
Черт. 160.

вагонеток в туннель, другие — для выхода. Вагонетки поступают в сушилку через правые дверцы и движутся вдоль сушилки навстречу току воздуха.

По типу туннельных сушилок построен быстродействующий сушильный аппарат для казеина, выпущенный фабрикой Friedr. Haas, Lennep (Rheinland).

Аппарат состоит из отдельных сушильных камер Q (черт. 161) и нагревательных камер W. Те и другие камеры чередуются между

собой. В верхней части нагревательной камеры расположен турбинный вентилятор *V*, который, по сравнению с приводными вентиляторами, имеет то преимущество, что работа сушилки здесь связана не с работой паровой машины, а только с работой парового котла. Ниже вентилятора в нагревательной камере расположены паровые батареи, через которые проходит воздух, нагнетаемый вентилятором. Из нагревательной камеры воздух поступает в сушильную камеру, где идет по змеевидной линии, охватывая каждую рамку, и проходит над одной рамкой слева направо, а над следующей рамкой — справа налево. Через каждые два ряда рамок, в стенке между сушильной и нагревательной камерами, имеются отверстия, через которые добавляется сухой и горячий воздух к главному потоку воздуха, идущему с самого низа камеры.



Черт. 161.

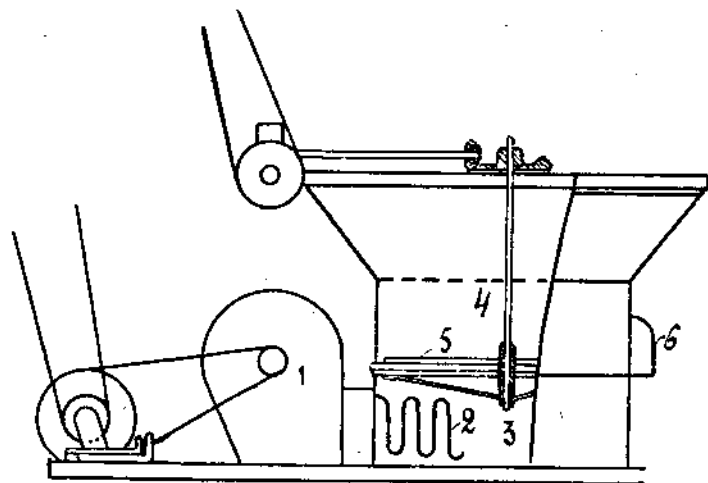
Благодаря такому действию аппарата сушка казеина идет быстро, экономно и равномерно по всей камере. Аппарат с двумя парами камер занимает 7,5 кв. м площади пола, выпаривает от 30 до 35 кг воды в 1 час, требует 1,5 кг острого пара на 1 кг испаренной воды. Аппарат построен из железа, с двойными стенками, между которыми проложен изоляционный материал. Сушилка может состоять из любого числа пар камер, причем рамки могут находиться или на полках или на подвижных вагонетках.

Быстро действующие автоматические сушилки, в свою очередь, можно разделить на сушилки прерывного действия и непрерывного действия. К числу первого вида сушилок относится аппарат Паскье, который состоит из вентилятора 1 (черт. 162), калорифера 2, котла для сжатия воздуха 3, котла для сушки 4 и приводного вращающегося ножа 5. Способ действия аппарата следующий.

Сырой казеин, после обработки на дробилке, высыпается в сушильный котел 4. Вентилятор приводится в движение, и воздух начинает нагнетаться в котел для сжатия, где имеется калорифер. Здесь воздух нагревается, при чем температура его регулируется увеличением или уменьшением притока пара в калорифер. Воздух, по достижении известного давления, проходит через отверстия в дне сушильного котла и проникает сквозь массу казеина, лежащую на дне котла слоем толщиной около 40 см. Нагретый воздух имеет такое давление, что в состоянии поддерживать массу казеина в непрерывном движении.

Перемешивание происходит настолько энергично, что масса казеина имеет вид кипящей жидкости.

