

6
P

Рейф, Э.

Холодильные машины...

206411

1908

ДЕП

ЗА РАБОЧИМ СТАНКОМ

Э. РЕЙФ

ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И УХОД ЗА НИМИ

ПРИЧИНЫ И УСТРАНЕНИЕ
НЕНОРМАЛЬНОСТЕЙ В ИХ РАБОТЕ

ПЕРЕВОД С НЕМЕЦКОГО
ПОД РЕДАКЦИЕЙ

ИНЖ. С. Г. ЭСТРИНА

С 47 фигурами



ДЛЯ РАБОЧИХ
ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА — 1929 — ЛЕНИНГРАД

1282067 ДСМ 9072

STÖRUNGEN
AN KÄLTEMASCHINEN
INSBESONDERE DEREN URSACHEN
UND BESEITIGUNG
VON
EDUARD REIF



ОТ РЕДАКТОРА.

Желание дать небольшую и дешевую книжку по уходу за холодильными машинами побудило нас остановиться на предлагаемой читателю книжке Ed. Reiffa, выдержавшей в Германии 2 издания.

Достоинства ее — содержательность и простота изложения, делающие ее доступной не только квалифицированному механику, но даже и машинисту, обслуживающему холодильные машины.

При редактировании перевода, выполненного Ф. Э. Кохом, мы сделали дополнения: 1) об индцировании компрессоров, желая дать об этом понятие читателю, 2) о работе и приспособлениях для работы с перегревом и 3) о конструкции сальников для NH_3 -машин завода „Котлоаппарат“ и ряд других вставок. Все наши дополнения в тексте и иллюстрациях отмечены знаком *.

За предоставление тех или иных материалов для наших дополнений считаем долгом поблагодарить завод „Котлоаппарат“ и Амц. О-во „Союзмясопродукт“.

Инженер С. Г. Эстрин.

ВВЕДЕНИЕ.

Для производства искусственного холода в наиболее распространенной системе „компрессионных“ холодильных машин используется процесс испарения летучих жидкостей.

Под испарением подразумевается переход жидкости в газообразное состояние. Для того чтобы происходило такое испарение, необходимо ослабить силу внутреннего сцепления между отдельными частицами жидкости, которые, улетучиваясь в виде пара, должны преодолевать при этом и наружное противодействие. Испарения жидкости можно достичь, подводя к ней некоторое количество тепла, вполне определенное для каждого отдельного вещества и называемое его тепло́й испарения.

Количество тепла, которое необходимо для испарения жидкости, отнимается у окружающей среды, отчего последняя и охлаждается.

Особенно подходящими веществами для производства холода компрессионным способом являются:

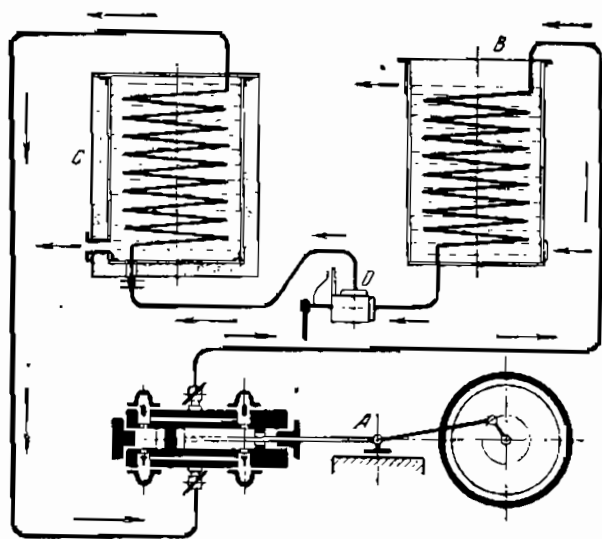
Аммиак (NH_3)

Углекислота (CO_2)

Сернистая кислота (SO_2)¹

¹ Вернее -- сернистый ангидрид, или безводная сернистая кислота.

Работа холодильных машин основывается на принципе отнятия у охлаждаемых тел тепла при температурах более низких, чем температура окружающей среды, и повышения температуры работающего в машине вещества (посредством затраты энергии) до размеров, при которых это тепло может быть передано охлаждающей воде.



Фиг. 1. Схема компрессионной холодильной машины.

Для измерения количества теплоты пользуются единицею (WE), представляющей количество теплоты, необходимое для нагрева 1 кг воды на 1°C и называемой калорией.

На фиг. 1 изображена схема, по которой происходит действие холодильных машин.

В системе труб C (испаритель) безводное холодильное вещество (реагент) испаряется при низкой температуре, отнимая потребное для испарения тепло

у окружающей эти трубы среды — воздуха или незамерзающей жидкости (рассола), отчего последняя и охлаждается.

С испарителем помощью соединительного трубопровода связан компрессор *A* (всасывающий и нагнетательный насос), который всасывает образующиеся пары, сжимает их и после этого нагнетает в другую систему труб *B* или конденсатор (ожижитель); здесь сжатые пары, охлаждаемые водой, ожижаются и отсюда текут под давлением через регулирующий вентиль *D* обратно в испаритель *C*.

Этот процесс имеет совершенно замкнутый круговой характер и характеризуется тем признаком, что в течение продолжительного времени в машине действует одно и то же количество холодильного вещества. Для работы машины, таким образом, требуется только энергия для движения компрессора и необходимое количество охлаждающей воды.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

1. КОМПРЕССОР.

Компрессор состоит из следующих главнейших отдельных частей:

- а) цилиндр,
- б) поршень, с поршневым штоком,
- в) передняя и задняя крышка цилиндра, где обычно располагаются:
- г) сальник,
- д) всасывающие и нагнетательные клапаны.

В зависимости от выбора одного из упомянутых трех холодильных веществ и от давлений, развивающихся при



Фиг. 2. Сернистый ангидрид (SO_2),
объем цилиндра 2,6.



Фиг. 3. Аммиак (NH_3) объем,
цилиндра 1,0

работе с ними, цилиндры компрессоров имеют различные объемы и конструктивные размеры. На фиг. 2—4 изображены размеры цилиндров компрессоров одной и той же производительности (в калориях) при трех названных

выше различных реагентах. Из фигуры этой видно также, что цилиндр сернистокислотного компрессора имеет относительно больший размер, у аммиачного — умеренный и у углекислотного — меньше других систем.

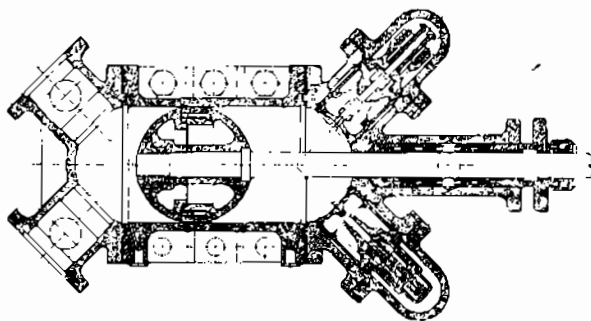
Фигуры 5—7 представляют в разрезах компрессоры трех названных систем, а именно: фиг. 5 — цилиндр аммиачного компрессора, фиг. 6 — цилиндр углекислотного компрессора и фиг. 7 — цилиндр сернистокислотного компрессора.

* Существенным органом компрессора являются клапаны. На фиг. 5 и 6 показаны цилиндры компрессоров с шпиндельными или тарельчатыми клапанами.

По мере усовершенствования компрессоров в настоящее время многие заводы применяют для аммиачных и сернистокислотных машин пластинчатые кла-



Фиг. 4. Углекислота (CO_2), объем цилиндра 0,16.

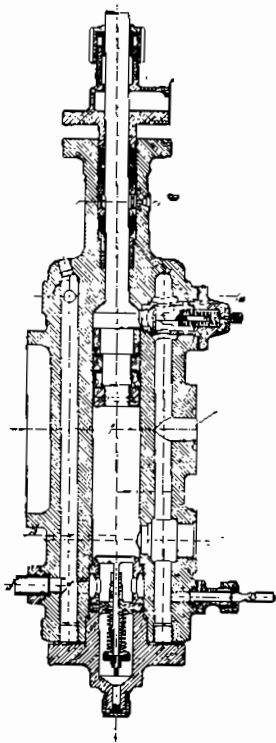


* Фиг. 5. Разрез аммиачного цилиндра с шпиндельными клапанами.

паны, где движущаяся часть, открывающая и закрывающая проход клапана, значительно легче, чем в тарельчатом, что облегчает работу клапана и позволяет получить в клапане проход для пара достаточного сечения.

Особые пластинчатые клапаны (на шариках) в последние годы применены и для углекислотных машин.

На фиг. 8 изображен пластинчатый клапан сернисто-кислотной машины.



* Фиг. 6. Разрез цилиндра углекислотного компрессора.

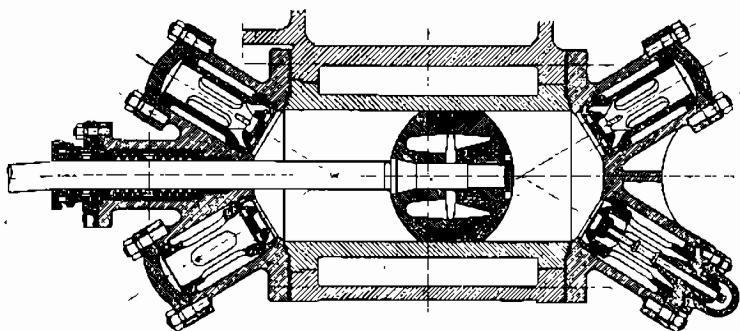
Конструкция некоторых машин с тарельчатыми клапанами не препятствует замене этих клапанов пластинчатыми.

Так на фиг. 9 показаны сконструированные на холодильнике „X Октябрь“ в Москве механиком С. Д. Александровым пластинчатые клапаны для компрессоров завода Атлас, вставленные взамен тарельчатых и давшие вполне удовлетворительные результаты. *

Действительная производительность холодильной установки зависит в большой мере от ухода за компрессором и от умелого обращения с ним, как с самой важной составной частью всей установки. Важное значение имеет также и конструкция компрессора, правильное распределение аппаратов и трубопроводов установки.

Различие между холодильными веществами сказывается наиболее сильно при эксплуатации в способа смазки поршня и штока. Необходимость выбора специальных смазочных масел вызывается таким образом не только низкими температурами, но особенно степенью нейтральности масел

к холодильному веществу и к материалам, из которых состоит установка.

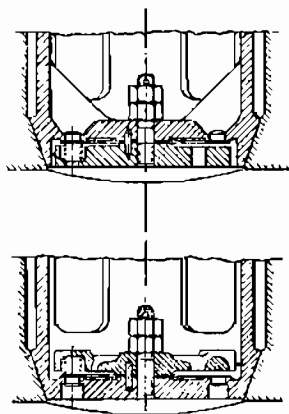


* Фиг. 7. Разрез цилиндра сернисто-кислотного компрессора.

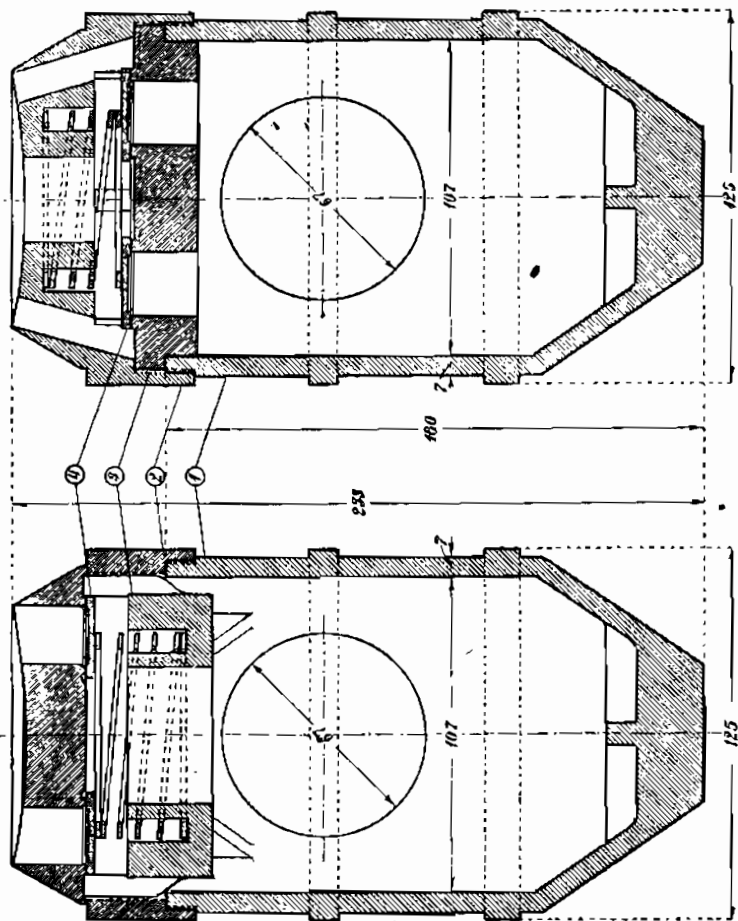
В NH_3 -машинах для смазки применяется чистое компрессорное масло, между тем как для CO_2 -машин самой лучшей смазкой оказался глицерин, очищенный от воды и кислот.

В SO_2 машинах смазка цилиндра является вообще излишней, так как вязкая консистенция сернистой кислоты делает ее самосмазочным средством.

Цилиндр и сальник сернисто-кислотной машины окружены охлаждающей рубашкой (фиг. 7), через которую непрерывно течет охлаждающая вода; последняя отводит часть тепла, получающегося при сжатии, и предохраняет цилиндр от слишком сильного нагревания. Кроме того помощью охлаждения компрессора достигается лучшая смазка поршня, так как благо-



* Фиг. 8. Пластинчатый клапан сернисто-кислотной машины.



* Фиг. 9. Пластинчатые клапаны для НН, изготовленные для замены ИИ

даря этому на внутренних стенках цилиндра осаждаются маленькие капельки кислоты.

Точный контроль работы машин облегчается главным образом манометрами, и поэтому машинист, обслуживающий компрессор, должен постоянно обращать внимание на их показания.

2. КОНДЕНСАТОР.

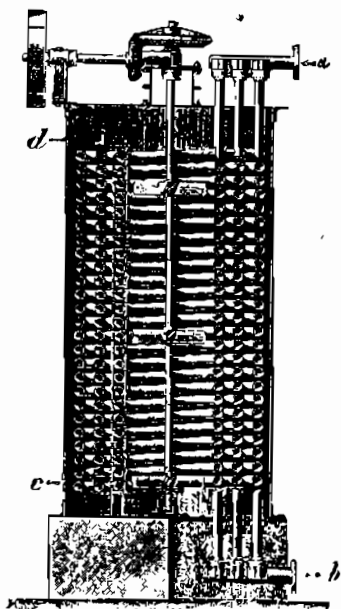
Конденсаторы бывают следующих систем:

1. Погружной конденсатор с трубчатым змеевиком и (обычно)¹ с мешалкой (ф. 10).

2. Оросительный конденсатор с водораспределительными трубами и со сборным резервуаром; он устанавливается обычно на крыше машинного помещения и применяется преимущественно при недостатке воды (фиг. 11).

3. Круглый оросительный конденсатор; он устанавливается иногда в машинном помещении.

4. Противоточный конденсатор из двойных труб; по внутренним трубам циркулирует охлаждающая вода, а в кольцеобразном промежутке между наружными и внутренними трубами течет холодильное вещество (ф. 12).

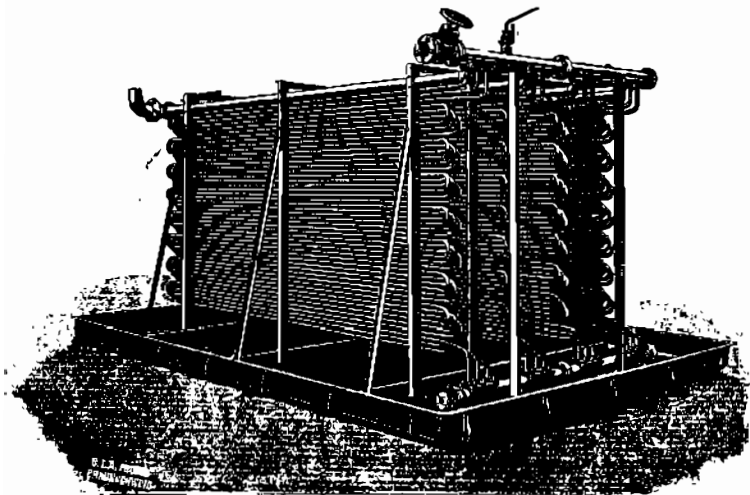


* Фиг. 10. Погружной конденсатор с мешалкой: *a* — вход холодильного агента, *b* — выход холодильного агента, *c* — вход охлаждающей воды, *d* — выход охлаждающей воды.

¹ В машинах средней и большой производительности.

Погружные конденсаторы требуют больших количеств воды, и если последняя недостаточно чиста, то чистка конденсатора затрудняется; необходимым условием их применения является поэтому чистота воды.

Другим недостатком этих конденсаторов является возможность накопления на змеевиках воздушных пузырьков, что вредно влияет на обмен тепла. При оди-



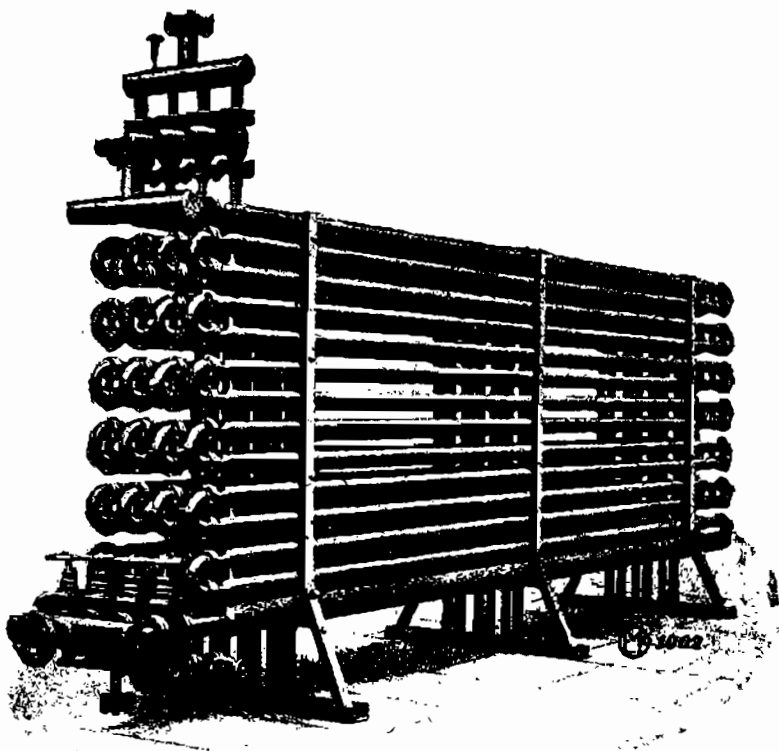
* Фиг. 11. Оросительный конденсатор.

наковой производительности оросительный конденсатор требует однако примерно втрое меньше воды, чем погружной конденсатор.

Если имеется возможность хорошей естественной вентиляции конденсатора, то выгоднее всего применять оросительный конденсатор. Недостатком его является то обстоятельство, что конденсируемая жидкость вытекает из него при температуре отепленной охлаждающей воды, так как вода и холодильное вещество движутся в нем параллельно; поэтому и давление в

оросительном конденсаторе относительно выше, чем в погружном.

Важным преимуществом этого конденсатора является



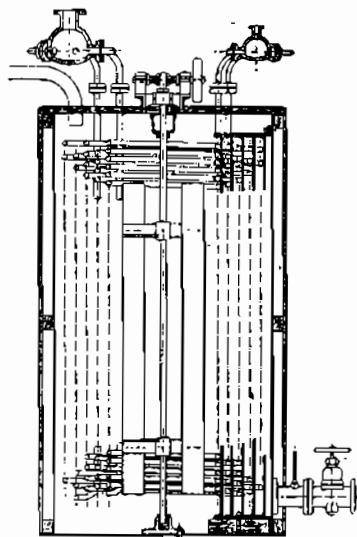
* Фиг. 12. Противоточный (двухтрубный) конденсатор.

возможность чистки поверхности труб во время работы, незначительный расход воды и возможность немедленного обнаружения неплотностей в трубах.

3. РЕФРИЖЕРАТОР (ИСПАРИТЕЛЬ).

Различают следующие виды рефрижераторов.

1. Железный (клепаный) генератор с продольными (боковыми или лежащими на дне) змеевиками.



2. Охладитель рассола, состоящий из круглого или четырехугольного бака и мешалки (фиг. 13).

3. Охладитель пресной воды — круглый или четырехугольный бак, с мешалкой.

4. Воздухоохладитель для непосредственного испарения.

5. Ребристые трубы или змеевики для непосредственного испарения, монтированные в охлаждаемом помещении.

6. Охладители с непосредственным испарением для разных жидкостей: для воды, молока, сливок, пива, щелока и т. п.

7. Противоточный рефрижератор из двойных труб.

В рефрижераторах, охлаждающих рассол, необходимо проверять время от времени концентрацию рассола, чтобы не допускать образования льда на змеевиках рефрижератора.

*Фиг. 13. Испаритель-рефрижератор рассола.

Приготовление рассола для охладителя допускается только из чистой промышленной рыночной соли, денатурированной керосином, и двухпроцентной кальцинированной соды.

К соли, денатурированной железным купоросом, нельзя прибавлять соду.

Отложения кристаллов на змеевиках испарителя указывают на присутствие в рассоле глауберовой соли.

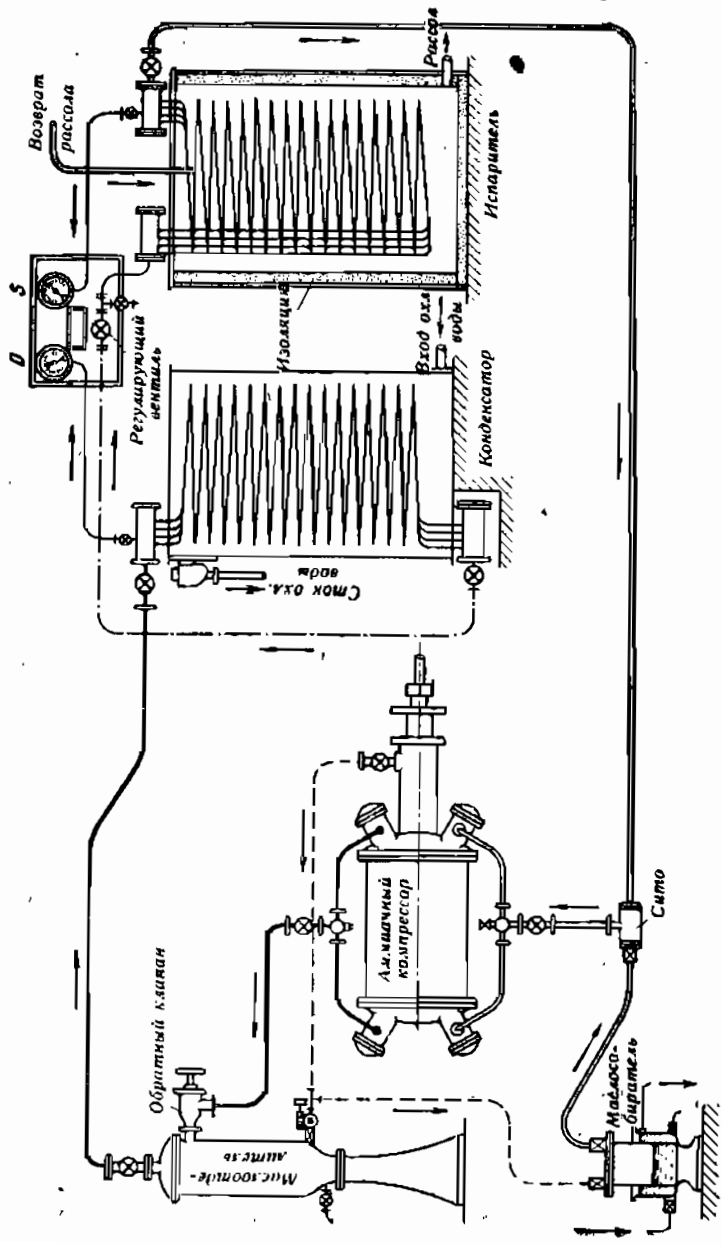
Для предохранения змеевиков от разъедания рекомендуется прибавлять к рассолу 1—2% гидrolита. Гидролит легко растворяется в растворе поваренной соли и совершенно свободен от кислоты и запаха. Он обладает свойством осаждать загрязнения, встречающиеся часто в растворе поваренной соли, а также удалять растворенный в нем воздух. Для приготовления рассола употребляются кроме поваренной соли (хлористый натр) хлористый кальций, хлористый магний и Рейнгартин.

Растворение соли и приготовление рассола производится в особом сосуде; рассол перекачивается в охладитель лишь после осаждения из него грязи (см. стр. 75. Рассол в испарителях холодильных машин).

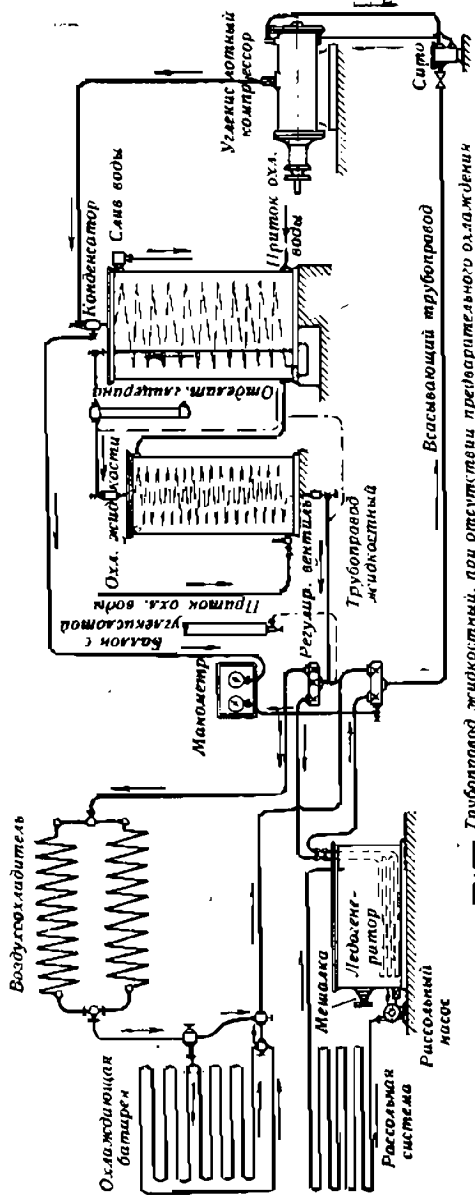
4. ТРУБОПРОВОДЫ.

Расположение трубопроводов, соединяющих отдельные аппараты установки, изображено на фиг. 14, показывающей схему аммиачной холодильной машины. Для большего удобства назначение трубопроводов и аппаратов нанесено на самый рисунок. Стрелки показывают направление движения холодильного вещества, рассола и охлаждающей воды.

Правильное расположение трубопроводов вообще необходимо, так как от него в немалой степени зависит нормальная работа всей установки.

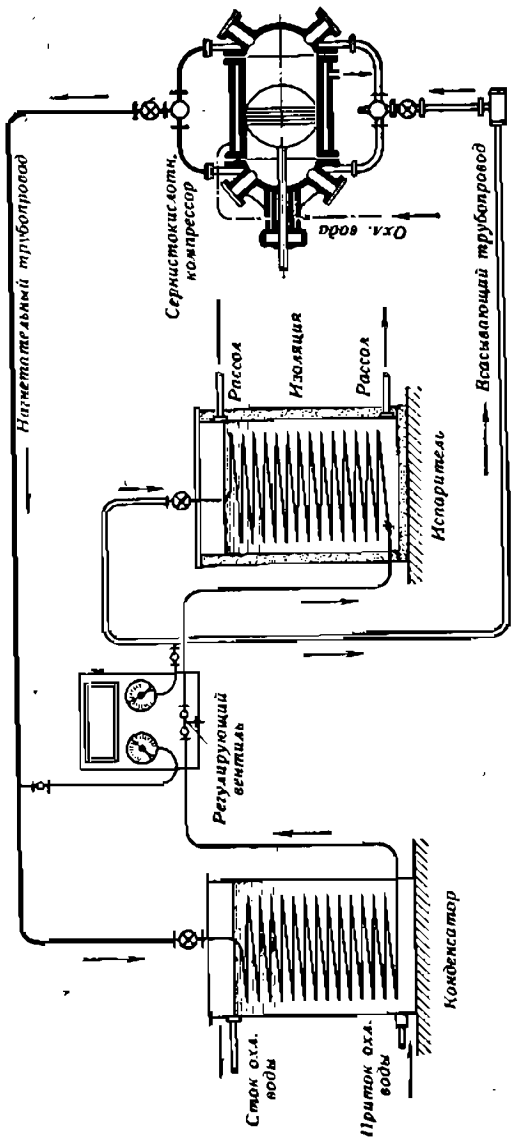


Фиг. 14. Схема аммиачной установки.



--- Трубопровод жидкостный, при отсутствии предварительного охлаждения

Фиг. 15. Схема углекислотной установки.



Фиг. 16. Схема сернистокислотной установки.

Фигуры 15 и 16 показывают схему углекислотной и сернисто-кислотной холодильных установок.

Аммиачная машина отличается от двух остальных систем, имеющих между собою более общих черт, тем, что в ней имеются маслоотделитель и масло-собиратель.

При прокладке трубопроводов необходимо обращать внимание на то обстоятельство, чтобы трубопровод для жидкости между испарителем и регулирующим вентилем не имел никаких подъемов и спусков („мешков“).

5. МАНОМЕТРЫ.

Манометры показывают:

1. Давление в конденсаторе, которое вообще должно соответствовать температуре вытекающей охлаждающей воды.

2. Давление в испарителе, которое должно соответствовать температуре рассола в рефрижераторе.

3. Всякие неправильности функционирования всасывающих и нагнетательных клапанов компрессора.

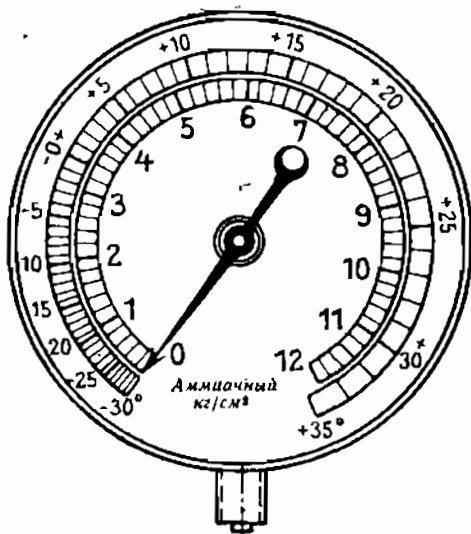
4. Присутствие воздуха в машине.

Деления манометровых шкал для вышеназванных трех холодильных средств различны, что показано на фигурах 17 — 19.

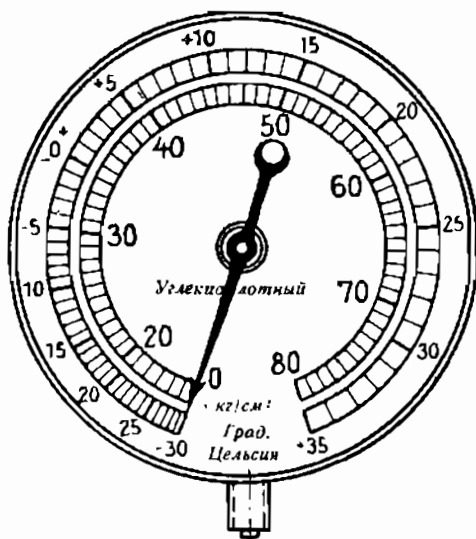
Из двух шкал на каждом манометре наружная шкала на этих фигурах показывает температуру в градусах Цельсия, внутренняя — давление сверх атмосферного.

В трубопроводах к манометрам также не должно быть „мешков“, т. е. опускания трубок на каком-либо участке трубопроводов, так как они влияют на правильность показания давления.

Запорные краны в трубопроводах к манометрам должны быть настолько приоткрыты, чтобы стрелки



Фиг. 17. Аммиачный манометр.



Фиг. 18. Углекислотный манометр.

манометров давали только незначительные колебания, — „дрожали“. Если дрожание стрелок слишком сильно, то манометр преждевременно портится.

При остановке машины эти краны оставляют в том же положении, как при работе машины.

6. АММИАЧНАЯ МАШИНА.

Пуск в ход машины. Перед пуском в ход машины следует убедиться, что совершенно открыты: все краны, обратный клапан и трубопровод охлаждающей воды.

Все движущиеся части должны быть свежо смазаны, а капельные маслянки откры-

ты. Затем компрессор медленно пускается в ход, при чем стрелка нагнетательного манометра должна немедленно начать показывать давление в системе.

Затем при небольшом числе оборотов, постепенно открывается регулирующий вентиль и машина переводится постепенно на нормальное число оборотов, при чем необходимо усиленно следить за показаниями манометров.

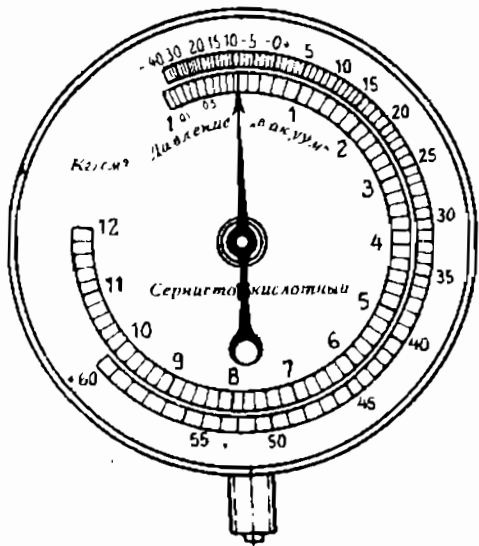
Кран на сальнике на трубке, идущей к маслоотделителю или к всасывающему трубопроводу, во время работы должен быть совершенно открыт.

Во время хода машины наблюдение за температурой нагнетательной трубы у компрессора производится

посредством ощупывания ее рукой, соответствен-но чему и устанавливается регулирующий вентиль (см. регулирование холодильной машины, стр. 39).

Остановка машины. Для остановки машины сперва закрывают регулирующий вентиль, а потом запорный вентиль и, после нескольких оборотов, останавливают компрессор. После этого закрывают подвод охлаждающей воды.

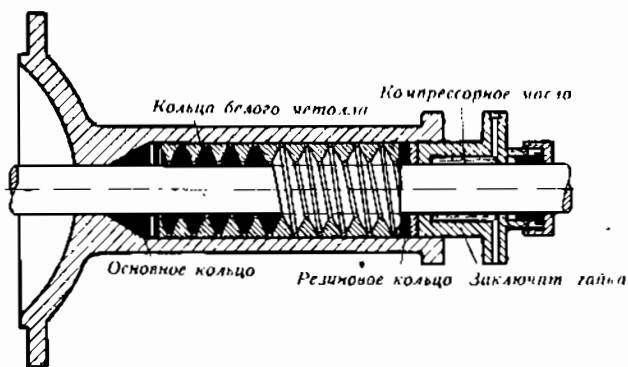
Запорный вентиль нагнетательного трубопровода и



Фиг. 19. Сернистокислотный манометр.

обратный клапан закрывают только после полной остановки машины и то лишь тогда, когда машину останавливают на продолжительное время. При кратковременной остановке оба эти вентиля остаются открытыми и закрывают только регулирующий вентиль.

Если необходимо переключить компрессор на охлаждение рассола или пресной воды, то этого никоим



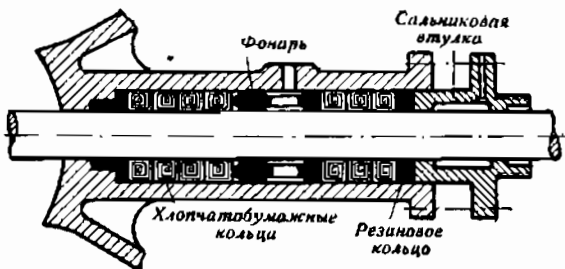
Фиг. 20. Сальник с металлической набивкой.

образом нельзя производить во время работы машины, а каждый раз обязательно компрессор останавливать.

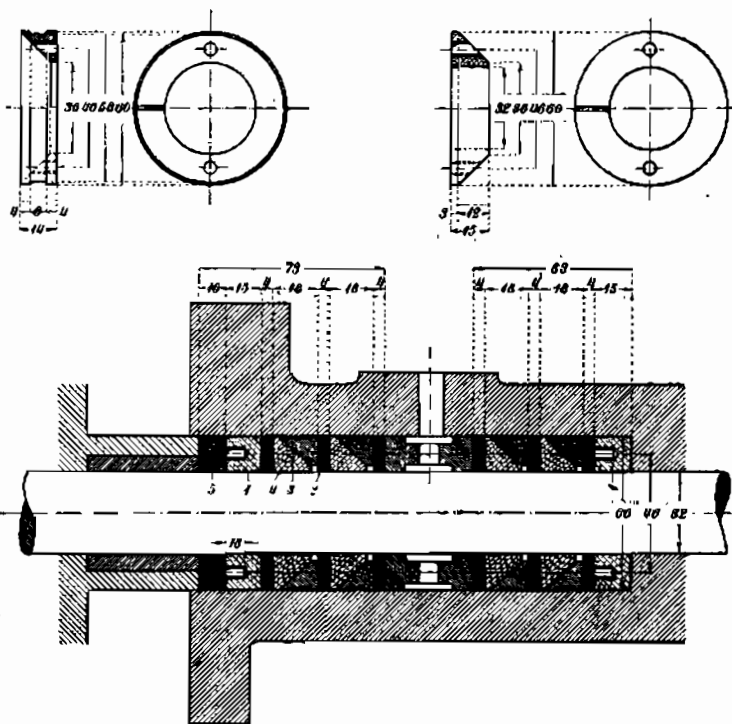
Только после того, как запорные задвижки всасывающего трубопровода, после остановки и при закрытом регулирующем вентиле, переключены, машину пускают опять медленно в ход.

Во время работы машины следует тщательно следить за сальником, чтобы не допустить нагревания поршневого штока; необходимо также следить за надлежащей смазкой машины.

Сальник обычно набивается хлопчатобумажной набивкой, однако в некоторых типах машин применяется металлическая набивка.



* Фиг. 21. Сальник с хлопчатобумажной набивкой.



* Фиг. 22. Сальник с металлической набивкой завода „Котлоапарат“. 1 и 4 — кольца белого металла; 2 — резиновые кольца; 3 — чугунные кольца; 5 — резиновое кольцо.

На фиг. 20 изображена металлическая набивка (Nowaldt), оказавшаяся на практике весьма пригодной.

* Фиг. 21 изображает сальник с хлопчатобумажной набивкой.¹

Фиг. 22 изображает сальник с металлической набивкой, применяемый заводом Котлоаппарат.*

В установках, работающих с перегревом, применяют исключительно металлическую набивку.

7. СЕРНИСТОКИСЛОТНАЯ МАШИНА.

Пуск в ход машины. Перед пуском машины в ход следует убедиться:

- 1) достаточен ли приток воды к конденсатору, рубашке цилиндра и сальнику компрессора;
- 2) открыты ли все краны нагнетательного и всасывающего трубопровода для жидкости и
- 3) открыты ли все масленки.

Затем пускают машину медленно в ход и открывают регулирующий вентиль, при чем стрелка манометра должна немедленно начать показывать давление. Потом доводят число оборотов компрессора до нормы.

Остановка машины. При остановке машины закрывают последовательно:

- 1) регулирующий вентиль,
- 2) всасывающий запорный вентиль, затем
- 3) останавливают компрессор и
- 4) закрывают подвод охлаждающей воды к компрессору и конденсатору.

При кратковременной остановке достаточно только закрыть регулирующий вентиль. При переключении компрессора на охлаждение рассола или пресной воды

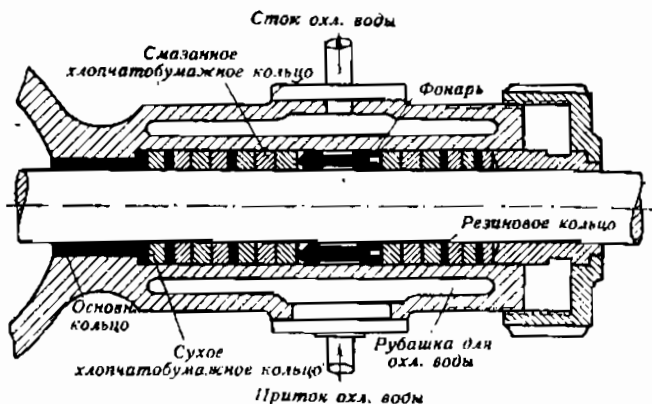
¹ Автор особенно рекомендует набивку „Rigoit“ фирмы Г. Ш в и д е р в Дрездене и набивку „Ideal“ фирмы К л е м а н в Гамбурге.

Автор.

поступают так же, как это указано было для аммиачной машины.

В качестве набивки для сальника обычно употребляется хлопчатобумажная набивка; она пропитывается салом, прессуется и вставляется после остывания сала.

На фиг. 23 изображен сальник сернистокислотной машины в разрезе и показаны все его детали. Следует отметить, что здесь основным кольцом должно служить сухое хлопчатобумажное кольцо, так как резиновые кольца для этой цели не подходят.



Фиг. 23. Сальник сернистокислотного компрессора.

8. УГЛЕКИСЛОТНАЯ МАШИНА.

Пуск в ход машины. Перед пуском машины в ход следует убедиться:

1) что нагнетательный запорный клапан у компрессора совершенно открыт,

2) что все краны-клапаны на змеевиках испарителя совершенно открыты,

3) что резервуар для глицерина на сальнике открыт и

4) что охлаждающая вода притекает к конденсатору в достаточном количестве.

Затем пускают компрессор медленно в ход и тщательно наблюдают за нагнетательным манометром, стрелка которого должна немедленно начать указывать давление. Когда компрессор достигает соответствующего числа оборотов, открывают — очень медленно и осторожно — всасывающий вентиль рядом с грязевиком; при этом проверяется температура нагнетательной трубы посредством ощупывания ее рукой. Когда этот вентиль совершенно открыт, тогда открывают регулирующий вентиль и устанавливают его так, чтобы нагнетательная труба имела на ощупь температуру руки, и более не нагревалась.

Остановка машины. При остановке машины закрывают сначала регулирующий, а затем всасывающий вентиль у грязевика. После нескольких оборотов останавливают компрессор. Закрывают приток к конденсатору охлаждающей воды. Нагнетательный запорный вентиль закрывается только, если предполагается длительная остановка компрессора.

Обычно углекислотные машины имеют у цилиндра предохранительный клапан, соединенный с нагнетательной стороной компрессора.¹ Если по какой-либо причине машинист забыл открыть при пуске машины нагнетательный запорный вентиль, то начинает функционировать предохранительный клапан; металлические пластинки в нем при повышении давления выше нормы пробиваются (рвутся) и углекислота уходит в воздух или во всасывающий трубопровод.