Аппарат высушивает в течении 3,5 часов казеин, полученный с 3.500 л обрат, занимает  $3 \times 4$  м площади пола и для приведения в действие вентилятора и ножа требует 4 л. с. Затрата угля на 1 кг сухого казеина равна 350 г. После того как масса достигнет желаемой степени сухости, аппарат останавливают, опорожняют сушильный котел через люк 6 — и аппарат вновь готов к работе. К недостаткам аппарата следует отнести то, что он работает вполне удовлетворительно только на кислотном казеине.



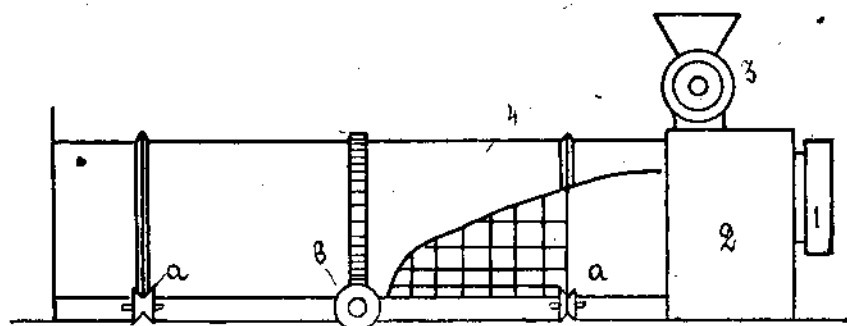
Черт. 162.

Сушилка „Риваль“ и несколько измененный вид этой сушилки „Симплекс“ пользуются во Франции большим распространением. Аппарат выполнен из железа и имеет два этажа, которые, в свою очередь, разделены каждый на две камеры. Казеин поступает в сушилку сверху и последовательно проходит все четыре камеры, где автоматически перемешивается и высушивается. Работает вполне удовлетворительно на кислотном казеине, при работе с другими сортами казеина дает менее благоприятные результаты. Расходует 200 г угля на 1 кг сухого казеина, требует 3 л. с. Производительность 50—75 кг в 1 час. Занимает места  $4 \times 1,3$  м при высоте 2,5—3 м.

Все до сих пор описанные сушилки действуют периодически. Сначала они наполнялись казеином, затем происходил процесс сушки, после чего сушилки опорожнялись для нового наполнения.

В сушилке „Brevet Andemars-Laloy“ (черт. 163) процесс сушки идет непрерывно. С одного конца барабана поступает сырой казеин, а с дру-

того конца он выходит в высушенном состоянии. Аппарат состоит из вентилятора 1, калорифера 2, дробилки 3 и вращающегося барабана 4. Установка дробилки, вентилятора и калорифера вполне соответствующую установкам их в других типах сушилок. Отличительной чертой данной сушилки является барабан, вращающийся на роликах *a*, посредством червячной передачи *b*. Вследствие вращения барабана масса казеинот все время пересыпается, охватывается потоком проходящего теплого воздуха и медленно продвигается с одного конца барабана на другой конец. Первая часть барабана носит название распределителя, вторая часть состоит из большого числа камер, где, собственно, и происходит сушка. Казеин, по выходе из барабана, поступает в сборный ящик или прямо в мешки. Сушилка берет около 500 г угля на 1 кг сухого



Черт. 163.

казеина, при производительности 50 кг в 1 час требует 3 л. с. и при производительности 100 кг — 5 л. с. Размеры малой сушилки  $5,5 \times 1,5$  м при высоте 2 м и большой —  $6,5 \times 2$  м — при высоте 2,8 м.