В этом случае необходимо немедленно закрыть всасывающий вентиль и остановить компрессор.

¹ См. стр. 114 (Ред.).

На фиг. 24 изображен в разрезе предохранительный клапан. Собственно предохранительным приспособлением служит плотно вставленная в клапан чугунная пластинка. Некоторые заводы применяют и тонкие медные пластинки.

Не следует ни в коем случае применять какие-либо другие пластинки, кроме тех, которые даны заводом для данного компрессора; запасные пластинки следует приобретать тоже только у завода, доставившего компрессор. Пренебрежение этим правилом может вызвать впоследствии катастрофу.

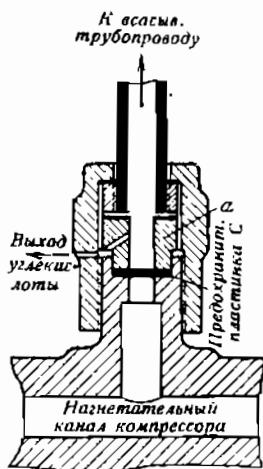
В качестве набивки для сальника обычно употребляются кожаные манжеты в комбинации с резиновыми кольцами.

Как смазочное вещество для сальника и цилиндра компрессора употребляется безводный глицерин. Так как фонарь в сальнике соединен с всасывающим патрубком или каналом цилиндра, то давление в сальнике выравнивается с давлением всасывающей стороны.

Если сальник больше вообще не поддается подтягиванию, то следует старые манжеты заменить новыми.

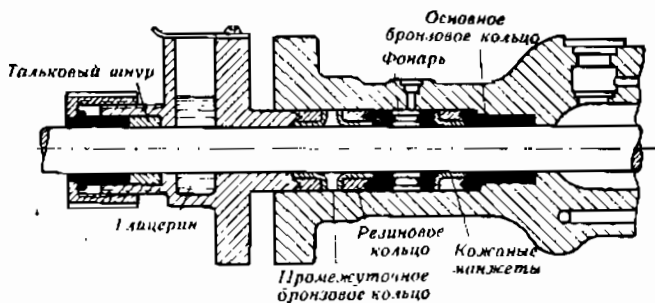
Фиг. 25 показывает в разрезе набивку сальника; из нее видна последовательность сборки отдельных частей набивки.

Металлическая набивка Гуна, изображенная на фиг. 26, обладает тем преимуществом, что она одинаково хорошо применима для всех трех холодильных средств. Основная идея этой набивки состоит в использовании

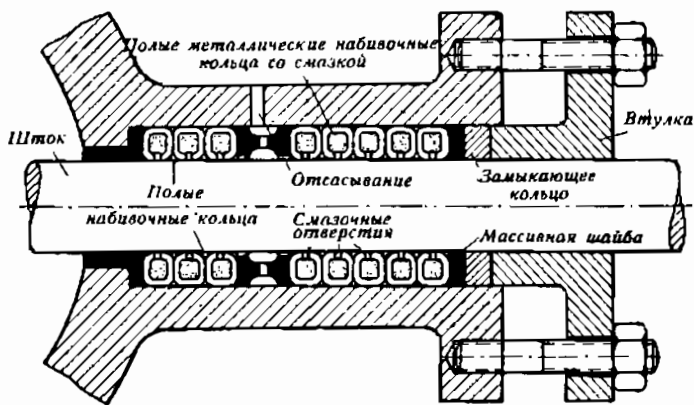


Фиг. 24. Предохранительный клапан для CO_2 -компрессора.

полых металлических прокладочных колец, наполненных смазочным веществом. При затягивании сальника уменьшается поперечный разрез колец, смазочное вещество выступает из них через отверстия, имеющиеся



Фиг. 25. Сальник углекислотного компрессора.



Фиг. 26. Сальник углекислотного компрессора с полой набивкой.

на их внутренней поверхности, и распространяется в промежутках между кольцами.

Расположение колец ясно видно из рисунка.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

1. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИНЫ ПУТЕМ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Из способов повышения производительности машин следует остановиться прежде всего на увеличении числа оборотов компрессоров, а также на всасывании сухих паров для работы с перегревом.

Необходимо иметь в виду, что быстроходные машины требуют для спокойной работы улучшенных смазочных приспособлений, особых поршневых колец, изменения конструкции сальника, более легких клапанов компрессора, усиления плоских направляющих крейцкопфа (лучше всего выполнять их круглыми).

Быстроходные компрессоры, таким образом, должны быть для правильной работы рассчитаны и сконструированы соответственно предъявляемых требований к их быстроходности.

Поэтому и не следует для увеличения производительности установки значительно увеличивать число оборотов компрессоров старой конструкции, рассчитанных на малое число оборотов. Кроме того этим способом не всегда и достигается увеличение производительности, так как для этой цели одновременно

требуется соответственно увеличить поверхность охлаждения испарителя в установке.

Увеличение производительности существующих установок (если они работают с влажным процессом. *Ред.*) гораздо рациональнее достигается без увеличения числа оборотов путем добавления в схеме установки отделителя жидкости. В последнем отделяются жидкие частицы холодильного вещества, увлеченные паром во всасывающий трубопровод. Из этого отделителя жидкость возвращается затем в испаритель¹ для дальнейшего использования.

Осушение таким образом паров дает не только полную гарантию от ударов жидкости в цилиндре компрессора, но и делает возможной работу компрессора с перегревом пара, которая легко поддается регулированию, путем добавочного впрыскивания любого количества холодильного вещества в цилиндр.

2. МОКРЫЙ И СУХОЙ ХОД КОМПРЕССОРА.

Уже лет двадцать пять назад выяснилось, что для достижения максимальной производительности аммиачных компрессионных машин, всасываемые компрессором пары должны иметь минимальную влажность. Причина увеличения производительности объясняется тем, что в таком случае почти полностью используется рабочий объем компрессора. Такое полное использование рабочего объема было невозможно при практиковавшемся ранее всасывании очень влажных паров, вследствие испарения частиц жидкости в самом цилиндре (в начале всасывающего хода поршня. *Ред.*)

¹ В некоторых системах жидкость направляется не в испаритель, а в нагнетательный трубопровод и в сальник компрессора (см. ниже приспособление „Реформ“. *Ред.*)

Внешним признаком, позволяющим отличить оба способа работы между собою, является показание термометра, вмонтированного в нагнетательную трубу машины: при работе с мокрым паром термометр показывает температуру, приблизительно равную температуре ожигения аммиака в конденсаторе и превышающую температуру вытекающей охлаждающей воды на 2 — 5° Ц; при работе с сухим паром температура в нагнетательной трубе значительно выше и лежит обычно между +60 и +80° Ц.

3. ИЗЛИШЕК ЖИДКОСТИ В ИСПАРИТЕЛЕ.

В то время как для достижения перегрева пары, всасываемые компрессором, должны быть по возможности сухи, необходимо, чтобы из испарителя они выходили, наоборот, в достаточно влажном состоянии, так как при этом увеличивается теплопередача змеевиков испарителя и разница между температурами испаряющегося аммиака и охлаждаемой жидкости (а при непосредственном испарении — воздуха) делается минимальной.

Чем меньше эта разница температур, тем больше при одинаковой работе компрессора вес всосанного пара и тем больше производительность машины.

Следовательно для достижения наибольшей производительности необходимо соблюдать правило: „работать с мокрым паром в испарителе, при сухом ходе компрессора“.

Для достижения сухого хода компрессора и по возможности малой разницы температур в испарителе, необходимо, далее, подводить к испарителю большее весовое количество жидкого аммиака, чем компрессор может отсасывать в парообразном состоянии. Этот из-

лишек жидкости должен быть отделен от пара до поступления его в компрессор, что производится при помощи установленного во всасывающем трубопроводе сосуда сравнительно большего диаметра, в котором жидкость отделяется и посредством различных методов снова вводится в кругооборот холодильного вещества.

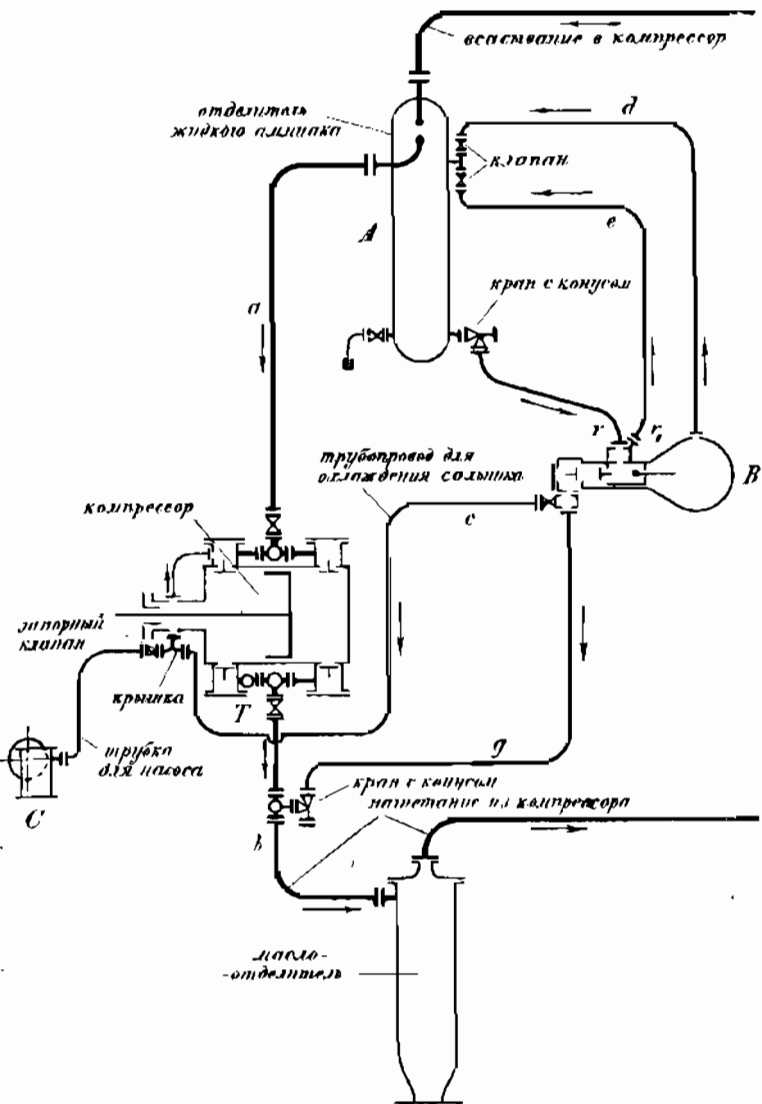
Такие устройства, которыми в настоящее время должны были бы быть снабжены все аммиачные машины, называются приспособлениями для работы с перегревом.

*4. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ С ПЕРЕГРЕВОМ.

Действие приспособления для перегрева системы Реформ заключается в том, что оно позволяет работать с избытком жидкости и влажным паром в испарителе. Так как передача тепла через стенки испарителя тем выше, чем влажнее в нем пар, то работа с влажным паром в испарителе повышает его холодопроизводительность и, следовательно, холодопроизводительность всей установки.

Кроме того, впрыскивание жидкого аммиака в нагнетательный трубопровод охлаждает сжатый и перегретый пар, поступающий из компрессора в конденсатор, за счет происходящего при этом испарения аммиака. Благодаря этому уничтожается в конденсаторе зона перегретого пара, что повышает теплоотдачу конденсатора, так как теплопередача в зоне перегрева является, вообще говоря, наихудшей в сравнении с передачей в зоне насыщенных паров и тем более в зоне влажного пара.

Приспособление для повышения производительности системы „Реформ“ (завод Die Orto, Milan) путем введения перегрева паров состоит из трех основных частей (фиг.27):



* Фиг. 27. Схема перегрева системы „Реформ“.

- а) отделителя жидкого аммиака *A*,
- б) поршневого аммиачного насоса *B*,
- в) масляного насоса *C*.

Во всасывающем трубопроводе *a* перед компрессором монтируется отделитель жидкого аммиака *A*, представляющий собою цилиндрический чугунный сосуд, где жидкие частицы аммиака оседают на дно сосуда в силу значительного уменьшения скорости движения влажного пара, идущего от регулирующего вентиля.

Жидкий аммиак всасывается насосом *B* и отводится мимо компрессора в нагнетательный трубопровод *b* трубкой *g* перед маслоотделителем, в котором происходит отделение засосанного аммиачным насосом масла.

Специальный насос *C* для незамерзающего масла служит для подачи масла в сальник компрессора, а трубочка *c* — для охлаждения сальника путем впрыскивания некоторого количества жидкого аммиака из насоса. ¹

Так как в насосе имеются частично и пары аммиака, то их приходится отсасывать помощью компрессора во время его работы. Для этого служат две тонких трубочки *d* и *e*, при чем первая выходит из картера, а вторая из цилиндра насоса.

Общая схема установки насоса видна на фиг. 28.

Способ применения аппарата заключается в следующем:

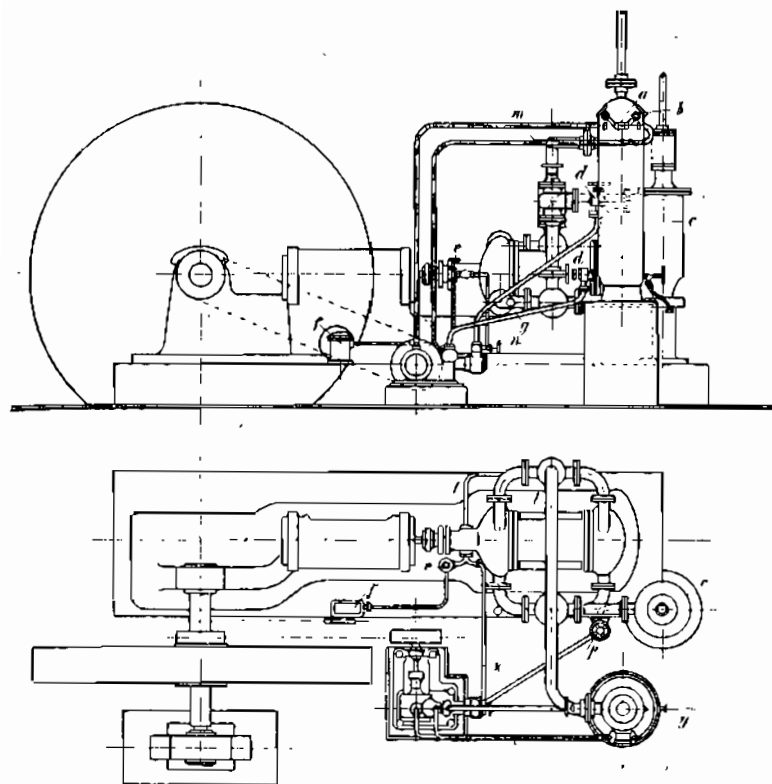
После установки насоса и соединения трубопровода картер насоса наполняется незамерзающим маслом до половины высоты имеющегося на нем специального контрольного стекла.

До пуска насоса следует убедиться, что вентилей

¹ Пользоваться охлаждением сальника следует только, когда он греется, так как впрыскивание аммиака понижает объемный коэффициент компрессора и потому нежелательно. *Ред.*

на соединении трубки *g* к нагнетательной магистрали совершенно открыт.

После пуска насоса необходимо открыть вентиль *a* (фиг. 28), затем вентили на трубках *d* и *e* для отсасыва-



* Фиг. 28. Общая схема установки перегревателя насоса для производительности компрессора в 75 000 кал.

ния из насоса паров аммиака; вентиль на трубке *c* следует также слегка открыть, чтобы жидкий аммиак поступал понемногу в сальник и охлаждал его.

Насос для масла должен всегда работать, для чего

вентилек *e* (фиг. 28) должен быть всегда открытым: он закрывается лишь во время ремонта.

Для смазки насоса достаточно наполнить маслом ма-сленку на его сальнике раз в неделю: для этого закрывается сначала кран *b*, затем извлекается пробка на крышке, наполняется масленка и пробку снова вставляют.

Затем следует снова открыть кран *b* и оставить его открытым, пока масло не опустится в насос. Масло, однако, необходимо периодически выпускать, так как оно может случайно засасываться аммиаком из отделителя жидкости и попасть в сепаратор.

При правильной работе насоса нагнетательный его трубопровод *g* должен быть покрыт инеем вплоть до самого нагнетательного трубопровода компрессора.

Для наблюдения за правильностью режима служит термометр *T* (фиг. 27), на нагнетательной стороне компрессора, показывающий температуру перегретого аммиака; его показания должны быть в пределах от 76 до 90° Ц.

Регулирование установок, снабженных приспособлением „Реформ“, не отличается от обычного регулирования установок, работающих с перегревом аммиака.

Если же при правильной работе насоса нагнетательная труба греется недостаточно, что служит признаком избытка жидкости во всасываемом компрессором паре (влажный пар), то приходится немного прикрыть регулирующий вентиль установки. *

Сам по себе перегрев паров в компрессоре не является целью рабочего процесса машины, а лишь побочным явлением.

Однако оно играет важную роль как показатель правильности работы машины.

Весьма желательно, чтобы нагнетательная труба имела соответствующую высокую температуру, тем более что это явление само по себе не вызывает ни-

каких вредных последствий; поэтому все приспособления, предназначенные для понижения высокой температуры нагнетательной трубы, являются излишними.

Кроме увеличения производительности перегрев паров имеет еще ряд преимуществ. В первую очередь он значительно упрощает обслуживание машины, так как отпадает необходимость такой точной установки регулирующего вентиля, при которой протекающее через него количество жидкости точно соответствовало бы весу всосанного пара, так как при этом способе излишек жидкости выделяется и возвращается в конденсатор.

Кроме того делается возможным параллельное включение нескольких испарителей, работающих при различных температурах; в машинах же, не имеющих приспособлений для работы с перегревом, такая схема, вообще говоря, сопряжена с большими затруднениями и требует постоянного дополнительного регулирования.

При работе с перегревом следует обратить особенное внимание на смазывание поршня и сальника.

Обыкновенное компрессорное масло годится для температур перегрева до 90°C ; — при более же высоких температурах, до 140°C , применяется специальное масло для работы с перегревом.

Компрессорное масло не должно при температуре перегрева выделять пары или газы, которые, так же, как и воздух в машине, увеличивают давление в конденсаторе и тем самым уменьшают производительность машины.

5. РЕГУЛИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ.

Регулирование холодильной машины, т. е. обращение с регулирующим вентилем состоит в следующем:

1. Установка регулирующего вентиля в определенном положении, которое, при имеющихся налицо условиях, находится обычно путем опыта. ■

Этот метод является только вспомогательным, так как он требует немедленного корректирования, как только изменяются условия давлений или если в системе циркулирует ненормальное — слишком малое или слишком большое — количество холодильного вещества, а также если нагнетательная труба слишком сильно или недостаточно нагревается.

2. Постепенное регулирование вентиля при одновременном наблюдении температур внутри и вне испарителя.

Каждому давлению насыщенного пара по манометру соответствует совершенно определенная температура его (пара), которая обычно отсчитывается на манометре одновременно с отсчетом давления.

Если эта температура отсчитывается по всасывающему манометру, то она соответствует температуре холодильного вещества внутри испарительной системы; эта температура должна быть всегда на несколько градусов ниже температуры охлаждаемой среды. Поэтому регулирование производится с таким расчетом, чтобы температура по всасывающему манометру была всегда на несколько градусов ниже одновременно определяемой температуры среды, окружающей испаритель (рас-сол, вода, воздух и т. д.). Разница этих температур колеблется между 3 и 10° Ц. При работе одного и того же компрессора на одну и ту же испарительную систему, при нормальном давлении в конденсаторе и нормальной температуре в испарителе, эта разница температур является более или менее постоянной и поэтому может служить показателем для установки регу-

являющегося вентиля. Если температура охлаждаемой среды выше нормы, то соответственная разница температур между испарителем и ею увеличивается и наоборот, при чем повышение или уменьшение температуры охлаждаемой среды на каждый 1°C изменяет эту разницу в ту или другую сторону на 3—4%.

Разница температур охлаждаемой среды и всасывающего манометра обычно периодически проверяется опытным путем с целью проверки правильности показания манометра.

Если например требуется охладить среду при нормальной работе до $+5^{\circ}\text{C}$ и опытом установлена разница температур 5° , то следует нормально урегулировать машину таким образом, чтобы манометр испарителя показывал $+0^{\circ}\text{C}$, что соответствует следующим давлениям:

при SO_2	— 0,58	атм.
„ NH_3	— 3,35	„
„ CO_2	— 34,4	„

Таблица на стр. 42 дает возможность определять температуры, соответствующие давлениям, если они не указаны на шкале манометра.

Если в вышеупомянутом примере температура охлаждаемой среды равняется в начале работы компрессора не $+5^{\circ}\text{C}$, а $+11^{\circ}\text{C}$, то последней температуре, которая на 6° выше нормальной, соответствует иная разность температур, а именно больше на $6 \times 4 = 24\%$, т. е. приблизительно 6°C (вместо нормальных 5°C); из этого расчета т-ра по всасывающему манометру должна быть $11 - 6 = 5^{\circ}\text{C}$, что соответствует следующим давлениям:

при SO_2	— 0,93	атм. давления
„ NH_3	— 4,24	„
„ CO_2	— 39,3	„

Если же требуется в виде исключения охлаждать среду до -7°C , то этой температуре, которая на 12° ниже нормальной, соответствует разность температур, меньшая на 48%, т. е. приблизительно на 2° или

ТАБЛИЦА 1.

SO ₂			NH ₃			CO ₂		
°C	атм.	абс. давл.	°C	атм.	абс. давл.	°C	атм.	абс. давл.
- 30	0,38	0,39	- 40	0,69	0,77	- 30	14,5	15,0
- 25	0,49	0,51	- 35	0,90	0,98	- 25	16,9	17,5
- 20	0,63	0,65	- 30	1,15	1,19	- 20	19,7	20,3
- 15	0,80	0,83	- 25	1,46	1,51	- 15	22,8	23,5
- 10	1,00	1,03	- 20	1,84	1,90	- 10	26,2	27,1
- 5	1,25	1,29	- 15	2,29	2,37	- 5	30,0	31,0
- 0	1,53	1,58	- 10	2,83	2,92	- 0	34,3	35,4
+ 5	1,87	1,93	- 5	3,46	3,58	+ 5	39,0	40,3
+ 10	2,26	2,34	- 0	4,21	4,35	+ 10	44,2	45,7
+ 15	2,72	2,81	+ 5	5,07	5,24	+ 15	50,0	51,6
+ 20	3,24	3,35	+ 10	6,07	6,27	+ 20	56,3	58,1
+ 25	3,84	3,96	+ 15	7,21	7,45	+ 25	63,3	65,4
+ 30	4,51	4,66	+ 20	8,51	8,79	+ 30	70,7	73,1
+ 35	5,28	5,46	+ 25	9,98	10,31	+ 31	72,3	74,7
+ 40	6,15	6,35	+ 30	11,62	12,01	+ 31,35	72,9	75,6
			+ 35	13,46	13,91			
			+ 40	15,50	16,01			

-5°C ; по всасывающему манометру соответственные давления будут:

при SO₂ — 0,29 атм. давления

„ NH₃ — 2,58 „ „

„ CO₂ — 30,00 „ „

3. Наблюдения за температурами у присоединений всасывающего и нагнетательного трубопроводов к компрессору.

В этом случае нужно соблюдать следующие правила:

При работе с сернистой кислотой — SO_2 .

Всасывающая труба должна быть всегда немного теплее температуры внутри испарителя; поэтому она при температурах до -10°C не должна покрываться инеем до самого компрессора, чтобы во всяком случае избежать всасывания жидких частиц кислоты. Последние могут оказать разрушающее действие на цилиндр, поршень, клапаны и т. д. и кроме того вызвать, в силу химической реакции, недопустимое загрязнение компрессора.

Нагнетательная труба должна быть в общем почти горячая, по крайней мере теплая. Слишком холодная нагнетательная труба указывает на всасывание жидкости, которая при сжатии испаряется, в самом компрессоре и бесполезно отнимает часть тепла.

При работе с аммиаком — NH_3 .

а) Мокрый ход компрессора.

Всасывающая труба должна иметь до самого компрессора температуру испарителя, т. е. при температурах ниже 0° покрываться инеем.

Нагнетательная труба должна быть умеренно теплая, так чтобы к ней можно было приложить руку.

б) Сухой ход компрессора.

В этом случае действительны правила для сернисто-кислотной машины и необходима хорошая смазка цилиндра.

При работе с углекислотой — CO_2 .

Регулирование производится по правилам для аммиачной машины при мокром ходе, так как при перегреве кожаные манжеты, гарантирующие полное уплотнение, делаются ломкими и сгорают.

Как исключение допускается и здесь сухой ход компрессора, на подобие аммиачных машин, однако только при металлической набивке и хорошей смазке.

4. Наблюдения над работой клапанов.

Почти бесшумная работа клапанов указывает на мокрый ход компрессора. При сухом ходе компрессора клапана издают металлический стук; при исчезновении этого стука следует больше прикрыть регулирующий вентиль (у сернистокислотных машин — немедленно по обнаружении этого явления).

5. Наблюдения над давлением в конденсаторе.

Слишком высокое давление в конденсаторе может быть вызвано отсасыванием из испарителя при закрытом или слишком мало открытом регулирующем вентиле. Если же регулирующий вентиль слишком сильно открыт, то вся жидкость переходит постепенно в испаритель, чем вызывается понижение давления в конденсаторе; этого следует во всяком случае избегать, так как возможны удары жидкости в цилиндре компрессора(!)

На давление в конденсаторе влияют однако и другие обстоятельства, почему наблюдение над ним не может служить самостоятельным методом регулирования и производится только совместно с другими наблюдениями.

6. Включение автомата.

Этот метод применяется только в крупных установках; он состоит в автоматическом регулировании вен-

тия помощью вспомогательных приспособлений, на которые действует или высота жидкости в отделителе или показание температуры, передаваемое соответствующим приспособлением.

При разумном регулировании следует соблюдать одновременно все правила, приведенные в пунктах 1—5, при этом последовательность действий следующая:

1) Пускается машина в ход при закрытом регулирующем вентиле.

2) Регулирующий вентиль остается закрытым, пока давление по всасывающему манометру соответствует температуре, более низкой, чем температура охлаждаемой среды в данный момент.

Что касается вопроса о разнице между этими температурами, то об этом мы говорили уже в пункте 2 (при правильном показании манометра).

3) Регулирующий вентиль медленно открывается (иногда только на незначительные доли оборота); при этом разница температур должна быть постоянной (если она не изменяется под влиянием изменения температуры охлаждаемой среды). Всасывающая и нагнетательная трубы должны постепенно принимать указанные выше температуры, клапаны должны правильно работать, и давление в конденсаторе, повышенное при закрытом регулирующем вентиле, должно постепенно сделаться нормальным.

4) После установления нормальных условий работы требуется только дополнительно регулировать установку в зависимости от дальнейших наблюдений.

Регулирующий вентиль постепенно открывается еще больше в следующих случаях:

1) разница температур чрезмерно увеличивается,

2) всасывающая труба нагревается более чем на не-

сколько градусов выше температуры у всасывающего манометра,

3) нагнетательная труба или сальник и поршневой шток чрезмерно нагреваются,

4) ход клапанов делается слишком громким, или же при шпindelных клапанах защемляет направляющая шпинделя,

5) клапаны стучат и поршень работает с шумом,

6) увеличивается давление в конденсаторе без изменения температуры и количества охлаждающей воды.

Наоборот регулирующий вентиль постепенно прикрывается в следующих случаях:

1) разница температур слишком уменьшается,

2) всасывающая труба (при SO_2 всегда, при NH_3 и CO_2 при сухом ходе компрессора) принимает температуру испарительного (всасывающего) манометра, или же, при температурах ниже 0° , она сильно покрывается инеем,

3) нагнетательная труба несколько остывает или делается даже совсем холодной,

4) клапаны работают бесшумно и появляются удары жидкости,

5) давление в конденсаторе падает при равномерном расходе охлаждающей воды.

До остановки машины закрывают регулирующий вентиль, и машина продолжает медленно работать, пока не начинает заметно уменьшаться давление в испарителе; чтобы упростить новое регулирование при пуске машины в ход, регулирующий вентиль можно оставить в своем положении и закрыть запорное приспособление — кран или клапан перед вентиляем.

Регулирование всасывания жидкости производится на тех же основаниях с помощью регулирующего вентиля или особого запорного приспособления.

Важное значение правильного регулирования машины характеризуется следующим примером из практики.

На небольшом пивоваренном заводе была переоборудована холодильная установка, раньше работавшая с непосредственным испарением, на охлаждение рассолом, с целью упрощения обслуживания машины и производства искусственного льда. После переоборудования, однако, вся установка оказалась неудовлетворительной, что послужило поводом для претензий со стороны владельца установки. Причиной неудовлетворительной холодопроизводительности машины оказалось неправильное регулирование ее. По старой привычке открывали регулирующий вентиль так же широко, как и до переустройства, когда работали с непосредственным испарением. Вследствие этого как охладитель рассола, так и компрессор в полном смысле слова заливались аммиаком. Аммиак, обильно наполнявший испаритель, изолировал большую часть охлаждающей поверхности, и само испарение стало почти невозможным, на что указывала незначительная разница температур в испарителе, временами падавшая до 2°C . Большие количества аммиака в компрессоре, далее, настолько задерживали открывание всасывающих клапанов, что и всасывание почти прекратилось. (Странно, что при такой работе не происходили удары жидкости.) После правильной установки регулирующего вентиля — на 0,2 оборота, холодопроизводительность поднялась немедленно на надлежащую высоту. При этом тотчас же образовалась нормальная разница между температурами аммиака и рассола в $4,4\text{—}5^{\circ}\text{C}$, что соответствовало разнице между холодопроизводительностью машины и охлаждающей поверхностью испарителя. Машина была обильно наполнена аммиаком. При установке регулирующего вентиля лишнее

количество аммиака накопилось в конденсаторе и, занимая частично его охлаждающую поверхность, увеличивало давление конденсации.

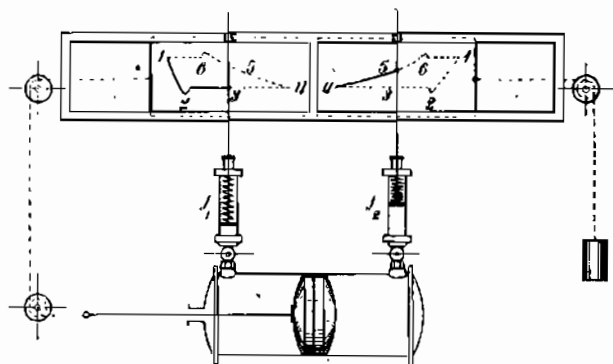
Такое накопление жидкого аммиака в конденсаторе вызвало кроме того переохлаждение этой жидкости, и на трубопроводе для жидкости, при входе его в теплое машинное помещение, осаждалась вода из воздуха. Все упомянутые признаки в общем показательны при суждении о работе машины, и ими возможно вообще пользоваться при обслуживании ее.

В описанном случае переустроена была установка, работающая с непосредственным испарением аммиака, в установку с рассольным охлаждением, чтобы использовать преимущества последнего. Недостатки охлаждения с непосредственным испарением выражаются главным образом в слишком низком давлении всасывания, неизбежном в такого рода установках благодаря большой длине охлаждающих трубопроводов в подвалах. При опытном испытании одной установки с непосредственным испарением измерения производились, согласно гарантии, при температуре испарения в -10°C . При этом гарантированная холодопроизводительность была достигнута. Однако при охлаждении подвалов, в порядке их эксплуатации, температура испарения понизилась до -15 до 20°C . Так как при понижении температуры испарения на градусы Цельсия холодопроизводительность понижается на 4%, то фактическая холодопроизводительность машины при эксплуатации была приблизительно на 33% ниже, чем при испытании.

* Для измерения работы компрессора (потребляемой им энергии) и для характеристики работы его органов — поршня и клапанов, служат диаграммы, снимаемые во время работы компрессора помощью индикатора.

На фиг. 29 показано схематически действие индикатора.

С передней и задней стороны цилиндра индицируемого компрессора, на особых штуцерах (бобышках), имеющих на каждом компрессоре, установлены небольшие цилиндры с поршеньками, соединенные с цилиндром самого компрессора и находящиеся под тем же давлением, которое в каждый данный момент имеется под поршнем самого компрессора.



* Фиг. 29. Схема действия индикатора.

Давление на поршень индикаторного цилиндра уравнивается соответственно подбираемой (сменной) пружинкой.

На конце индикаторного поршенька укреплен пишущий штифт, а против него на доске бумага, которая с одного конца соединена помощью шнура ролика со штоком цилиндра, а с другого конца натягивается грузом, подвешенным также на ролике.

Во время хода поршня штифт чертит на доске кривую, которая в определенном масштабе определяемая выбранной пружинкой выражает давление под поршнем с соответствующей стороны цилиндра.

Когда поршень находится в левой мертвой точке, штифт занимает на доске точку, обозначенную на чертеже цифрой 1: при движении поршня вправо происходит всасывание газа. Давление под поршнем в это время падает, но не мгновенно, а с некоторою постепенностью; в это время под поршнем, в так называемом вредном пространстве, происходит испарение газа, находящегося под давлением конденсатора.

Когда давление под поршнем упадет настолько, что всасывающий клапан приоткроется, начнется засасывание газа из испарителя, при чем во время всей оставшейся части хода поршня давление не изменяется, почему на диаграмме эта часть процесса выражается прямой, параллельной горизонтальной оси, а именно 2 — 4.

В точке 4 левой диаграммы поршень достигает правой мертвой точки, всасывание кончается, поршень начинает двигаться в обратную сторону, и всасывающий клапан закрывается.

По мере движения поршня происходит сжатие газа под ним, отчего давление соответственно повышается, что на диаграмме выражается кривой 4 — 6.

Когда давление достигнет определенного максимума, зависящего в свою очередь от количества и температуры охлаждающей воды, поступающей на конденсатор, открывается нагнетательный клапан в цилиндре компрессора и начинается выталкивание газа в конденсатор, которое длится всю остальную часть хода поршня. На диаграмме эта часть процесса выражается кривой 6 — 1, которая также горизонтальна, так как подобно всасыванию и нагнетанию газа в конденсатор происходит при постоянном давлении.

В моменты начала всасывания на диаграмме получается как бы рожек (точка 2), который происходит

вследствие того, что для открытия клапана необходимо понизить давление в цилиндре на момент настолько, чтобы пружина клапана открыла его; такой же рожек получается и на кривой сжатия, когда давление в цилиндре повышается настолько, что открывается нагнетательный клапан.

Так как в компрессоре двойного действия происходит одновременно с одной стороны поршня всасывание, а с другой нагнетание, то при одновременной же установке двух индикаторных цилиндров получаются две диаграммы, которые в случае нормальной работы компрессора тождественны.

В действительности индикаторы выполняются несколько иначе, чем показано на схеме, а именно бумага для черчения диаграммы прикрепляется не на доске, а на индикаторном цилиндре, который сам вращается, когда пишущий карандаш наносит на нем диаграмму.

Барабан индикатора вращается в силу того, что он соединен шнуром с крейцкопфом; последний при движении своем натягивает шнур и поворачивает барабан, а в обратном направлении барабан поворачивается пружиной.

Индикатор имеет еще специальное приспособление, связывающее поворот барабана с ходом поршня таким образом, что полному ходу поршня отвечает желательный поворот барабана и, следовательно, длина диаграммы (расстояние от точки 1 до 4).

Это приспособление называется ходоуменьшителем.

В то время как поршень делает полный ход, барабан поворачивается соответственное число раз, а одновременно с ним и ролик, зажимаемый гайкой. На этом ролике закреплен шнур, который сбегает с барабана и заставляет поворачиваться при этом барабан. Под-

бирая ролики разного диаметра, можно изменять и угол поворота барабана и, следовательно, длину диаграммы.

Для приведения в движение барабана индикатора шнур помощью крюка прицепляется к стержню, который в свою очередь наглухо прикрепляется к какой-либо точке компрессора, совершающей те же движения, что и поршень, например, к ползуну или крейцкопфу.

Операция индицирования производится следующим образом:

а) Отсасывается на вакуум газ и вывинчивается шпилька, закрывающая вход в цилиндр.

б) Привинчивается специальный трехходовый краник штуцера α (фиг. 30), нарезанный с двух концов; одним концом он ввинчивается в бобышку, на другой навинчивается индикатор.

в) Прикрепляется стержень к крейцкопфу или другой движущейся вместе с ним точке кривошипного механизма.

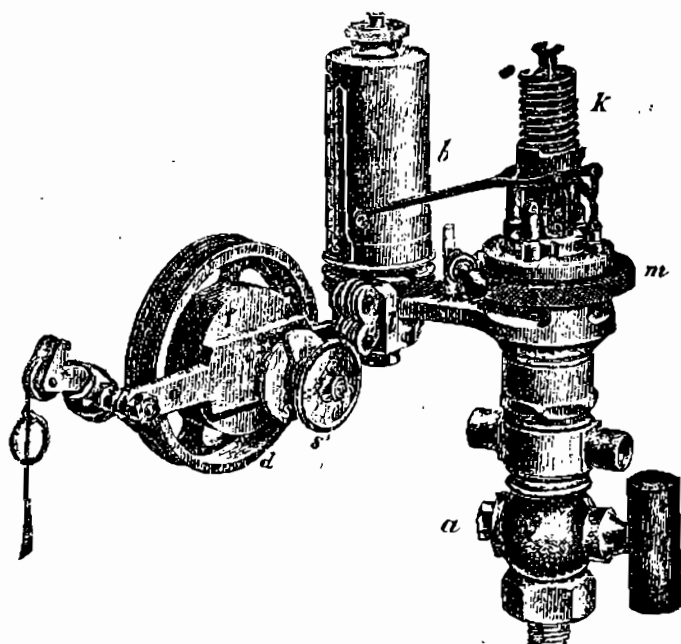
г) Подбирается подходящая пружина k для данного индицирования по ее предельному давлению, которое на ней нанесено и которое должно быть несколько выше имеющегося в компрессоре; желательная высота диаграммы 40 — 50 мм.

д) Прикрепляется бумага на барабан индикатора.

е) Устанавливается ходоуменьшитель и подбирается из приложенных к индикатору ролик такого диаметра, чтобы при полном ходе поршня барабан индикатора делал оборот, с одной стороны, обеспечивающий желательную длину диаграммы (80 — 120 мм), с другой, чтобы барабан не доходил сам при этом до упора и не стучал при этом.

ж) По установке ходоуменьшителя сначала закреп-

ляют в прорези на ролике шнур, намотанный на барабан индикатора, затем закрепляют помощью крючка шнур на стержне у крейцкопфа и проворачивают от руки маховик, чтобы поршень побывал в обеих своих мертвых точках, следя за тем, чтобы шнур между хо-



Фиг. 30. Общий вид индикатора с холодоуменьшителем.

доуменьшителем и стержнем был все время натянут и проходил свободно через ролик на холодоуменьшителе, а также, чтобы другой шнур между барабаном и роликом не натягивал барабана в упор.

в) При поворачивании барабана индикатора прижимают пицующий штифт и наносят на диаграмме атмосферную линию.

и) Освободив на индикаторе помощью нарезной гайки

поршень, его извлекают из индикаторного цилиндра, смазывают кистным маслом и снова вставляют в цилиндр, после чего завинчивают гайку.

к) После пуска компрессора в ход и установления нормального режима работы компрессора производится съемка диаграмм в течение часа, через каждые 10 мин., при чем одновременно записываются, кроме масштаба пружины, давление всасывания и нагнетания по манометру, а также число оборотов компрессора.

Получаемые диаграммы служат: а) для определения расхода энергии на компрессор, б) для правильности работы внутренних органов компрессора и установленного режима работы.

В практической работе механику приходится пользоваться диаграммами, главным образом, для анализа работы компрессора; поэтому мы приводим некоторые наиболее часто встречающиеся „ненормальные“ диаграммы на ряду с нормальной и даем пояснения к каждой (фиг. 31).

1. Нормальная диаграмма.

2. Ненормальная — по вине индикатора диаграмма:

а) неполное соединение индикатора с цилиндром, напр. кран не вполне открыт; б) защемляется поршень индикатора; в) поршень закрывает вначале отверстие для индикатора.

3. Ненормально большое вредное пространство в цилиндре или слишком влажный пар в цилиндре.

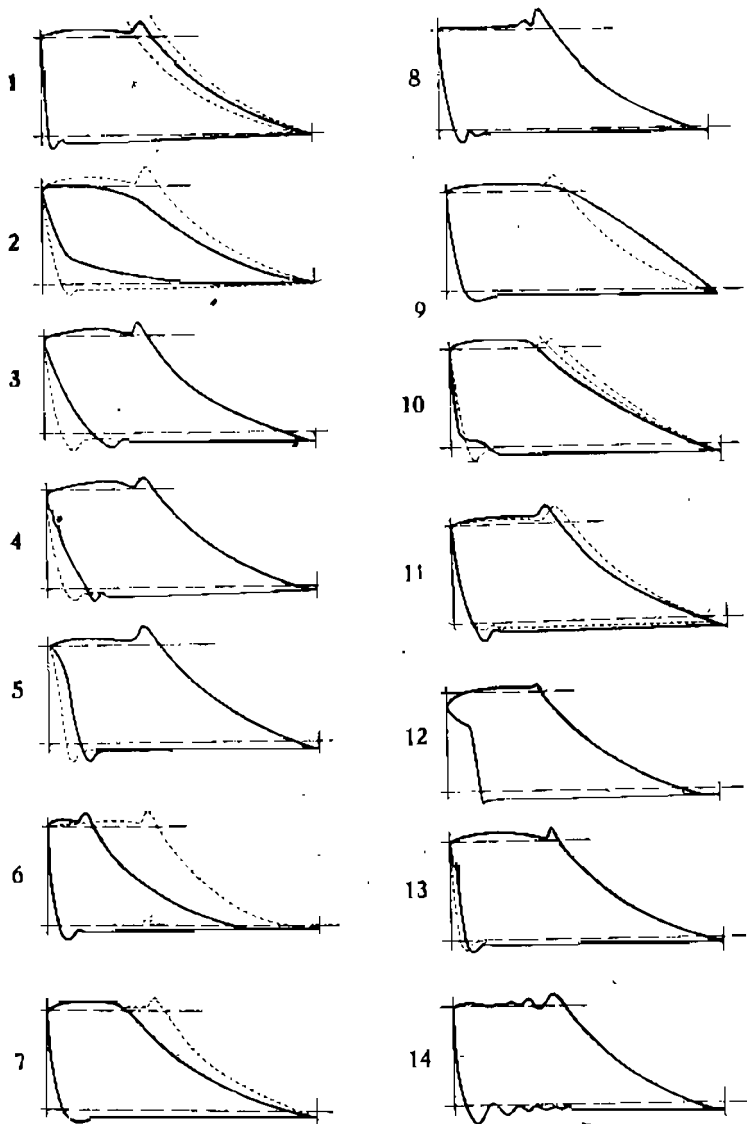
4. Излишне высокий подъем нагнетательного клапана.