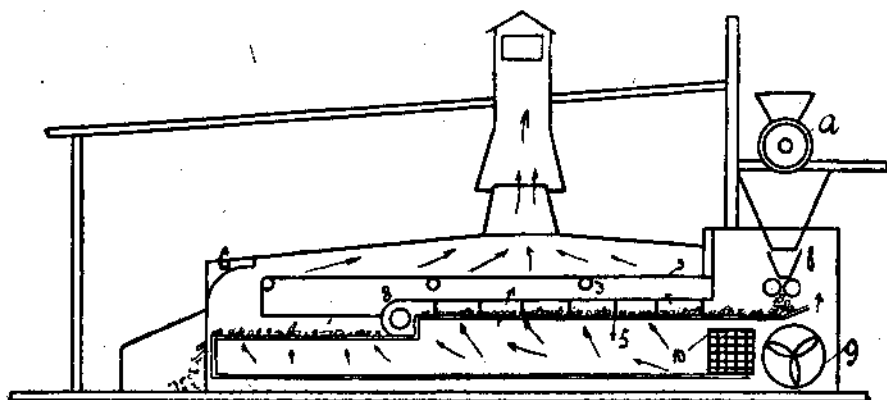
Сушильный аппарат последнего выпуска системы Билле (черт. 164) вновь приближается к туннельным сушилкам. Хотя он выпущен на рынок всего один год назад, но уже обратил на себя внимание специалистов. Аппарат показал хорошие качества работы на всех сортах казеина.

Способ работы сушилки следующий:

Из казеинодробилки *a*, через распределитель *b*, казеин поступает на металлическую плоскую сетку (1) и посредством мешалки (3), движущейся вправо и влево, перемещается внутрь аппарата. Мешалка движется на роликах и представляет собою раму с поперечными брусками (5). При движении мешалки влево бруски захватывают казеиновую массу и передвигают ее к выходу из аппарата. Однако, мешалка находится в соприкосновении с казеином лишь короткое время; при дальнейшем движении мешалки влево, посредством пружины (6), она поднимается вверх и снова перемещается вправо, не заде-

вая при этом казеина. Будучи передвинута в крайнее правое положение, мешалка опускается вниз, после чего снова движется влево, захватывая казеиновую массу. Благодаря такому действию мешалки казеиновая масса медленно подвигается вперед к выходу из аппарата. Пройдя первую часть сушилки, казеин, уже отчасти высушенный, поступает в мельницу (8), после чего попадает во вторую половину сушилки, действующую таким же способом, как и первая.

Воздух, нагнетаемый вентилятором (9), проходит через калорифер (10), сквозь сетку и массу казеина, после выходит в вытяжную шахту. Казеиновая масса во время работы вентилятора имеет вид кипящей жидкости.



Черт. 164.

Казеин проходит от начала до конца сушилки в течение 45 минут, при чем имеется приспособление для увеличения или уменьшения скорости его прохождения. Сушка происходит при температуре воздуха  $90^{\circ}$ — $95^{\circ}$ . Аппарат строится четырех величин.

|             |     |        |       |        |       |           |       |
|-------------|-----|--------|-------|--------|-------|-----------|-------|
| Тип D—длина | 5 м | Ширина | 0,6 м | Высота | 2,6 м | Производ. | 30 кг |
| " E— "      | 5 " | "      | 0,9 " | "      | 2,6 " | "         | 47 "  |
| " F— "      | 5 " | "      | 1,2 " | "      | 2,6 " | "         | 60 "  |
| " G— "      | 5 " | "      | 1,8 " | "      | 2,6 " | "         | 90 "  |

Потребная сила 2—5 л. с. На 1 кг сухого казеина требуется 500 г угля. Казеин из сушилки поступает в ящик или насыпается непосредственно в мешки.

#### Расчет сушилок.

В сушилки, спроектированные центральными органами совершенно правильно, с точным расчетом, при постройке их на местах, вносят различного рода изменения, на первый взгляд незначительные,

но по существу изменяющие самую идею сушилки и опрокидывающие все расчеты. Целью настоящей главы является не выявление всех теоретических основ сушки, а сообщение упрощенных расчетов с достаточной для практики точностью для специалистов молочного дела.

Произвести расчет сушилки значит определить:

1. Полное количество тепла, необходимое для высушивания определенного количества казеина.
2. Количество воздуха, которое нужно провести через сушилку.
3. Поверхность нагрева калориферов.
4. Размеры каналов для прохода воздуха.

Для производства указанных расчетов нужно знать:

1. Вес высушенного вещества.
2. Количество воды, подлежащее удалению,
3. Наивысшую допустимую температуру сушки.