5. Ущемляется нагнетательный клапан.

6. Защемляется и остается висеть всасывающий клапан.

7. Неплотность клапанов.

8. Клапаны открываются с трудом, пружины тяжелы.



Фиг. 31. Диаграммы компрессора.

9. Клапаны неплотны (линия сжатия близка в прямой).

10. Поршень пропускает.

11. Слишком велико сопротивление трубопроводов.

12. Поршень в начале хода закрывает соединение с индикатором.

13. Поршень индикатора защемляется.

14. Пружины в клапанах неправильно подобраны.

6. ВЫЯВЛЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕПРАВИЛЬНОСТЕЙ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ПРИ ПОМОЩИ КОНТРОЛЛЕРА МОЩНОСТИ (ПАТЕНТ ГЛЕССЕЛЯ) И АППАРАТА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВОЗДУХА.

С целью наблюдения за работой и для достижения высокой производительности установки Машиностроительный завод Ф. Р. Штейн в Каннштадте построил два специальных аппарата; они устанавливаются обычно рядом с регулирующей станцией и включаются в трубопровод жидкости, или соединяются посредством небольшого трубопровода с местом удаления воздуха из конденсатора.

На фиг. 32 изображена такая регулирующая станция с описываемым контроллером мощности.

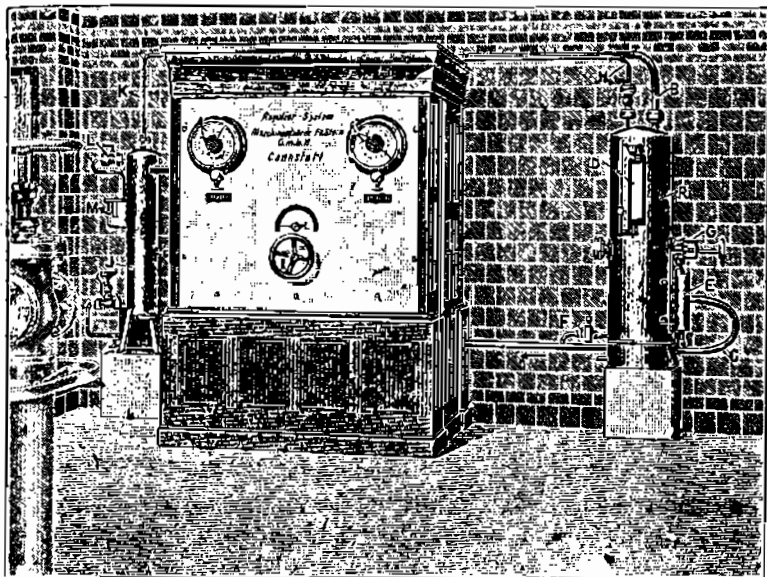
Принцип устройства ее один и тот же для малых и для крупных установок, а также для работы с влажным и перегретым паром.

Контроллеры строятся 5 различных величин, аппараты для удаления воздуха — 2 величин.

Описание контроллера мощности.

Контроллер состоит из стального цилиндра (фиг. 32, справа), сходного с аммиачным баллоном; этот цилиндр

содержит внутри измерительный сосуд, в который поступает из конденсатора через трубопровод *B* жидкое холодильное вещество; затем оно стекает через так называемое отверстие Понселе в нижнюю часть стального цилиндра.



Фиг. 32. Регулирующая станция с контроллером мощности.

Из нижней части цилиндра идет трубопровод для жидкости *C* к простому регулирующему вентилю, а оттуда к испарителям или к отделителю жидкости в установках, работающих с перегревом.

Вмонтированный в верхнюю часть цилиндра измерительный сосуд имеет указатель уровня жидкости *D*, на котором видна высота накапливающейся жидкости.

Нижний цилиндр также имеет указатель уровня жидкости *E*.

Для отделения воды или масла они могут быть выпущены через кран *F*.

Контроллеры для установок с несколькими компрессорами имеют, кроме того, переставное отверстие, устанавливаемое посредством регулирующего крана *G*, смотря по числу работающих компрессоров.

Для получения равномерного притока жидкого холодильного вещества имеется трубопровод для уравнения давления *H*, соединяющий контроллер с паровым пространством в конденсаторе.

Работа контроллера.

Помощью контроллера можно производить следующие операции:

1. Определять производительность установки в калориях в час, отнесенную к данным температурам испарения и сжижения, путем отсчитывания ее перед регулирующим вентиляем, что является самым точным и во всех случаях наиболее простым способом измерения холодопроизводительности. Особая шкала на указателе уровня жидкости, нанесенная на основании измерений и точных вычислений, показывает непосредственно в любой момент холодопроизводительность в калориях.

2. Достичь простейшим образом теоретически правильной установки регулирующего вентиля.

Для этого нужно открыть регулирующий вентиль настолько, чтобы при наимизшем уровне жидкости всегда видна была поверхность ее.

Работающая установка, как известно, находится в равновесии, если в испаритель поступает такое же количество жидкого холодильного вещества, сколько весовых частей пара всасывается компрессором.

Если регулирующий вентиль открыт слишком много, то уровень жидкости понижается и кроме жидкого холодильного вещества в испаритель проникает также пар. Это количество пара должно быть снова всосано компрессором бесполезно, — без участия в производстве холода.

Если, наоборот, регулирующий вентиль открыт недостаточно, то жидкость в контроллере поднимается и накапливается в конденсаторе, чем уменьшается охлаждающая поверхность последнего и количество жидкости в испарителе.

Поэтому ясно, что видимый уровень жидкости в нижней части контроллера дает полную возможность устанавливать регулирующий вентиль действительно теоретически правильно.

3. Определять достаточность наполнения установки жидким холодильным веществом и необходимость в нужных случаях добавочного наполнения.

Для этой цели на шкале контрольного аппарата отмечено, сколько килограммов холодильного средства протекает в одну минуту через отверстие Понселе при уровне, отмеченном красной чертой.

Для измерения наполнения установки, все холодильное вещество отсасывается из испарителей и сжижается в конденсаторе. После остановки компрессора пропускают все количество жидкости через контроллер в испаритель при определенном уровне его в приборе.

Время в минутах, необходимое для протекания всей жидкости, умножают на количество, протекающее в одну минуту, указанное на аппарате; произведение дает количество (наполнение) вещества, находящегося в работе в установке. Степень наполнения для каждой установки различна и зависит от того, работает она с заливанием (*Überflutung*) или нет, как велик объем

змеевиков испарителя и какой системы сами испарители.

Обычно наполняют систему по опыту и добавляют столько жидкого холодильного вещества, чтобы указанная контроллером холодопроизводительность от добавочного наполнения не повышалась.

7. НАХОЖДЕНИЕ ПРИЧИН ПЕРЕБОЕВ В РАБОТЕ

Контроллер Глесселя немедленно показывает всякое уменьшение производительности машины.

На основании наблюдения за нижним уровнем жидкости можно сначала установить, правильно ли производится регулирование. Указанным выше способом проверяется правильность наполнения, и оно доводится до необходимой величины.

Если клапаны перестают правильно работать, имеются неплотности в поршне, в конденсаторе сжижается недостаточное количество жидкости, благодаря недостатку охлаждающей воды, происходит закупорка какого-либо трубопровода, все эти ненормальности сейчас же отзываются на понижении производительности и служат сигналом для немедленного осмотра названных частей установки, так как вовсе не требуется продолжительно работать, чтобы обнаружить неправильное функционирование установки.

Как известно, продолжительность работы установки зависит от колебаний наружной температуры, от изменений в нагрузке испарителей; очень часто ищут однако причины необходимости более продолжительной работы только в этих обстоятельствах, так как не знают, сколько в действительности машина вырабатывает калорий.

Все установки, после устройства контроллера, смогли

или уменьшить продолжительность суточной работы машины, или же при равной продолжительности, увеличить самую холодопроизводительность.

Принятые до сих пор правила регулирования машины только по показаниям манометров в большинстве случаев ведут к ошибкам, которые однако могут быть легко обнаружены и устранены после вмонтирования в установку контроллера.

Так, например, когда установка содержит воздух, давление в ней повышается; тогда обычно открывают побольше регулирующий вентиль, чтобы уменьшить давление в конденсаторе и повысить давление в испарителе. Однако при этом проходит большее количество жидкости через регулирующий вентиль, и в результате, как уже было сказано выше, действительная холодопроизводительность еще больше уменьшается.

8. ОПИСАНИЕ АППАРАТА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВОЗДУХА.

Одним из главнейших препятствий в работе холодильной машины является присутствие воздуха в системе.

Этот недостаток вызывает, с одной стороны, увеличение расхода энергии, с другой стороны — уменьшение холодопроизводительности.

При обычном способе удаления воздуха из установки вся жидкость нагнетается в конденсатор, машина останавливается и холодильное вещество сжижается при помощи более холодной охлаждающей воды, после чего накопляющийся на самом верху конденсатора воздух выпускается через воздухоудалительный кран наружу или в воду. Этот способ удаления воздуха требует продолжительной остановки машины и вызывает боль-

шую или меньшую потерю холодильного вещества, смотря по умелости обслуживающего персонала.

Неприятный запах сернистой кислоты и аммиака делает удаление воздуха тягостной операцией, почему она зачастую выполняется неудовлетворительно!

Построенный машиностроительным заводом Ф. Штейн в Каннштатте аппарат для удаления воздуха работает автоматически как во время остановки, так и при работе машины. Он состоит из стального баллона (фиг. 32, слева), соединенного с обычным местом удаления воздуха из конденсатора.

В этот баллон вмонтирован змеевик, благодаря которому находящееся еще в смеси с воздухом холодильное вещество полностью конденсируется и в жидком виде через трубопровод *K* направляется снова в систему.

Выделенный чистый воздух поступает через вентиль специальной конструкции в наполненный водой стеклянный сосуд *M* и выходит через воду в виде пузырьков из баллона наружу.

При установке этого аппарата рядом с регулирующей станцией механик имеет возможность постоянно следить за выделением находящегося в системе воздуха, не чувствуя неприятного запаха, и выключать аппарат, как только весь воздух будет удален.

Аппараты для контролирования производительности и для удаления воздуха сравнительно дешевы и быстро окупаются; поэтому приобретение их рекомендуется всем владельцам холодильных машин.

Для владельца они имеют значение в смысле экономии стоимости эксплуатации, обслуживающему персоналу они значительно облегчают как регулирование установки, так и нахождение и устранение неисправностей.

9. НЕСЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.

Причинами несчастных случаев различного рода являются обычно: неправильное обслуживание установки, незнание устройства и ухода за ней, или же неправильные манипуляции с отдельными частями ее.

При правильном обслуживании установки и ежегодном основательном обследовании ее под руководством специалиста — несчастные случаи почти исключены.

Большинство несчастных случаев является последствием повреждений компрессора, когда разрушаются отдельные его части и истекает холодильное вещество. Истечение аммиака и сернистой кислоты всегда опасно для находящихся вблизи людей.

Но и истечение углекислоты не совсем безопасно и не раз вызывало человеческие жертвы.

Пока строятся и эксплуатируются холодильные машины, можно всегда ожидать несчастных случаев, причиной коих являются почти всегда небрежность и неосторожность обслуживающего персонала. Несчастных случаев, однако, являющихся последствием естественного изнашивания отдельных частей установки, можно всегда избежать при помощи регулярного обследования всей установки зимою под руководством специалиста.

Но чаще всего, в целях экономии средств, обследование установки поручается самому машинисту, который часто не обладает специальными знаниями для определения степени износа частей и при наступлении катастрофы не может определить, что могло быть причиной ее.

Многих несчастий и лишних расходов можно было бы избежать, если бы каждый владелец холодильной

установки следовал правилу по примеру владельцев паровых котлов ежегодно: основательно ревизовать всю установку.

Приведенные ниже краткие примеры случившихся несчастий и повреждений машин холодильных установок показывают последствия и причины таких случаев. С распространением холодильных машин угрожающе растет и число несчастных случаев, что должно служить предупреждением всем владельцам холодильных машин.

Пример 1. На крупном пивоваренном заводе машинист снял один нагнетательный клапан у аммиачного компрессора с целью уменьшения наполовину производительности машины. Этот неосторожный поступок имел, однако, тяжелые последствия. Функции удаленного у задней крышки цилиндра нагнетательного клапана должен был принять на себя клапан, вмонтированный между компрессором и маслоотделителем. Вследствие этого компрессор стал двухступенчатым, так как сжатие у передней части поршня производилось только при давлении, равном давлению в нагнетательной трубе до обратного клапана. Однако, это давление было ниже, чем давление в конденсаторе, так как пар, проходя за поршнем через относительно узкое отверстие удаленного клапана, расширялся. Вредное пространство задней стороны равнялось 30%, передней — 1%.

При обратном ходе поршень сжимал пар до давления в конденсаторе, нагнетал его через обратный клапан в маслоотделитель и в конденсатор. При нормальной работе обратный клапан всегда открыт и при колебаниях давления при каждом ходе поршня конус клапана двигается незначительно. Теперь же он садился на седло 75 раз в минуту; такой нагрузки он,

конечно, не выдержал и сломался. Тогда задняя сторона поршня перестала работать, а передняя действовала нормально. При этом возникало, однако, в нагнетательной трубе сильное движение газа, так как при каждом ходе поршня газ проходил через отверстие удаленного клапана. Вследствие этого обломки обратного клапана попали в цилиндр, что и вызвало разрушение крышки.

Совет: было бы целесообразнее вынуть один всасывающий клапан со стороны сальника, так как тогда сальник находился бы только под давлением всасывания и не был бы излишне перегружен. Кроме того, при удалении одного нагнетательного клапана, увеличивается неравномерность работы машины.

Пример 2. На одном пивоваренном заводе была разрушена передняя крышка цилиндра. При удалении сломанной крышки оказалось, что сломался и упал в цилиндр передний нагнетательный клапан.

Ясно, что сломанный всасывающий клапан может упасть в цилиндр, так как он при всасывании поршня открывается в сторону цилиндра. Но ясно также, что даже при поломке шпинделя нагнетательного клапана последний должен остаться в своей коробке; этот клапан, вследствие давления поршня, открывается, как известно, наружу, и так как клапанная тарелка больше седла, то попадание клапана в цилиндр исключается. Однако в данном случае поломка именно нагнетательного клапана вызвала разрушение крышки цилиндра.

При последней ревизии компрессора, произведенной самим обслуживающим машину персоналом без привлечения специалиста, все было найдено в полном порядке и никто не заметил сильного износа каких-либо частей. При основательном же обследовании причин по-

ломки оказалось, что сломанный в нескольких местах шпindelь упомянутого клапана был сильно изношен. Выступ для ограничения хода совершенно отсутствовал; направляющие в коробке также сильно изнашивались.

Следовательно в данном случае можно предполагать, что клапан только висел вследствие негодных направляющих и не мог больше плотно закрываться. Коническое же седло для клапанной тарелки оказалось также частично выломанным.

При таких условиях клапанная тарелка могла попасть через увеличенное отверстие в цилиндр и вызвать поломку крышки.

Предупредительные меры. Поломки не были бы, если бы обслуживающий машину персонал вовремя заметил изнашивание шпинделя клапана, которое безусловно не произошло сразу — наоборот, состояние шпинделя и направляющих коробки ясно указывало на то, что изнашивание происходило в течение продолжительного времени.

Пример 3. В одном оптовом продовольственном магазине утром внезапно прекратился городской электрический ток. Работающий без призора компрессор вследствие этого остановился, что однако было замечено только через час. В это время все клапаны были открыты и выравнивалось давление в конденсаторе и испарителе. После появления тока пустили компрессор опять в ход, но сейчас же получились сильные удары жидкости в цилиндре и поломалось несколько винтов у крышки цилиндра, вследствие чего накопившийся над поршнем аммиак вытек в машинное помещение.

Предупредительные меры. До нового пуска компрессора в ход следовало закрыть регулирующие и всасывающий вентили, а на время и нагнетательные

втиль, тогда накопившийся в цилиндре аммиак был поглощен и несчастье не могло бы случиться.

Пример 4. На одной бойне требовалось пополнение аммиаком холодильной установки. Было доставлено и баллона, и машинист немедленно приступил к полнению. При всасывании содержимого баллона произошла страшная детонация — взорвался компрессор. **Причина.** В доставленных баллонах находился не аммиак, а кислород. Взрыв был вызван соединением кислорода с компрессорным маслом, находящимся в машине.

Предупредительные меры. До привинчивания к баллону трубы для наполнения, машинист должен был проверить содержимое баллона, тогда несчастье не могло бы случиться. Запах аммиака известен каждому машинисту, а кислород не имеет запаха. В данном случае машинист поплатился жизнью за свою небрежность, владелец машины и родское хозяйство отделались крупным материальным убытком.

Таких примеров можно было бы привести больше, и приведенных быть может будет достаточно для наставления обслуживающему персоналу и владельцу холодильной установки на опасности, возникновение которых всегда возможно при упущениях и незнакомстве с уходом за установкой и с обслуживанием ее.

Обнаружение и устранение расстройств работы холодильных машин требует большого практического опыта.

Здесь следует еще раз указать на необходимость, в сомнительных случаях, обследования установки специалистом. Расходы на это ничтожны, по сравнению с увеличением эксплуатационных расходов при плохом состоянии установки.

10. НОРМАЛЬНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.

Ниже мы приводим главнейшие моменты, обуславливающие правильную эксплуатацию установки.

Для нормальной установки необходимы следующие предметы оборудования и запасные части:

1 полный набор набивочных материалов для компрессора,

1 набор запасных пластинок для клапанов,

1 набор запасных пружин для клапанов,

1 набор запасных поршневых колец,

1 полная набивка для сальника,

1 запасной поршневой шток,

1 резиновая кишка для выпуска воздуха из машины,

1 трубка для наполнения холодильного вещества,

1 предохранительная маска для машиниста.

Все эти части следует хранить в машинном помещении в удобном месте, так как в необходимых случаях они должны быть под рукой.

Пластинки и пружины для клапанов, а также поршневые кольца смазываются салом для предохранения их от ржавления.

Всасывающий трубопровод и трубопровод для жидкости должны быть хорошо изолированы во избежание потери холода.

До начала работы машины следует проверять и наполнять все смазочные приспособления. После длительного перерыва работы необходимо также просматривать подшипники, поршневой шток, цапфу кривошипа и убедиться в легкости хода машины и отсутствии ударов. Если при этом обнаруживается необходимость подтягивать гайки подшипников, то вращают вручную маховик компрессора, чтобы убедиться, не задевает ли

какая-нибудь часть его и не ударяет ли поршень в одну из крышек цилиндра. Если в машине находится воздух, то он выпускается через специальный кран, находящийся в самой высокой точке установки; этот кран оставляют открытым, пока из него не выступает холодильное вещество.

Если поршневые кольца сидят слишком плотно, их следует освободить, трубки смазочных приспособлений — продуть, цилиндр и клапаны — промыть керосином; также нужно проверить клапаны и дефективные пружины и пластинки заменить новыми. Для исправления набивки сальника пришабривают средние кольца или же меняют резиновые кольца.

Для смазывания движущих частей нужно применять только хорошее машинное масло, свободное от кислот, а для цилиндра и сальника — хладостойкое специальное масло.

Как материал для уплотнений лучше всего применять резину или специальный материал, испытанный на практике.

При пуске машины в ход открывают сначала масленки, затем пускают охлаждающую воду к конденсатору, открывают всасывающий запорный вентиль и, наконец, регулирующий вентиль. При остановке машины действуют в обратном порядке, т. е. сперва закрывают регулирующий вентиль, затем всасывающий запорный вентиль, масленки и, наконец, доступ охлаждающей воды.

Установку давления в испарителе по всасывающему манометру можно произвести путем открытия регулирующего вентиля до $1/2$ оборота, смотря по потребной температуре испарения. Масленки устанавливаются по расчету подачи 1-2 капель масла в минуту. Масленка над сальником устанавливается с таким расчетом,

чтобы поршневой шток был смазан, но не облит маслом. Охлаждающая вода должна уходить наверху у конденсатора на 8° Ц теплее, чем она входит вниз.

Следующая таблица показывает нормальное давление в конденсаторе аммиачной машины при температуре испарения от -10 до -15° Ц, при различных температурах отходящей охлаждающей воды:

$+18^{\circ}$ C = 8,10 атм.	$+24^{\circ}$ C = 10,00 атм.	$+30^{\circ}$ C = 12,15 атм.
$+20^{\circ}$ C = 8,70 "	$+26^{\circ}$ C = 10,70 "	$+32^{\circ}$ C = 12,91 "
$+22^{\circ}$ C = 9,31 "	$+28^{\circ}$ C = 11,40 "	$+34^{\circ}$ C = 13,21 "

Всасывающий манометр показывает температуру в испарителе, нагнетательный манометр — температуру в конденсаторе; однако температура в рассоле обычно почти на 5° Ц выше, чем температура в испарителе, которую показывает всасывающий манометр, а температура охлаждающей воды на 5° Ц ниже, чем показание нагнетательного манометра. При таких условиях происходит сжижение в конденсаторе.

Особенное внимание механику следует обращать на сальник, так как только при надлежащей плотности его можно избежать больших потерь холодильного вещества. Шейка сальника соединена трубопроводом со всасывающей стороной системы для выравнивания давления в сальнике и в цилиндре, чем облегчается уплотнение сальника. Кроме того это выравнивание давления вызывает охлаждение поршневого штока. Ни в коем случае нельзя допускать нагревания сальника, которое ведет, кроме увеличения расхода энергии, к разрушению набивки и ряду осложнений, вызывающих лишние денежные расходы. Сальник следует поэтому прежде всего почаще ощупывать; хотя он всегда кажется более или менее теплым, но при некотором опыте не трудно заметить, что эта естественная теплота не вызывается усиленным трением поршневого штока, а

переходит на сальник с цилиндра, который сам нагревается от теплоты сжатия. При этом никогда нельзя чрезмерно подтягивать сальник.