Кроме того, для производства расчетов необходимо задаться продолжительностью сушки, температурой и относительной влажностью воздуха, поступающего в калорифер.

Количество теплоты  $W$ , необходимое для производства сушки, определяется из уравнения:

$$W = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6,$$

где  $Q_1$  — теплота, нужная для нагревания высушенного остатка казеина от температуры поступления его в сушилку до температуры выхода из сушиллки.

$Q_2$  — теплота, пошедшая на нагревание поддержек казеина.

$Q_3$  — потери теплоты через стенки сушиллки.

$Q_4$  — теплота, пошедшая на нагревание и испарение удаляемой воды.

$Q_5$  — потери теплоты при открывании дверей сушиллки для выемки и перемешивания казеина.

$Q_6$  — теплота, нужная для нагревания воздуха от наружной температуры до температуры выхода его из сушиллки.

$Q_1$  определяется по формуле:

$$Q_1 = g \cdot c \cdot (T - t_1),$$

где  $g$  — вес высушенного казеина,  $c$  — его теплоемкость, равная 0,8,  $T$  и  $t_1$  — температуры высушенного и сырого казеина.

$Q_2$  определяется аналогичной формулой, при чем вес поддержек в среднем можно принять в 3 раза большим, чем вес высушенного казеина. Теплоемкость деревянных поддержек, с небольшим количеством железа, принимается  $\approx 0,6$ .

$$Q_3 = K \cdot F \cdot (T - t_0) \text{ (см. Холодильное хозяйство).}$$

$Q_4$  определяется по формуле:

$$Q_4 = g_1 \cdot (640 - t_1),$$

где  $g_1$  — вес испаренной воды и  $t_1$  — первоначальная температура казеина.

Потери теплоты вследствие открывания дверей, выемки рамок для перемешивания и осмотра казеина и т. п. не могут быть определены точно и в тех сушилках, где такие потери имеют место, они могут быть взяты как некоторый процент от суммы предыдущих расходов теплоты в сушилке. Обозначив через  $W_1$  сумму расходов теплоты по первым четырем статьям, будем иметь:

$$Q_5 = 0,1 \text{ W},$$

Наиболее выгодный процесс сушки был бы тогда, когда воздух при выходе из сушилки имел бы ту же температуру, которую он имел перед входом в калорифер. В этом случае воздух полностью отдавал бы свою теплоту сушилке, но чем ниже температура воздуха, тем меньше требуется водяных паров для насыщения его (см. табл. на стр. 131). Это явление заставляет нас выпускать воздух из сушилки с достаточно высокой температурой, чтобы он мог унести с собою водяные пары, выделившиеся из казеина. Теплота, пошедшая на нагревание воздуха от первоначальной температуры до температуры выхода воздуха из сушилки, составляет значительный процент общего расхода теплоты в сушилке и является потерянной теплотой, которая может быть использована лишь на предварительное подогревание воздуха.

Потери теплоты по этой статье расхода определяются по формуле:

$$Q_{\text{н}} = 0,3N \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}),$$

где  $N$  — объем воздуха в куб. м,  $t_k$  — температура воздуха при выходе его из сушилки и  $t_n$  — температура воздуха перед входом в калорифер. <sup>1</sup>

При начале работы воздух выходит из сушилки с низкой температурой и с высокой влажностью, но по мере высушивания казеина температура воздуха, выходящего из сушилки, повышается, а его влажность понижается, и в конце сушки воздух имеет ту же температуру и такую же влажность, при которых он поступает в сушилку.

Опыты Бовен'а (Caseln and its industrial Applications) над туннельной сушилкой дают следующую картину процесса сушки казеина.

|                              | Воздух, поступающий в сушилку. |        | Воздух, выходящий из сушилки. |        |
|------------------------------|--------------------------------|--------|-------------------------------|--------|
|                              | Темпер.                        | Влажн. | Темпер.                       | Влажн. |
| В начале работы . . . . .    | 52,75                          | 0,5%   | 17,77                         | 66%    |
| После 1 часа сушки . . . . . | 48,88                          | 9,00%  | 37,77                         | 33%    |
| " 2 " " " . . . . .          | 51,10                          | 8,00%  | 40,55                         | 26%    |
| " 4 " " " . . . . .          | 53,30                          | 11,00% | 45,55                         | 17%    |
| " 6 " " " . . . . .          | 48,88                          | 15,00% | 48,88                         | 15%    |
| Средние арифм. . . . .       | 51,00                          | 8,70%  | 38,10                         | 31,40% |

<sup>1</sup> Точная формула будет иметь следующий вид:

$$Q_5 = L (0,24 + d \cdot 0,5) \cdot (t_K - t_H),$$

где  $L$  — вес воздуха в кг и  $d$  — вес водяного пара в 1 куб. м воздуха.

Пользуясь вышеприведенными формулами и данными Бовен'а произведем примерный расчет туннельной казеиновой сушилки при следующих условиях:

Вес сухого казеина 100 кг; требуется удалить воды из казеина 100 кг. Наивысшая допустимая температура сушки 60°. Продолжительность сушки 6 час. Воздух берем с улицы при температуре 15° и относительной влажности 80%.

Принимая нагрузку в 2 кг сухого казеина на 1 кв. м рамки и взяв размеры рамок  $0,8 \times 1 \text{ м} = 0,8 \text{ кв. м}$  имеем, что нам нужно  $\frac{100}{0,8 \cdot 2} = 64$  рамки.

Предположим, что после выбора типа и составления предварительного проекта сушилки поверхность ее по внешним размерам будет равна 30 кв. м.

Начальную температуру казеина, при которой он поступает в сушилку, берем 20°. В конце сушки температура казеина будет близка к температуре выходящего из сушилки воздуха и, согласно данных Бовен'а, берем ее 49°. При этих условиях расход теплоты на нагревание казеина будет равен:

$$Q_1 = g \cdot c \cdot (T - t_1) = 100 \cdot 0,8 \cdot (49 - 20) = 2,320 \text{ кал.}$$

Потери теплоты на нагревание поддержек, при первоначальной температуре их 15°, будут равны:

$$Q_2 = g_1 \cdot c_1 \cdot (T - t_2) = 3 \cdot 100 \cdot 0,6 (49 - 15) = 6,120 \text{ кал.}$$

Пусть стенки сушилки выполнены следующим образом (считая снаружи внутрь): доски 25 мм, руберойд, доски 25 мм, войлок и железо.

Коэффициент теплопередачи  $k$  для этих условий (см. „Холодильное хозяйство“) будет равен:

$$k = \frac{1}{\frac{0,025}{0,2} + \frac{0,005}{0,12} + \frac{0,025}{0,2} + \frac{0,02}{0,03}} \approx 1.$$

Если воздух поступает в сушилку при температуре 60°, а выходит из нее при средней температуре 38°, тогда средняя температура в сушилке будет равна:  $\frac{60 + 38}{2} = 49^\circ$ , температуру с внешней стороны сушилки берем 20°, тогда потери теплоты через стенки сушилки в течение 6 часов будут равны:

$$Q_3 = k \cdot F \cdot 6 (49 - 20) = 1 \cdot 30 \cdot 6 \cdot 29 = 5,220 \text{ кал.}$$

Для испарения 100 кг воды, с первоначальной температурой 20°, требуется:

$$Q_4 = 100 \cdot (640 - 20) = 62.000 \text{ кал.}$$

Сумма расходов теплоты в сушилке по первым четырем статьям будет равна:

$$2320 + 6120 + 5220 + 62000 = 75.660 \text{ кал.}$$

На открывание дверей и выемку рамок для перемешивания казеина берем 10% от полученной суммы, следовательно,  $Q_5 = 0,1 \cdot 75660 = 7566 \text{ кал.}$ , а по пяти статьям расход теплоты будет:  $75660 + 7566 = 83.226 \text{ кал.}$

Согласно предварительных данных, воздух поступает в калорифер при температуре  $15^\circ$  и относительной влажности 80%. При этих условиях 1 куб. м воздуха содержит  $12,8 \cdot 0,8 = 10,24 \text{ г}$  водяного пара.