Главнейшие признаки нормальной работы машины следующие:

1. Стрелки манометров вздрагивают с каждым ходом поршня регулярно и спокойно два раза.

2. Нагнетательный манометр показывает температуру примерно на 5° Ц выше температуры жидкости в конденсаторе.

3. Всасывающий манометр показывает температуру на 5° Ц ниже температуры жидкости в испарителе.

4. Нагнетательная труба имеет на ощупь температуру $60—70^{\circ}$ Ц. К ней можно на короткое время прикоснуться рукой (при работе с перегревом от 90 до 100° Ц).

Открывать заорные вентили до отказа не рекомендуется; лучше оставлять их на $1/4$ оборота закрытыми, иначе они заедают. Регулирующий вентиль не должен пропускать в испаритель больше жидкости, чем может всосать компрессор в виде газа. При притоке лишней жидкости змеевики испарителя быстро наполняются жидким холодильным веществом, и компрессор всасывает жидкость вместо пара, что вызывает гидравлические удары жидкости и серьезные аварии. Поэтому монтер всегда обязан еще при монтаже машины точно определить правильное положение регулирующего вентилля.

До первого пуска компрессора следует также очищать от грязи его станину и все части приводного механизма, подтянуть болты подшипников и обязательно повернуть маховик несколько раз от руки. Все смазочные приспособления должны быть наполнены соответствующими смазочными материалами, все вен-

тили должны быть открыты, и тогда только можно пускать машину медленно в ход, чтобы испытать ее на давление.

После закрытия всасывающего запорного вентиля и открытия нагнетательного запорного вентиля, а также регулирующего вентиля, закрывают оба наполнительных крана и освобождают скрепления у компрессора, у крышки цилиндра и вентиля всасывающего манометра и пускают машину медленно в ход. При таких условиях она всасывает только воздух и нагнетает его в конденсатор, в испаритель и во все трубопроводы, а нагнетательный манометр показывает общее во всех частях трубопровода давление. При достижении давления около 25 атмосфер останавливают машину, чтобы проверить установку на плотность. Для этого существует простой испытанный способ, состоящий в том, что посредством волосяной кисти смачивают фланцы и все соединения компрессора мыльной водой. Если где-либо есть пропуск сжатого воздуха, то даже у малейшего отверстия образуются мыльные пузыри. На таких местах производят уплотнение, подтягивание или возобновление набивки.

Далее машину останавливают и оставляют на несколько часов под давлением в 25 атмосфер; если установка собрана совершенно плотно, то стрелка манометра медленно падает не более чем на $\frac{1}{2}$ атм. Затем удаляют всосанный воздух, для чего открывают всасывающий запорный вентиль и кран на регулирующем вентиле. Когда стрелка манометра опускается до 0 и весь воздух выходит из системы, тогда восстанавливают снятые скрепления и приступают к наполнению машины холодильным веществом.

При наполнении машины запорные вентили, как всасывающий, так и нагнетательный, должны быть от-

крыты, регулирующий вентиль, наполнительный и спускной клапаны — закрыты. Манометровые краны открывают немного во избежание слишком сильного вздрагивания стрелок. Кран для удаления воздуха должен быть закрыт. Затем ставят баллон с холодильным веществом в наклонное положение, шейкою с выпускным вентиляем вниз, и присоединяют его к наполнительному клапану. Потом немного открывают выпускной вентиль баллона и проверяют плотность присоединения его к наполнительному клапану. Лишь тогда медленно открывают клапан последнего и наблюдают за постепенным передвижением стрелки всасывающего манометра. Как только стрелка останавливается, пускают машину в ход при малооткрытом вентиле, а предварительно открывают кран для притока охлаждающей воды к конденсатору. Работа машины продолжается, пока стрелка манометра не покажет давления, указанного в вышеприведенной таблице, что и служит признаком достаточного наполнения машины. Нормальный расход холодильного вещества (первое наполнение) на каждые 1000 калорий производительности машины составляет 3—5 кг NH_3 , смотря по величине машины и длине системы трубопроводов.

Покрывание инеем наполнительного трубопровода уже во время наполнения служит признаком того, что или цилиндр засорен, или же баллон пустой. При отсутствии этого признака закрывают по окончании наполнения выпускной вентиль баллона и, когда наполнительный трубопровод весь покрывается инеем, закрывают также клапан последнего. (Образование инея на цилиндре указывает на то, что находившееся в нем холодильное вещество уже всосано.)

Когда при правильном положении стрелки манометра машина работает некоторое время нормально, то

можно считать, что полная производительность ее достигнута и установка достаточно наполнена холодильным веществом. Тогда убирают баллон и наполнительную трубку и наглухо завинчивают впускной вентиль.

11. ОЧИСТКА ЗМЕЕВИКОВ.

Продувку змеевиков конденсатора паром следует производить вообще только в необходимых случаях и лишь паром высокого давления, или перегретым паром, или же сжатым воздухом. При этом сжатый воздух заслуживает предпочтения, и пользоваться им возможно при помощи самого компрессора следующим простым способом: снимают всасывающую трубу у компрессора и нижний коллектор самих змеевиков, а концы труб заделывают наглухо за исключением одного, который снабжается краном соответствующего диаметра. Затем пускают компрессор в ход, пока не будет достигнуто желательное давление в 10—15 атм.; при этом в наглухо закрытых трубах накапливается воздух. Когда открывают кран, то труба, к которой он прикреплен, основательно продувается выходящим под давлением воздухом. Затем кран прикрепляют к следующей трубе и продолжают применять этот способ, пока все трубы не будут очищены (продуты).

Испаритель. Продувание испарителя производится таким же образом, только при этом переставляются временно клапаны компрессора, ¹ что не вызывает затруднений, особенно у машин Линде.

12. СВОЙСТВА ГЛАВНЕЙШИХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ.

а) Аммиак (безводный):

Удельный вес — 0,762.

¹ Всасывающие на место нагнетательных и обратно. *Ред.*

Допустимые загрязнения: максимум — 0,1%.

Наполнение машины при охлаждении рассольными трубами — около 2-3 кг на 1000 кал./час.

Наполнение машины при охлаждении непосредственным испарением — около 3 — 5 кг на 1000 кал./час.

Стоимость за кг 3 р. 50 к.

б) Углекислота (безводная):

Удельный вес — 0,95.

Наполнение машины при охлаждении рассольными трубами — около 6-7 кг на 1000 кал./час.

Наполнение машины при охлаждении непосредственным испарением — около 7-8 кг на 1000 кал./час.

Стоимость за кг 35 к.

в) Сернистая кислота (безводная):

Удельный вес — 1,35.

Наполнение машины при охлаждении рассольными трубами — около 4-5 кг на 1000 кал./час.

Наполнение машины при охлаждении непосредственным испарением — около 5-6 кг на 1000 кал./час.

(В СССР SO₂ в продаже не имеется. *Ред.*)

13. РАССОЛ В ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ.

Как известно, концентрация рассола в холодильных установках всегда должна быть настолько высока, чтобы рассол не замерзал при наименьших температурах, при которых работает установка. При недостатке соли в рассоле на змеевиках испарителя образуется слой льда, который препятствует обмену холода между испаряющимся холодильным веществом и рассолом.

На пивоваренных заводах, где холодильные уста-

новки обычно работают с рассолом с температурой -5°C , а испарение холодильного вещества происходит при -10 до 12°C , в общем допустима такая концентрация рассола, чтобы последний еще не замерзал при -10 до 12°C .

Однако, часто бывают случаи, особенно в машинах, мощность которых фактически значительно больше, чем требуется в данном производстве, что температура рассола, благодаря неосмотрительности машиниста, значительно понижается. В таких случаях, когда рассол у испарителя имеет часто температуру -10°C , требуется иметь концентрацию рассола, при которой выделение льда на змеевиках испарителя не происходит и при -15 до 17°C . При применении различных видов рассола обычно придерживаются следующей концентрации:

Вид рассола	Содержание соли в ‰ по весу рассола	Точка замерзания в $^{\circ}\text{C}$
Поваренная соль (NaCl)	20 — 25	$-13,5$ до $-16,7$
Хлористый кальций (CaCl_2)	20	$-14,5$
" магний (MgCl_2)	15 — 18	$-13,2$ до $-18,3$

Как видно из этой таблицы, раствор хлористого магния более слабой концентрации замерзает при таких же температурах, как растворы поваренной соли и хлористого кальция значительно большей концентрации. При применении магния возможно понизить точку замерзания до $-33,6^{\circ}\text{C}$ при содержании 25,9 весовых частей соли на 100 частей воды.

Так как в большинстве производств требуется полу-

чение температуры не ниже -17° Ц, то обычно является достаточным раствор поваренной соли, который и применяется чаще всего на пивоваренных заводах. С другой стороны в практике часто наблюдались случаи замерзания рассола значительной концентрации. Это явление происходит в силу того закона, что если концентрация рассола превышает известный предел, то точка замерзания раствора снова повышается.

В таком случае соль выделяется из раствора, и концентрация его уменьшается.

Самая низкая точка замерзания соответствует совершенно определенному составу рассола. Эта точка называется криогидратной.

Определенной концентрации рассола соответствует определенная точка замерзания, при достижении которой из более бедных растворов начинается выделение преимущественно ледяных кристаллов. Концентрация рассола увеличивается, и температура его замораживания понижается при постоянном выделении ледяных кристаллов до криогидратной точки данного рассола. Только тогда замерзает весь рассол в виде сплошной массы. На практике этот процесс происходит обычно таким образом, что выделяющиеся ледяные кристаллы осаждаются на змеевиках испарителя сплошной, все возрастающей коркой, заметно препятствующей прохождению холода и трудно оттаиваемой.

Если рассол имеет большую концентрацию, чем соответствующая криогидратной точке, то наблюдается другое явление. Можно было бы предполагать, что в таком случае наименьшая температура, соответствующая этой точке, достигается беспрепятственно. Однако в действительности это не так. Как сообщает Альтенкирх, на заводе прозрачного льда в Шарлоттенбурге, работающем с рассолом из хлористого магния при тем-

пературе — 25° Ц, наблюдалось постоянное необъяснимое уменьшение холодопроизводительности. Рассол имел крепость в 29 градусов по Боме при комнатной температуре, что нужно считать совершенно достаточным, так как при крепости рассола в 20° по Боме точка замерзания лежит уже при $-26,3^{\circ}$ Ц. Тем не менее температура не спускалась ниже -19° Ц, в то время как раньше легко держалась температура -25° Ц. При обследовании обнаружилось, что на змеевиках испарителя образовался слой из льда и соли.

После удаления этого слоя началось снова его образование, которое прекратилось только тогда, когда прибавили к рассолу воду для уменьшения концентрации. Одновременно была достигнута опять более низкая температура рассола. Это явление объясняется тем, что раствор хлористого магния крепостью в 22,5 по Боме (что соответствует 25,9 весовым частям соли на 100 частей воды, или 20,6 частям соли на 100 частей рассола) имеет свою криогидратную точку. При более сильной концентрации рассола выделение соли начинается при более высоких температурах, концентрация уменьшается и точка замерзания опять понижается. Отложение соли на змеевиках испарителя препятствует обмену тепла так же, как и ледяная корочка. При этом отложение соли продолжается до достижения криогидратной точки, когда рассол замерзает в сплошную массу.

Имеющиеся в литературе таблицы о составах рассолов и соответствующих им точках замерзания недостаточно ясны и отчасти даже не совсем правильны. Поэтому Альтенкирх составил новую таблицу для рассола из хлористого магния, которая нами приведена рядом.

В последнее время в Германии готовится

ТАБЛИЦА 2.

Раствор хлористого магния ($MgCl_2$) при $15^\circ C$ (по Альтенкирху).

°Боме	Уд. вес	Содерж. соли в % в растворе	Содерж. соли в 100 ч. воды	Точка замерзания $^\circ C$	Уд. теплота	Тепло-содержание 1 литра
0	0,999	0,0	0,0	0,0	1,000	0,999
1	1,006	0,9	0,9	— 0,4	0,986	0,992
2	1,013	1,7	1,7	— 0,9	0,972	0,985
3	1,020	2,6	2,7	— 1,4	0,959	0,978
4	1,028	3,5	3,6	— 2,0	0,946	0,970
5	1,035	4,4	4,6	— 2,6	0,933	0,966
6	1,042	5,2	5,5	— 3,3	0,921	0,960
7	1,050	6,1	6,5	— 4,0	0,909	0,954
8	1,058	7,0	7,8	— 4,8	0,897	0,948
9	1,066	7,8	8,5	— 5,6	0,885	0,943
10	1,074	8,7	9,5	— 6,5	0,873	0,937
11	1,082	9,6	10,6	— 7,5	0,861	0,932
12	1,090	10,7	11,7	— 8,7	0,849	0,925
13	1,098	11,4	12,9	— 10,0	0,839	0,920
14	1,106	12,3	14,0	— 11,6	0,827	0,915
15	1,115	13,2	15,2	— 13,4	0,817	0,911
16	1,124	14,1	16,4	— 15,5	0,805	0,905
17	1,133	15,1	17,8	— 17,9	0,793	0,898
18	1,142	16,1	19,2	— 20,3	0,783	0,894
19	1,151	17,1	20,6	— 23,3	0,771	0,888
20	1,160	18,1	22,1	— 26,3	0,760	0,882
21	1,169	19,1	23,6	— 29,2	0,749	0,874
22	1,179	20,1	25,2	— 32,2	0,737	0,868
22,5*	1,184	20,6	25,9	— 33,6	0,732	0,866
23	1,189	21,1	26,7	— 32,4	0,728	0,863
24	1,199	22,1	28,4	— 30,0	0,715	0,857
25	1,209	23,1	30,0	— 27,7	0,705	0,852
26	1,219	24,1	31,8	— 25,4	0,695	0,847
27	1,229	25,1	33,6	— 23,2	0,685	0,842
28	1,240	26,2	35,5	— 20,9	0,675	0,837
29	1,250	27,2	37,4	— 19,0	0,666	0,832
30	1,261	28,3	39,5	— 17,4	0,656	0,827
31	1,273	29,4	41,6	— 16,6	0,646	0,822
32	1,284	30,4	43,7	— 16,4	0,638	0,818
33	1,295	31,5	46,0	— 16,7	0,629	0,814
34	1,307	32,7	48,6	— 17,9	0,620	0,810
35	1,319	33,9	51,3	— 9,6	0,610	0,805
35,6	1,327	34,6	52,9	0,0	0,605	0,803

рассол под названием рейнгартин, который не имеет недостатков обычных рассолов. Рейнгартин не разъедает трубы и допускает охлаждение рассола до 48°C ниже 0. Химические составные части этого рассола не испаряются, и он не требует прибавления какой-либо кристаллической соли, как это периодически необходимо делать в обычных рассолах для увеличения их концентрации.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.

НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ НЕПРАВИЛЬНОСТИ В РАБОТЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.

Наблюдаемые в практике расстройства работы холодильных установок вызываются главным образом следующими причинами: неправильностями конструкции и монтажа, естественным износом важных частей, перегрузкой, неправильным обслуживанием, плохим уходом.

Совершенно невозможно предвидеть все отдельные случаи, которые могут иметь место на практике, так как они зависят от особых условий работы каждой отдельной установки.

Однако точная проверка отдельных частей установки и регулярно производимые обследования ее специалистами дают всегда возможность своевременно обнаруживать и устранять недочеты и таким образом избегать более серьезных повреждений. Обследования установки производятся лучше всего два раза в год, летом во время усиленной ее работы и зимою при разобранном компрессоре и вынутых из аппаратов змеевиках.

Достаточно бывает совершенно ничтожных причин,

обнаружение которых, однако, не легко, чтобы вызвать полную остановку работы.

Засорение подшипников может легко вызвать нарушение работы; при неплотных крышках подшипников масло загрязняется от пыли и других посторонних веществ. В таких случаях масло следует удалить, прочистить масленку, а вкладыши промыть керосином.

Очень целесообразно прочистить смазочные желобки, в случае надобности, зубилом, или только протирать их пемзой.

Недопустимое нагревание подшипников. Как только замечается чрезмерное нагревание подшипников, следует немедленно выяснить причины такого ненормального явления.

В первую очередь необходимо проверить смазывание. Большинство современных холодильных машин снабжено подшипниками с кольцевой смазкой; кольца имеют диаметр в $1\frac{1}{2}$ раза больший, чем диаметр вала, на котором они сидят, и приводятся в движение вращением вала. Нижняя часть колец погружается в сосуд со смазочным маслом и при вращении колец масло поднимается вместе с ними, распространяется по валу и подшипнику и капает обратно. Все причины, препятствующие этой циркуляции масла, ухудшают смазку, могут вызвать чрезмерное нагревание подшипников и даже неправильное изнашивание их.

Смазочное кольцо не вращается. В таком случае следует проверить правильность положения кольца на валу и не мешает ли вращению какой-либо посторонний предмет. Если кольцо вращается только временно, то следует предполагать какой-либо дефект и такое кольцо нужно заменить новым.

Слишком медленное вращение смазочного кольца указывает на скверное или слишком густое масло, ока-

зывающее движению кольца слишком большое сопротивление; такое масло следует заменить более жидким.

Если масленка слишком быстро опорожняется, то причиной может быть ее неплотность или то, что масло выбрызгивается благодаря слишком быстрому движению колец, или же, при слишком сильной вентиляции, масло высасывается; в таких случаях сначала прочищают подшипник. Если масло просачивается через неплотный чугунный сосуд, то внутреннюю поверхность последнего покрывают суриком, в крайнем случае заливают баббитным сплавом. Если масло выступает из трубки указателя, то переменяют уплотнительную свинцовую пластинку и подтягивают болт, которым она прикрепляется. Часто масло захватывается кольцами и отбрасывается к крышке подшипника.

Шум или стук в машине. Если каждый раз до пуска в ход машины осматривать все те части, которые могут расшатываться, то легко своевременно обнаружить всякие недочеты, и возможность нарушения правильной работы установки сводится до минимума.

Бывает что причиной стука во время работы машины является расшатанная цапфа кривошипа. Часто нельзя сразу обнаружить, где происходит стук: в крейцкопфе или в цапфе кривошипа или в коренном подшипнике. В таком случае останавливают немедленно машину и подвергают эти части тщательному осмотру. Если бронзовые подшипники крейцкопфа разработались, то подкладывают сбоку или снизу тонкую промасленную бумагу.

Чрезмерное нагревание поршневого штока указывает на слишком сильное или неравномерное натягивание сальника. Если сальник после ослабления оказывается неплотным, то следует возобновить набивку. Как только поршневой шток начинает нагреваться, сле-

дует сейчас же перейти на работу с совершенно холодной нагнетательной трубой для его охлаждения, что достигается осторожным открыванием регулирующего вентиля.

Нагревание поршневого штока получается и при недостаточной смазке его. Если, наконец, поршневой шток остается постоянно слишком теплым, несмотря на правильное обращение с ним и достаточную смазку, то причиной может быть неправильная выверка цилиндра при монтаже. Для контроля может служить бронзовое кольцо нажимной гайки сальника, которое при любом положении поршня должно легко вращаться около поршневого штока.

Смена поршневого штока. При нормальной работе поршневой шток изнашивается таким образом, что поверхность его делается шероховатой, а середина его утончается. Достаточное уплотнение сальника делается невозможным и становится необходимой частая смена его набивки; в таком случае приходится сменить поршневой шток на новый или обточить старый.

До пуска машины снова в ход следует тщательно проверить равенство объема вредных пространств у концов цилиндра при перемене хода. Для этой цели вынимают нагнетательные клапаны и вставляют в цилиндр узкую полосу мягкого свинца, которая, при поворачивании маховика рукой, сдавливается поршнем до размера вредного пространства. Такое же исследование необходимо после каждой починки или перемены у крейцкопфа или поршневого штока.

Толчки в машине вызываются чаще всего неправильной работой внутренних частей компрессора, — неплотностью поршня или клапанов; при этом замечается кроме того уменьшение холодопроизводительности и необходимость большего закрывания регулирующего

вентиля (см. стр. 46). Подобные явления происходят и при поломке пружин, клапанов и их направляющих, а также ослаблении гайки поршневого штока.

В таких случаях необходима немедленная остановка и обследование машины, так как продолжение работы сопряжено с опасностью.

Неплотности в фланцах и в других местах можно обнаружить:

в NH_3 -машинах — 1) по запаху аммиака;
2) при помощи обследования установки помощью горячей серной нитки, при чем NH_3 обнаруживается в виде молочно-белого пара.

Мыльная вода в данном случае неприменима, так как аммиак поглощается водой. Если неплотности находятся под водой в конденсаторе или в испарителе, то течь аммиака проявляется при остановке мешалок или выключении охлаждающей воды в виде мелких поднимающихся пузырьков газа; осаждение извести в конденсаторе также указывает на течь NH_3 .

В SO_2 -машинах — 1) по острому запаху сернистого ангидрида;

2) по изменению цвета лакмусовой бумаги; пары SO_2 окрашивают лакмусовую бумагу в красный цвет;

3) при прибавлении иодного раствора к воде, содержащей SO_2 , вода остается бесцветной, при отсутствии SO_2 вода принимает желтоватую окраску.

В CO_2 -машинах — 1) по заметному шипению во время остановки машины;

2) при помощи смазывания фланцевых соединений и вообще подозрительных мест мыльным раствором; в местах, где есть утечка углекислоты, образуются мыльные пузыри;

3) появление крупных пузырей в охлаждающей конденсатор воде или в рассоле в рефрижераторе указы-

вают на неплотности змеевиков; однако это явление замечается только при остановке мешалок и выключении притока охлаждающей воды и рассола.