При выходе из сушилки воздух имеет температуру  $38^\circ$  и относительную влажность 31,4%, следовательно, в 1 куб. м воздуха будет содержаться  $45,9 \cdot 0,314 = 14,41 \text{ г}$  водяного пара.

Таким образом, 1 куб. м воздуха, проходя через сушилку, поглощает  $14,41 - 10,24 = 4,17 \text{ г} = 0,00417 \text{ кг}$  водяного пара.

Для поглощения 100 кг испаренной воды, через сушилку требуется пропустить:

$$100 : 0,00417 = 23.981 \text{ куб. м воздуха.}$$

Минимальную температуру, при которой воздух должен поступать в сушилку, легко определить из уравнения:

$$0,3 \cdot (x - 38) \cdot 23.981 = 83.226,$$

откуда

$$x = 49,6 \text{ с окр. } 50^\circ.$$

Воздух, выходя из сушилки при температуре  $38^\circ$ , уносит с собою следующее количество теплоты:

$$0,3 \cdot (38 - 15) \cdot 23.981 = 165.469 \text{ кал.}$$

Полный расход теплоты в сушилке за 6 часов работы равен:

$$83226 + 165469 = 248.695 \text{ кал. или}$$

$$248695 : 6 = 41.449 \text{ кал. в 1 час.}$$

Температуру начальных дымооборотов огневого калорифера принимаем  $700^\circ$ , температуру конечных —  $200^\circ$ , тогда средняя температура дымооборотов калорифера будет:

$$\frac{700 + 200}{2} = 450^\circ.$$

Средняя температура воздуха  $\frac{15 + 50}{2} = 32,5^\circ$ , откуда поверхность нагрева калорифера будет равна:

$$F = \frac{N}{k (T_1 - t_1)} = \frac{41449}{7 \cdot (450 - 32,5)} = 14,2 \text{ кв. м.}$$

Подобным же образом может быть определена поверхность нагрева и парового калорифера с соответствующими изменениями температур и коэффициента теплопередачи.

Чтобы получить 41.449 кал. теплоты в 1 час, при коэффициенте полезного действия очага 0,6 и теплотворной способности дров 2.825 кал., нужно сжечь

$$\frac{41449}{2825 \cdot 0,6} = 24,5 \text{ кг дров.}$$

На 1 кв. м колосниковой решетки сгорает 120 кг дров в 1 час, следовательно, площадь колосниковой решетки будет равна:

$$24,5 : 120 = 0,204 \text{ кв. м.}$$

Для сгорания 1 кг дров требуется 8,88 кг или  $8,88 : 1,25 = 7,1$  куб. м воздуха, а для сгорания 24,5 кг дров требуется  $7,1 \cdot 24,5 \approx 174$  куб. м воздуха.

При скорости воздуха в поддувале 1,25 м/сек площадь сечения поддувала будет равна:

$$f = \frac{174}{3600 \cdot 1,25} = 0,04 \text{ кв. м.}$$

Определение площадей сечения каналов для прохода воздуха производится по формулам, приведенным выше, в отделе отопления и вентиляции.

## ГЛАВНЕЙШАЯ ЛИТЕРАТУРА.

которой пользовался автор.