Неплотные клапаны компрессора. От неплотностей в клапанах уменьшается производительность машины. Неравномерное вздрагивание стрелок манометров во время работы машины указывает на неплотность в клапанах. Простой способ проверки плотности клапанов состоит в следующем: отсасывают все холодильное вещество из испарителя и нагнетают его в конденсатор; если при этом давление всасывающего манометра быстро падает и стрелка через 5 минут достигает установочного штифта, тогда клапаны и поршень находятся в полном порядке.

В новых машинах часто на седле клапанов отлагается окалина с внутренних стенок железных трубок, которая проходит через клапаны вместе с циркулирующим холодильным веществом.

Поэтому рекомендуется вынимать клапаны у новых машин через несколько месяцев и в случае надобности притирать их маслом и мелким наждаком или мелкой пемзой.

В случае невозможности отсосать все холодильное вещество из испарителя, или если на это требуется сравнительно много времени, и то и другое служит признаком неплотности клапанов или поршня.

Присутствие воздуха в системе. Воздух собирается на самом вершине конденсатора и выпускается наружу через специальный кран или через вентиль манометра.

Попадание воздуха в машину возможно в следующих случаях:

1. При отсасывании испарителя образуется вакуум и воздух проходит через набивку сальника или через неплотные фланцевые соединения.

2. При открывании машины или частей ее. Воздух в машине приводит к уменьшению холодопроизводительности и вместе с тем вызывает увеличение расхода энергии.

Присутствие воздуха в машине характеризуется чрезмерно высоким нагнетательным давлением, которое после остановки машины не падает в той мере, как это соответствует температуре охлаждающей воды (см. стр. 41 и 42).

Опораживание цилиндра компрессора производят при медленном ходе машины; закрывают запорный вентиль всасывающей стороны и после нескольких оборотов маховика останавливают машину, закрывая до этого нагнетательный запорный вентиль и открывая оба крана на нагнетательных патрубках. В аммиачных машинах опораживание компрессора производится проще: закрывают только цилиндр и сальник, отделяя их от трубопроводов, и выпускают аммиак через резиновый рукав, один конец которого соединен с краном в патрубке, а другой опущен в воду, которая поглощает весь аммиак. По окончании поглощения нужностерегаться попадания воды в цилиндр.

Слишком большой расход энергии вызывается разными причинами: присутствием воздуха в машине, переполнением ее холодным веществом, недостатком охлаждающей воды, что увеличивает давление в конденсаторе.

Слишком сильное дрожание стрелки манометра у конденсатора указывает на присутствие воздуха в машине, на вторичное открывание нагнетательного клапана компрессора, на засорение регулирующего вентиля, а также на переполнение машины холодильным веществом. В этом случае проверяют действующий манометр при помощи контрольного манометра; кроме

указанных причин наблюдаются еще другие, как горячая нагнетательная труба, слабое образование инея и затруднения при установке регулирующего вентиля. При отсутствии этих причин имеется недостаток в самом манометре.

Причины слишком значительного нагревания нагнетательной трубы бывают различные:

1. Слишком мало открытый регулирующий вентиль.
2. Недостаточное наполнение машины холодильным веществом.
3. Неплотные всасывающие вентили, на обеих сторонах цилиндра.
4. Слишком большое сопротивление во всасывающих вентиле и трубопроводе.
5. Слишком узкий или засоренный трубопровод для жидкости перед регулирующим вентилем.
6. Присутствие воздуха в машине.

Меры, которые необходимы для устранения этих недочетов, указаны были выше под соответствующими заглавиями.

Перепополнение машины холодильным веществом ненормально повышает давление в конденсаторе, так как в этом случае жидкость покрывает большую поверхность змеевиков, которая не может быть использована для процесса ожижения. Следует однако сперва установить, не вызывается ли повышенное давление в конденсаторе другими причинами, как присутствие воздуха в машине или загрязненность охлаждающей воды.

При большом излишке холодильного вещества легко возникают удары жидкости в компрессоре. В таких случаях следует немедленно остановить машину и удалить из системы лишнюю часть жидкости, пока работа не становится нормальной.

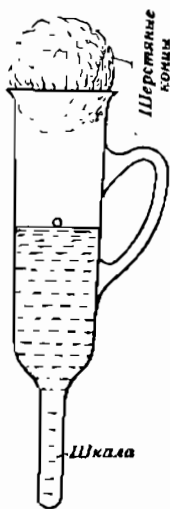
Недостаток холодильного вещества прежде всего вы-

зывает резкое уменьшение холодопроизводительности, а также значительно осложняет регулирование температур в компрессоре. Нагнетательная труба (патрубок) то нагревается, то опять остывает, несмотря на совершенно открытый нагнетательный клапан, при чем температура ее в общем очень высока.

Несмотря на правильную установку регулирующего клапана, давление в конденсаторе и в испарителе падает ниже нормального и разница между температурой использованной охлаждающей воды и температурой, которую показывает нагнетательный манометр (при нормальных условиях около 5°C), постепенно уменьшается.

Холодильные вещества, содержащие излишек воды. Применяемые на практике холодильные вещества часто содержат излишек воды, поэтому рекомендуется до наполнения машины делать анализ холодильного вещества, взятого непосредственно из баллона. При проверке агента во время работы установки пробу его берут из системы перед регулирующим клапаном; при этом для аммиака и сернистой кислоты применяют специальную пробирку (фиг. 33). Агентом наполняют пробирку до отверстия *O*.

В нижней узкой части пробирки остаются после испарения агента содержащиеся в нем загрязнения, количество которых не должно превышать $0,1—0,5\%$. (По инструкции акц. о-ва „Мясопродукт“ — $0,1$ до $0,2\%$ Ред.) Они обычно имеют желтоватую окраску и состоят из воды, алкоголя и т. д.



Фиг. 33. Сосуд для испытания NH_3 .

Углекислоту загрязняют обычно вода, воздух, окись углерода, смазочное масло и т. д.

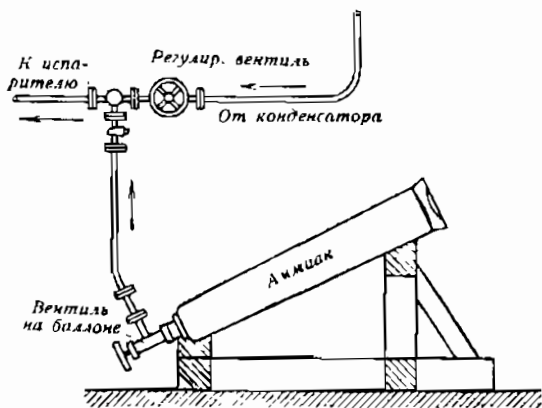
Для обнаружения воды в углекислоте погружают в поток последней лист белой фильтровальной бумаги, предварительно смоченной в растворе медного купороса и потом высушенной. При большом содержании воды в углекислоте фильтровальная бумага принимает голубоватую окраску. Вредное влияние небольшого количества воды в углекислоте можно парализовать влиянием через выпускной вентиль от $\frac{1}{8}$ до 1 литра, смотря по величине машины, смеси 1 части безводного этилового эфира и 2 частей глицерина. Если обнаруживается присутствие значительного количества воды, то необходимо произвести продувку системы и наполнить ее новой углекислотой.

Содержание воды в сернистой кислоте особенно вредно при более высоких температурах ($70 - 90^{\circ} \text{C}$). Поэтому необходимо обращать особое внимание на плотность всех частей, находящихся под водой.

Если при пуске углекислотной машины в ход рвется пластина предохранительного клапана, то причиной является закрытый залорный вентиль на магнететельной стороне машины, который забыли открыть. В таком случае немедленно закрывают всасывающий залпорный вентиль и останавливают компрессор, который может быть опять пущен в ход после вставки новой пластинки в предохранительный клапан.

Для добавления в систему холодильного вещества, баллон помещают в сильно наклонном положении на деревянную подставку шейкою с выпускным вентиляем вниз (фиг. 34). В таком положении оставляют баллон на некоторое время; тогда находящаяся в холодильном реагенте вода собирается в нижней части баллона у вентиля и может быть удалена до присоединения бал-

на к наполнительной трубке, после чего можно приступать к наполнению машины. Для этого закрывают регулирующий вентиль и убавляют ход машины до появления числа оборотов, затем только открывают впускной вентиль и, наконец, вентиль баллона. Вследствие имеющегося в баллоне давления и работы компрессора подогретое вещество переходит немедленно в рефри-



Фиг. 34. Добавление в систему NH_3 .

жидатор. При наполнении машины углекислотой этот процесс ускоряется при помощи обливания баллона холодной водой (с температурой $40-50^\circ \text{C}$)¹ после выключения давления в баллоне и в рефрижераторе и в открытом вентиле баллона, из которого одновременно компрессор высасывает углекислоту. При этом шланг с углекислотой лучше всего подвешивается в вертикальном положении на стене, вентилем вниз. Если требуется впустить в систему только часть сжатого баллона, то выпускной вентиль открывают только на очень короткое время.

¹ См. Правила безопасности, действующие в СССР, на стр. 114. *Ред.*

Если при наполнении всасывающий манометр больше не поднимается, тогда медленно нагнетают холодильное вещество при помощи компрессора в конденсатор и сжижают его посредством охлаждающей воды. Машину можно считать правильно наполненной, если разница между температурами жидкого холодильного вещества и поступающей охлаждающей водой составляет около $4-5^{\circ} \text{C}$; при этом всасывающий трубопровод должен равномерно покрываться инеем, а нагнетательная труба должна приобретать в аммиачных и углекислотных машинах температуру руки, у сернокислотных же она должна делаться горячей.

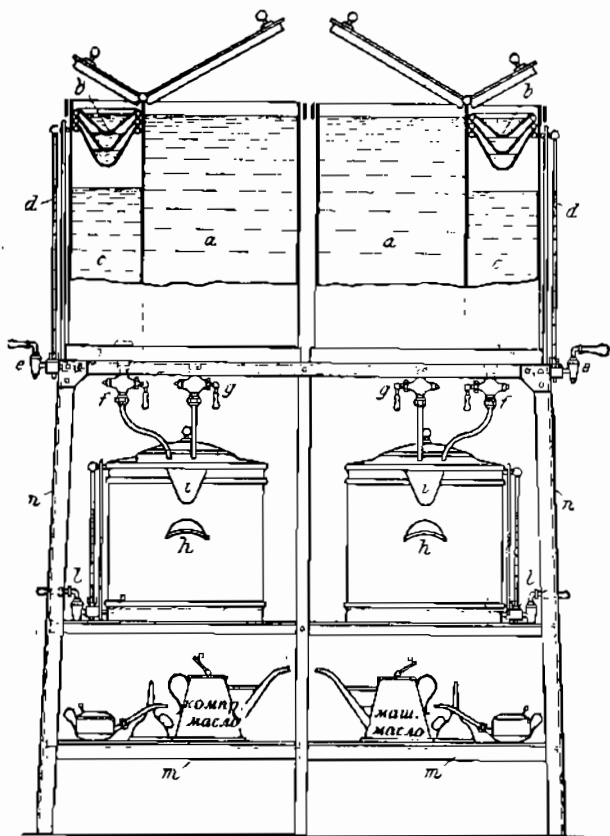
Отделение масла у аммиачных машин и глицерина у углекислотных машин производится при помощи особых приспособлений, устанавливаемых на нагнетательном трубопроводе. Уход за этими аппаратами должен быть тщательным, и они должны находиться под постоянным контролем. Масло и глицерин спускают время от времени из собирательного сосуда, их количества точно измеряют, сравнивают с количеством наполнения и записывают в журнале; тогда в любой момент возможно определить приблизительное количество масла или глицерина в машине. Излишек масла в машине вызывает повышение давления в конденсаторе. Отработанные масло и глицерин могут быть пущены в употребление лишь после фильтрования и смешивания со свежим маслом и глицерином.

Для этой цели существуют очистительные и фильтровальные аппараты разной конструкции.

На фиг. 35 изображен, например, такой аппарат фирмы Балдуин Вейссер сыновья в Базеле, получивший в Германии некоторое распространение.

Опорожнение конденсатора производится легко при наличии в установке двух конденсаторов; тогда, соединяя

нив один из них с испарителем, высасывают полностью холодильное вещество. Если имеется только один конденсатор, то останавливают компрессор и совер-



Фиг. 35. Фильтр для масла.

шенно открывают регулирующий вентиль; через полчаса большая часть холодильного вещества собирается в испарителе и тем скорее, чем ниже температура рассола. Затем запирают опорожненный конденсатор

и приступают к чистке его, поглощая предварительно остаток аммиака водой: углекислотные машины последнего не требуют, а у сернокислотных рекомендуется до открывания конденсатора продувать его некоторое время воздухом, если нужно, при помощи меха.

Причиной засорения и закупорки змеевиков может быть несвоевременно обновленная набивка, а также остатки олова для пайки и проч. от небрежного монтажа. Эти вещества особенно легко застревают в узких трубопроводах для жидкости и в змеевиках и могут вызвать серьезное нарушение работы. В аммиачных машинах неоднократное применение старого, недостаточно очищенного компрессорного масла также легко вызывает внутреннее засорение змеевиков. Сначала можно попытаться удалить засорение, пропуская через соответствующий змеевик полный поток холодильного вещества при закрытых остальных подводящих краях.

Когда этот способ оказывается безрезультатным, тогда приходится разбирать и чистить змеевик. Внутренняя чистка змеевиков и трубопроводов производится при помощи сильной струи пара, или сжатого воздуха, а высушивание их — сухим или горячим воздухом.

Внутренняя закупорка змеевиков конденсатора повышает давление в нем, так как происходит неполное использование змеевиков.

Слишком большое вредное пространство уменьшает холодопроизводительность машины. При смене поршневого штока следует обращать внимание на установку вредного пространства в соответствии с объемом цилиндра. Необходимые для этого меры были указаны раньше при описании смены поршневого штока.

Особыми признаками слишком большого вредного

пространства являются холодный нагнетательный патрубок и незначительное заиндевание патрубка всасывающей трубы со стороны слишком большого вредного пространства, при чем при закрывании нагнетательного клапана компрессора раздается громкий дрожащий стук.

От правильной установки регулирующего вентиля существенно зависит правильная работа и хорошая производительность машины. Регулирование производится таким образом, чтобы показания всасывающего манометра были всегда на $3-4^{\circ}$ Ц ниже температуры рассола или воздуха; при этом нагнетательная труба должна иметь температуру руки, примерно 35° Ц.

Чтобы поддерживать постоянную температуру (35° Ц) нагнетательной трубы следует, при понижении температуры в испарителе во время работы, постепенно прикрывать регулирующий вентиль.

Особое внимание при регулировании требуется во время опорожнения и нового наполнения ледяных форм.

В более новых машинах, приспособленных к работе с перегретыми парами, ручное регулирование заменено автоматическим, при котором машина всегда работает с наивысшим эффектом. Соответствующие приспособления могут быть устроены и у старых установок, от чего производительность машины увеличивается на 10% при очень незначительном повышении расхода энергии.

Ил на змеевиках конденсатора является следствием загрязнения охлаждающей воды. Илообразный налет задерживает обмен тепла между холодильным веществом и охлаждающей водой и вызывает высокое давление в конденсаторе. Поэтому рекомендуется периодически чистить змеевик щетками; как часто про-

изводить такую чистку — зависит от качества воды. Целесообразнее всего щетку прикрепить к шесту и чистку производить сверху вдоль змеевиков.

При недостаточно открытом регулирующем вентиле нагнетательная труба у компрессора сильно нагревается. Верными показателями такого состояния являются быстрое падение давления в рефрижераторе и повышение его в конденсаторе.

Слишком высокое давление в конденсаторе указывает: 1) на излишек холодильного вещества, 2) на недостаток или слишком высокую температуру охлаждающей воды, 3) на покрытие илом змеевиков конденсатора или 4) на присутствие воздуха в системе.

Для устранения этих недочетов следует сначала выяснить, не находится ли воздух в машине. Удаление его производится во время бездействия машины. Благодаря меньшему удельному весу воздуха по отношению к удельному весу холодильного вещества, воздух собирается в наивысшей части конденсатора, где обычно находится выпускной кран для удаления воздуха из системы. Этот кран открывают немного и выпускают воздух через резиновую трубку в воду. При выходе воздуха образуются пузыри, и при выходе холодильного вещества, кроме того, слышится треск и шум.

Слой ила на змеевиках указывает на сильно загрязненную охлаждающую воду. Илистый налет, задерживающий обмен тепла между холодильным веществом и охлаждающей водой, лучше всего удаляется при помощи щеток. При недостатке охлаждающей воды приходится устанавливать оросительный конденсатор.

При излишке холодильного вещества в системе, часть его всасывается компрессором не в газообразном, а в жидком виде. В таком случае следует уда-

лить часть холодильного вещества из машины (см. стр. 38).

Неплотность змеевиков конденсатора узнается по пузырям, поднимающимся в охлаждающей воде после закрытия притока ее. В таком случае необходимо немедленно опорожнить змеевики конденсатора; для этой цели уменьшают по возможности температуру в рефрижераторе (рассол или воздух), затем останавливают машину и совершенно открывают регулирующий вентиль. Затем удаляют охлаждающую воду и обливают змеевик горячей водой, вследствие чего холодильное вещество почти целиком переходит в рефрижератор. Таким же способом можно накачать холодильное вещество в пустые баллоны. После опорожнения конденсатора закрывают сперва регулирующий вентиль, а потом запорные вентили у рефрижератора и конденсатора.

Недостаток охлаждающей воды увеличивает давление в конденсаторе, а разница между температурами входящей и вытекающей воды возрастает выше нормы; одновременно увеличивается расход энергии у закрытых конденсаторов; не следует забывать, что должен быть периодически выпущен через специальный кран воздух, накапливающийся под крышкой.

При определении производительности машины в нормальных условиях принимается температура вступающей охлаждающей воды в $+10^{\circ}$ Ц. Если фактически эта температура выше $+10^{\circ}$ Ц, то следует соответственно увеличить количество воды.

На каждый градус повышения температуры охлаждающей воды при погружном конденсаторе расход воды и энергии увеличиваются на 4%.

Из таблицы 4 (в конце книги) видно, что давление сжатия должно всегда соответствовать определенной тем-

пературе вытекающей охлаждающей воды и что это давление уменьшается при более низкой температуре входящей охлаждающей воды.

Засорение грязевика. Грязевик служит для вылавливания находящихся в машине посторонних веществ, как окарины, олова, частей набивки и т. п., которые, попадая в цилиндр и клапаны, могут вызвать нарушение работы. Поэтому он устанавливается на всасывающем трубопроводе вблизи цилиндра. Цилиндрическая сетка легко вынимается для чистки. В первое время по пуске в ход новой установки рекомендуется через каждые две недели очищать сетку и продолжать эту работу до тех пор, пока находящееся в масленке компрессорное масло (или глицерин) не начнет стекать совершенно чистым. Однако до вынимания сетки следует закрыть запорный вентиль к рефрижератору и отсосать аммиак из трубопровода; затем только освобождают болты и осторожно поднимают крышку грязевика, в котором не должно быть больше давления.

При замерзании грязевика, вследствие содержания в холодильном веществе воды, поступают по указаниям на стр. 89.

Недостаточная холодопроизводительность машины может происходить по следующим причинам:

1. Недостаток холодильного вещества.
2. Неплотность или неисправность клапанов компрессора.
3. Неплотность поршня или слишком большое вредное пространство.
4. Замерзание всасывающего трубопровода или трубопровода для жидкости.
5. Недостаток охлаждающей воды.
6. Ил в конденсаторе и в рефрижераторе.
7. Слишком слабый рассол или слишком низкая тем-

температура его, вызывающая отложение льда на змеевиках испарителя.

В каждом из приведенных случаев поступают согласно указаний, данных под соответствующими заглавиями.

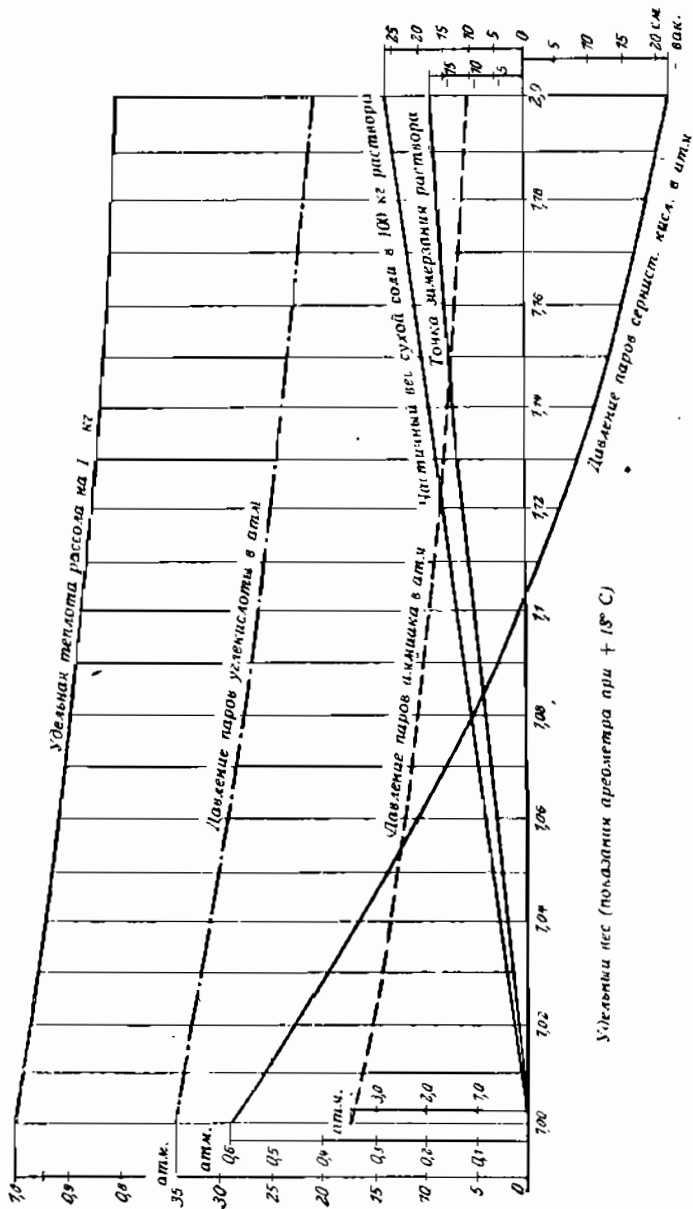
Змеевик испарителя может замерзать, если рассол недостаточно насыщен, так что температура замерзания его выше, чем температура, показанная манометром испарителя (фиг. 36 — 38). Отложение льда на змеевиках значительно уменьшает холодопроизводительность. Поэтому необходимо проверять при помощи ареометра крепость рассола, которая должна быть 20° по Боме (фиг. 39).