- Приоров, М. К. Как надо строить дома.  
Шишко, Л. П. проф. Части зданий.  
Рошефор Н. И. Иллюстрированное Урочное положение.  
Мачинский, В. Д. проф. Техника сельского огнестойкого строительства.  
Павловский, А. К. проф. Курс отопления и вентиляции.  
Зиборов, М. Н. проф. Курс отопления и вентиляции.  
Клингер—Риттер. Справочник по центральному отоплению, водоснабжению и вентиляции.  
Хлопин Г. В. проф. Методы исследования питьевых и сточных вод.  
Тимонов, В. Е. проф. Водоснабжение и водостоки.  
Бубекин. Колодцы и насосы.  
Синельников, Н. П. Сельское водоснабжение. Колодцы.  
Иванов, В. Ф. проф. Водоснабжение и канализация.  
Ролан, Е. Очистка сточных вод.  
Зароченцев, М. Г. и Комаров Н. С. Безмашинное охлаждение.  
Комаров, Н. С. Холод.  
Серебровский, А. П. Теория и практика термо-изоляции.  
Айзенман. Паровая машина, газогенераторный двигатель и нефтяной двигатель Дизеля.  
Hütte. Справочная книга для инженеров.  
Горячкин, В. П. проф. Работа живых двигателей.  
Карпов, В. А. Прикладная механика.  
Гавриленко, А. П. Проф. Паровые котлы.  
Мейснер, Г. Передача силы.  
Дементьев, К. Г. проф. Теплота и заводские печи.  
Хедер, Г. Паровые машины.  
Пантелеев, В. Н. Вода, топливо, печи.  
Маковецкий, А. Е. проф., и Ройтман. Сушка воздухом дымовыми газами и паром.  
Дуббель, Г. проф. Справочная книга по теплотехнике.  
Букбардт, А. И. Устройство механизированных маслодельных и молочных заводов.  
Справочник для маслодельных и сыроваренных заводов.  
Степаненко, И. Ф., и Комков, М. П. Сибирское маслоделие.  
Кочергин, С. М. проф., Практическое руководство к приготовлению экспортного масла.  
Иныхов, Г. С. проф. и Королев, А. Н. Казени, его производство и исследование.  
Морозов, А. П. Казени.  
Труды Вологодского Мол.-Хоз. Института.  
Журнал „Сельское Огнестойкое Строительство“.  
Журнал „Молочное хозяйство“  
Журнал „Холодильное дело“  
Leder. Wärmewirtschaft in Oldenburgischen Dampfmolkereien.  
Fischer, Alb. Die Kälte-Maschine in der Milchwirtschaft  
Süddeutsche Molkerei-Zeitung  
Die Milch-Industrie.

# О Г Л А В Л Е Н И Е

## ГЛАВА I

### Общая часть

|                                                    | <i>Стр.</i> |
|----------------------------------------------------|-------------|
| Рационализация производства . . . . .              | 3           |
| План работ по составлению проекта . . . . .        | —           |
| Выбор места . . . . .                              | 4           |
| Количество молока поступающего на завод . . . . .  | 6           |
| Сила приводящая в движение машины завода . . . . . | 7           |
| Выбор молочных машин для ручных заводов . . . . .  | 8           |
| Количество и расположение комнат . . . . .         | 11          |
| Размеры комнат . . . . .                           | 12          |
| Составление проекта . . . . .                      | 14          |

## ГЛАВА II

### Строительные материалы

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| Камни естественные . . . . .                | 16 |
| Кирпич . . . . .                            | —  |
| Бетонные камни . . . . .                    | 18 |
| Дерево . . . . .                            | —  |
| Песок . . . . .                             | 19 |
| Известь . . . . .                           | —  |
| Роман - цемент . . . . .                    | —  |
| Портланд - цемент . . . . .                 | 21 |
| Приготовление цементных растворов . . . . . | 22 |
| Железо . . . . .                            | 23 |
| Второстепенные материалы . . . . .          | 25 |

## ГЛАВА III

### Части зданий

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| Грунты . . . . .                        | 26 |
| Разбивка зданий . . . . .               | 27 |
| Фундаменты каменных заводов . . . . .   | —  |
| Фундаменты деревянных заводов . . . . . | 29 |
| Цоколь . . . . .                        | 31 |
| Стены заводов . . . . .                 | 32 |
| Кладка кирпичных стен . . . . .         | —  |

|                                                       | <i>Стр.</i> |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| Кирпичные стены по системе инженера Герарда . . . . . | 33          |
| Бетонные стены . . . . .                              | 34          |
| Деревянные стены . . . . .                            | 36          |
| Перегородки . . . . .                                 | 38          |
| Крыши . . . . .                                       | 39          |
| Стропила . . . . .                                    | 40          |
| Наслонные стропила . . . . .                          | 41          |
| Висячие стропила . . . . .                            | 42          |
| Кровли . . . . .                                      | 43          |
| Железные кровли . . . . .                             | —           |
| Черепичные кровли . . . . .                           | 45          |
| Толевые кровли . . . . .                              | 46          |
| Тесовые кровли . . . . .                              | 47          |
| Драные кровли . . . . .                               | 48          |
| Гонтовые кровли . . . . .                             | 49          |
| Окна и двери . . . . .                                | 50          |
| Потолочные балки . . . . .                            | 53          |
| Укладка балок . . . . .                               | 55          |
| Подшивка потолков . . . . .                           | 57          |
| Заполнение между железными балками . . . . .          | 58          |
| Огнестойкие заполнения . . . . .                      | 59          |
| Полы . . . . .                                        | 61          |
| Терракотовые полы . . . . .                           | 62          |
| Цементные полы . . . . .                              | 63          |
| Асфальтовые полы . . . . .                            | 67          |
| Деревянные полы . . . . .                             | —           |
| Отопление . . . . .                                   | 68          |
| Центральное отопление . . . . .                       | 69          |
| Воздушное отопление . . . . .                         | —           |
| Паровое отопление . . . . .                           | 71          |
| Расчет парового отопления . . . . .                   | 72          |
| Расчет воздушного отопления . . . . .                 | 79          |
| Отопление печами . . . . .                            | 82          |
| Современные печи . . . . .                            | 83          |
| Котлы для нагревания молока . . . . .                 | 86          |
| Вентиляция . . . . .                                  | 89          |
| Нагнетательная вентиляция . . . . .                   | 91          |
| Вытяжная вентиляция . . . . .                         | —           |
| Расчеты вентиляции . . . . .                          | 93          |
| Водоснабжение . . . . .                               | 97          |
| Насосы . . . . .                                      | 107         |
| Очистка воды . . . . .                                | 112         |
| Канализация . . . . .                                 | 114         |

## ГЛАВА IV

## Холодильное хозяйство

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| Ледники . . . . .                                                  | 123 |
| Расчет ледника . . . . .                                           | 127 |
| Расчет танковой системы . . . . .                                  | 135 |
| Изоляция холодильных помещений . . . . .                           | 138 |
| Двери . . . . .                                                    | 144 |
| Вентиляция маслохранилищ с канадской системой охлаждения . . . . . | 145 |
| Расчеты вентиляции . . . . .                                       | 150 |
| Заготовка льда . . . . .                                           | 152 |
| Намораживание льда . . . . .                                       | 154 |

## ГЛАВА V

## Силовое хозяйство

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| Работа лошади . . . . .                            | 158 |
| Механические двигатели . . . . .                   | 160 |
| Двигатели внутреннего сгорания . . . . .           | 161 |
| Локомобили . . . . .                               | 162 |
| Паровая машина . . . . .                           | 163 |
| Расход пара . . . . .                              | 165 |
| Выбор мощности паровой машины . . . . .            | 168 |
| Направление вращения машины . . . . .              | 173 |
| Фундамент и установка паровой машины . . . . .     | 174 |
| Пуск в ход и обслуживание паровой машины . . . . . | 175 |
| Передача силы . . . . .                            | 176 |

## ГЛАВА VI

## Тепловое хозяйство

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| Топливо . . . . .                                            | 181 |
| Паровые котлы . . . . .                                      | 184 |
| Арматура котлов . . . . .                                    | 190 |
| Опоры и вязка паровых котлов . . . . .                       | 191 |
| Дымовые трубы . . . . .                                      | 193 |
| Питание котлов . . . . .                                     | 193 |
| Уход за котлом . . . . .                                     | 195 |
| Помещение котлов . . . . .                                   | 196 |
| Стоимость паровых котлов, дымовых труб и обмуровки . . . . . | 196 |
| Тепловой баланс . . . . .                                    | 197 |
| Расчет парового котла . . . . .                              | 200 |
| Трубопроводы . . . . .                                       | 207 |

## ГЛАВА VII

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Сушилки для казенна . . . . . | 211 |
| Расчет сушилок . . . . .      | 219 |