В крупных установках рекомендуется вмонтировать в главный трубопровод для рассола автоматически действующий ареометр Вейссера (фиг. 40). Уменьшение концентрации рассола чаще всего наблюдается в установках, имеющих ледогенератор. При переполнении ледяных форм, а также при неплотности самих форм, попадает иногда в рассол пресная вода. Неплотные формы легко обнаружить, так как в них вода, в которую попадает рассол, не замерзает полностью; такие формы должны быть убраны из генератора.

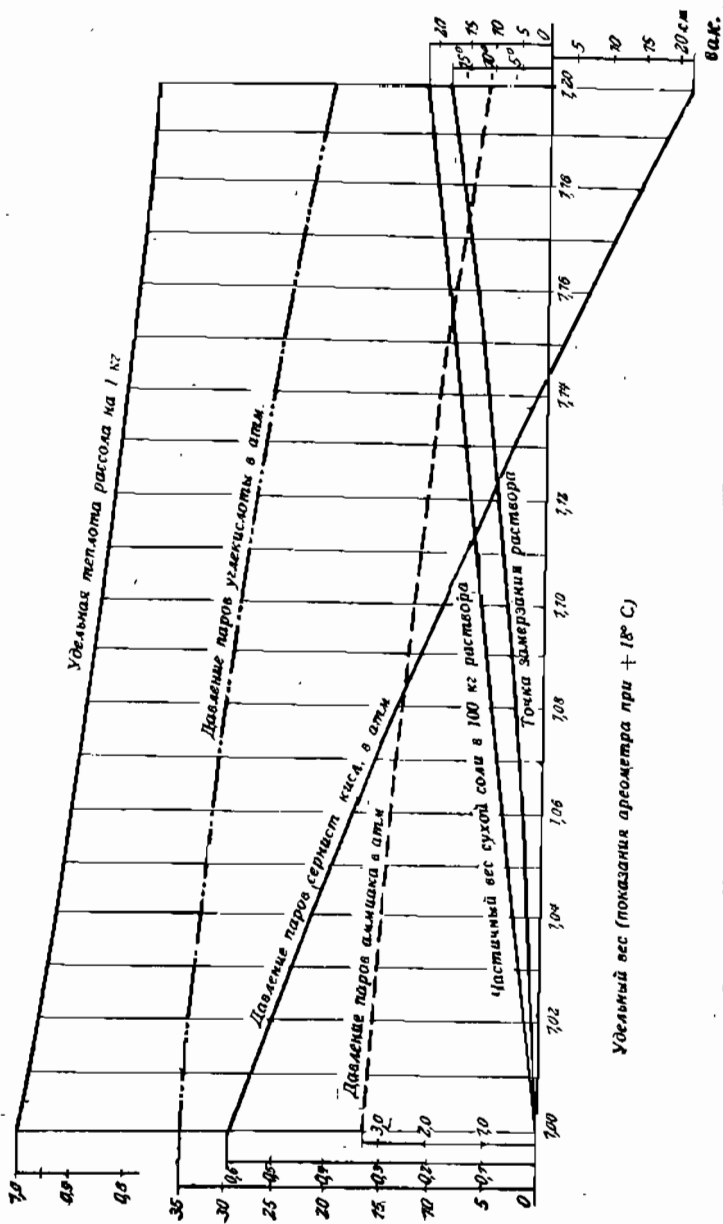
Для приготовления рассола рекомендуется хлористый магний, имеющий много преимуществ перед хлористым кальцием: он более чист и требует меньше затрат.

10-проценти.	раствор хлористого кальция	замерзает при	— $5,9^{\circ}$ C
0	"	"	"
0	"	"	" — $11,7^{\circ}$ C
0	"	"	" магния " — $11,0^{\circ}$ C
0	"	"	" " — $23,0^{\circ}$ C

Как видно из этих данных, при одинаковой точке замерзания оба раствора, т. е. хлористого кальция и хлористого магния, имеют разную концентрацию, а именно



Фиг. 36. Диаграмма свойств растворов NaCl (хлористого натра).



Фиг. 37. Диаграмма свойств растворов CaCl_2 (хлористого кальция).

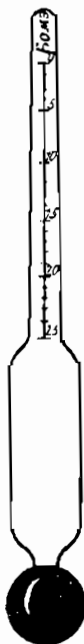
концентрация раствора хлористого магния равняется половине концентрации раствора хлористого кальция.

Если требуется опорожнить испаритель для чистки, что однако у углекислотных и сернистокислотных машин редко бывает, то эта операция производится простым отсасыванием холодильного вещества при закрытом регулирующем вентиле и обильной циркуляции охлаждающей воды для сжижения паров в конденсаторе. О внутренней чистке змеевиков см. стр. 94 и 95.

При слишком высоком давлении в испарителе нагнетательные трубы у компрессора на ощупь холодны. В таком случае следует побольше закрыть регулирующий вентиль, пока нагнетательные трубы не примут температуру руки.

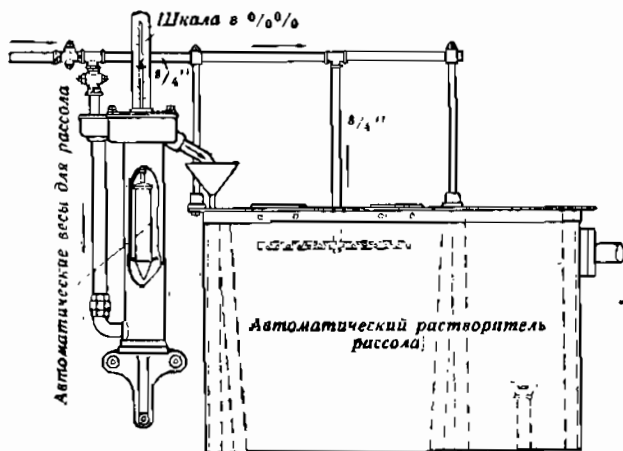
Неплотные ледяные формы. При производстве льда бывает случай, когда после продолжительного бездействия машины температура испарения поднимается выше точки замерзания и лед, образующийся в формах, отстает от стенок форм и выплывает вверх.

В таком случае не следует продолжать производство льда, пока не удален плавающий в формах лед, так как в противном случае он начинает замерзать у стенок форм и находящаяся на дне вода при расширении разрывает формы. Такие формы делаются неплотными и кроме того деформируются, что вызывает большие потери при оттаивании для опораживания форм. Неплотные формы следует немедленно удалять из генератора, так как они кроме того уменьшают концентрацию рассола (см. слабый рассол, стр. 99).



Фиг. 39.
Ареометр
по Боме.

Загрязненный рассол вызывает наружное загрязнение змеевиков испарителя, мешающее обмену тепла между холодильным веществом и рассолом; признаком являются слабая холодопроизводительность и низкое давление в испарителе. Причиной является чаще всего приготовление рассола, которое производится не всегда достаточно тщательно.

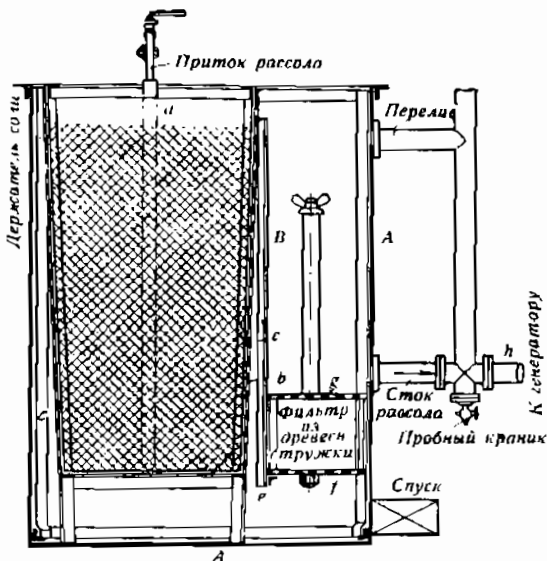


Фиг. 40. Реконцентратор рассола.

Растворение соли следует производить в специальном чистом сосуде; на практике пользуется большим успехом автоматически действующий прибор для растворения соли (насытитель, фиг. 41). Этот аппарат исполняется разных размеров; на фиг. 42 изображены его конструкция и способ действия, а также показана нормальная установка его.

При слишком слабом рассоле змеевики рефрижератора покрываются льдом, что уменьшает производительность установки. Поэтому время от времени следует проверять крепость рассола. Как видно из гра-

фик фиг. 36 — 38 точки замерзания различных растворов при одной и той же концентрации соответствуют разным температурам. Для морозильных установок следует применять для приготовления рассола исключительно хлористый магний.¹ Раствор хлористого натрия никогда не должен быть слабее 20° по Боде (стр. 100).



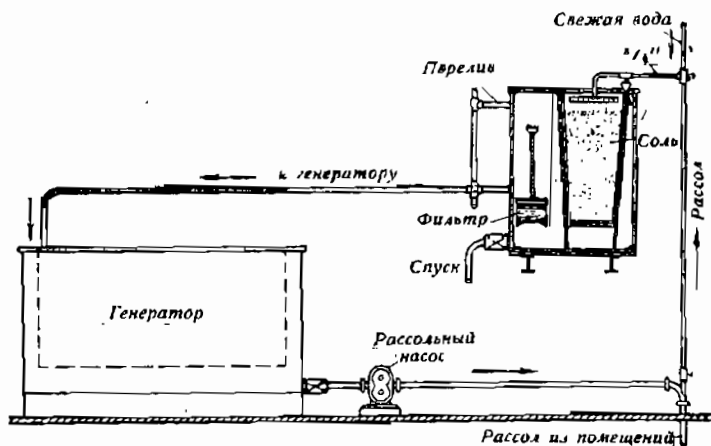
Фиг. 41. Сосуд для реконцентрации рассола.

Последствием замерзания всасывающих трубопроводов и трубопроводов для жидкости является сильное нагревание нагнетательной трубы, почти полное прекращение вдрагивания стрелки манометра у испарителя и отсутствие инея на этих частях трубопровода.

Если холодильное вещество содержит воду, весьма возможно замерзание трубопровода для жидкости около регулирующего вентиля и всасывающего трубопровода

¹ Применяйте однако с успехом и хлористый кальций. (Ред.)

у грязевика. Признаком в таком случае является полное отсасывание холодильного вещества из машины, несмотря на открытый регулирующий вентиль. Для устранения этого недочета быстро открывают полностью регулирующий вентиль, от чего усиливается высасывание из испарителя; если эта мера не дает результата, то следует остановить машину, произвести оттаивание трубопровода и продуть его паром или сжатым воздухом. Пока жидкий агент имеет температуру ниже 0,



Фиг. 42. Схема включения реконцентратора рассола.

для чистки следует применять только незамерзающую жидкость, как глицерин или компрессорное масло.

До продувания паром змеевиков испарителя следует удалить рассол. Если при этой манипуляции попадает в машину вода, последняя из аммиачных машин удаляется посредством ректификации: ректифицируют в течение нескольких часов, затем закрывают вращающийся кран¹ и выделяют из аммака посредством осторожного

¹ Это указание автором относится к уже не применяемой конструкции маслоотделителей Линде. (Ред.)

нагревания маслособирателя собирающуюся в нем воду, которую спускают; эта операция повторяется до тех пор, пока не прекращается выделение воды. Способ удаления воды из углекислотных машин описан на стр. 90.

Быстрое падение давления в рефрижераторе вызывается или недостатком холодильного вещества, или же внешним или внутренним загрязнением змеевиков (налет льда). Причиной этого может быть также присутствие воды, масла и т. п. в холодильном веществе (см. стр. 92) и недостаточно открытый регулирующий вентиль.

Иногда рассол в ледогенераторе сильно пенится, причем как будто без видимой причины. Это явление может быть вызвано качеством самого рассола, если для денатурирования соли применялся мыльный порошок; иногда, однако, рассол пенится оттого, что он при возвращении из охлаждаемых помещений втекает в ледогенератор выше уровня рассола, находящегося в последнем. Обследование генератора в этом направлении и устранение этого недочета легко дают положительный результат.

Особое внимание следует обращать на разъедание змеевиков рефрижератора в местах соприкосновения воздуха и рассола (на уровне последнего). Для борьбы с этим окрашивают соответственные места змеевиков, после основательной чистки и высушивания их, защитной краской („гиостат“, „сидеростен“, „наутон“ и т. д.).

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ.

1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ О СОДЕРЖАНИИ В ИСПРАВНОСТИ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И ОБ УХОДЕ ЗА НЕЙ.

Важное значение для эксплуатации имеет хорошее действие маслоочистительной и фильтровальной установки и полный набор ручных масленок.

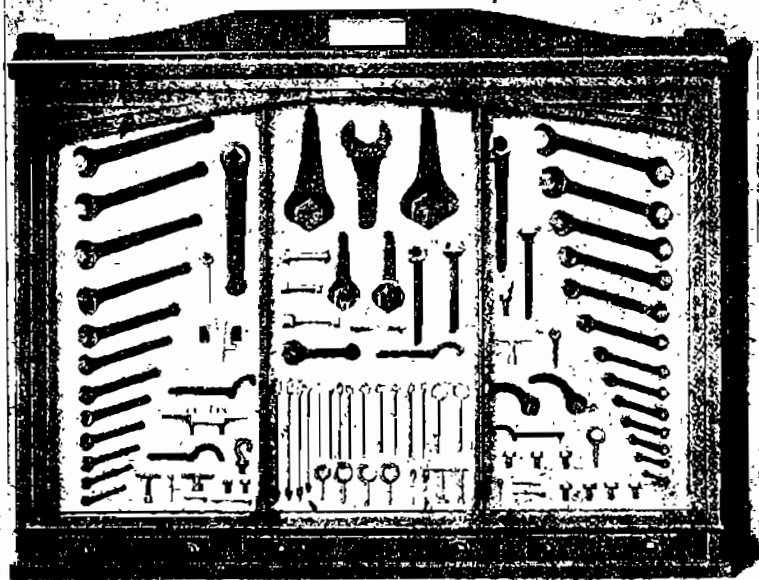
Только при наличии очистительного аппарата возможно достичь экономного расхода масла и вторично употреблять масло, спущенное из машины.

Такие аппараты строятся разной конструкции. Для крупных установок рекомендуется рефрижерационный фильтр; этот небольшой аппарат состоит из бака со змеевиком и монтируется в соединительном трубопроводе между трубопроводом для жидкости и всасывающим трубопроводом. При помощи охлаждения масла из него выделяются все твердые и смолистые вещества, и очищенное масло может быть снова безопасно применено для смазки компрессора.

Далее к оборудованию или инвентарю машинного помещения относятся: доска для набора ключей, специальные ящики для инструментов, набивки, уплотнительного материала и запасных частей, а также же-

лезный ящик для концов и др. обтирочных материалов как новых, так и бывших в употреблении.

На фигуре 43 показана доска для ключей из ксилолита, на которой нарисованы формы ключей; на задней стороне доски устроен платяной шкаф.



Фиг. 43. Доска для ключей и пр.

Независимо от содержания в исправности холодильной установки и правильного обращения с ней весьма целесообразно устраивать ежегодную основательную ревизию ее специалистом-инженером. Зимой удобнее производить внутренний осмотр машины и аппаратов, во время их бездействия, а летом испытание произво-

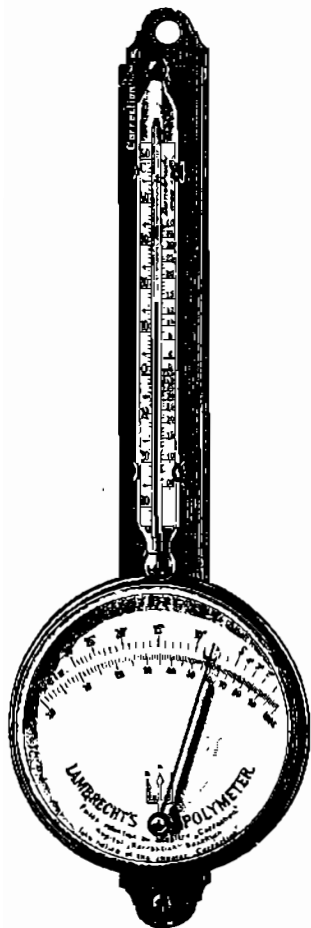
длительности, проверку манометров, исследование масла и холодильного вещества. Для контроля температуры и влажности воздуха помещений устанавливаются в соответствующих местах хорошие измерительные приборы, лучше всего телетермометры и гигрометры.

Употребительным прибором для определения влажности воздуха является полиметр Ламбрехта, изображенный на фиг. 44. Стрелка непосредственно показывает относительную влажность воздуха в процентах.

Очень употребителен изображенный на фиг. 45 угловой термометр для непосредственного отсчитывания температуры холодильной камеры извне.

Для измерения температуры жидкости термометр вставляется в патрубок, ввинченный в соответствующий трубопровод и наполненный ртутью, глицерином или компрессорным маслом (фиг. 46); при этом однако нужно остерегаться попадания талой воды в патрубок и замерзания термометра. Для измерения температуры рассола в открытых сосудах термометр вставляется в маленький сосуд, прикрепленный к шесту,

который вместе с термометром погружается в рассол, температура которого измеряется, и через некоторое



Фиг. 44. Полиметр Ламбрехта.

время вынимается для отсчета показаний термометра. При таком способе отсчет получается вполне точный, так как жидкость в сосуде на некоторое время сохраняет свою температуру и кроме того препятствует прикосновению воздуха к ртутному шарикку термометра (фиг. 47). При правильной эксплуатации установки, машинист обязан периодически записывать все отсчитанные температуры в журнале; тогда легко в любой момент получить полную картину действия машины, что особенно важно при работе в несколько смен, для каждого начинающего свое дежурство машиниста.

Для удобства следует в машинном помещении иметь постоянно под рукой не только точные правила работы, но и общую схему

всей уста-

н о в к и
(ф. 14—16).

При по-
явлении
внезапной
утечки ма-
шинист
должен
принять

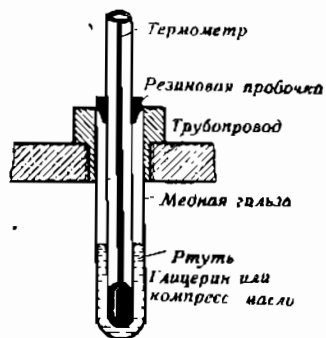
Фиг. 45. Угловой термометр для камер, воздухоохладителей и пр.

срочные меры для ее устранения; для этого дыхательный аппарат (маска) должен храниться вне машинного помещения. Хранить дыхательный аппарат в машинном помещении нельзя, так как опыт показал, что иногда при разрыве трубопровода, масло-сборателя и т. п. добраться до аппарата вовсе невозможно. Известные газовые маски А. О. Адера в Берлине имеют преимущество перед предохранитель-

ными шлемами, так как они не требуют подвода воздуха для дыхания. Эти маски снабжены специальными вставками (фильтрами) против паров аммиака и сернистой кислоты и с ними вход в машинное отделение для исправления аварии установки совершенно безопасен, даже при обильной утечке упомянутых холодильных веществ.

В крупных ледоделательных установках необходимо следить за исправностью устройства для передвижения

форм, которое легко покрывается льдом и тогда туго передвигается. Все ролики, поверхности скольжения и т. п. у ледогенераторов, тележек для форм и мешалок должны смазываться только компрессорным маслом или глицерином.



Фиг. 46. Термометр для измерений внутри труб и пр.

баллоны снабжаются наружной меткой. Во время транспорта и употребления, баллоны не должны подвергаться сильным сотрясениям и в особенности непосредственному влиянию солнечных лучей.

Остановка и приведение в порядок машины зимою. Зимою обычно работа холодильных установок сокращается, а на ледоделательных заводах и бойнях¹ совсем прерывается на несколько месяцев. Это время

¹ Речь повидимому идет не о промышленных бойнях, замораживающих мясо осенью и в первую половину зимы, а о коммунальных, лишь работающих круглый год и охлаждающих мясо.

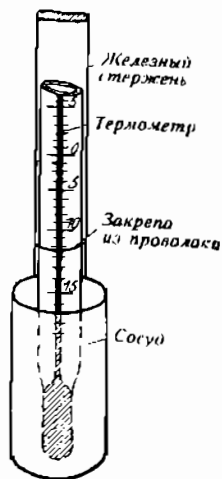
Ред.

используется для приведения в порядок установки. Закрывают все запорные вентили, опорожняют компрессор, вынимают клапаны для просмотра и притирки, готовят запасные части. Все изношенные части заменяют, если нужно, новыми, а запасные части пополняют починкой старых или же приобретением новых. Очищают снаружи и красят змеевики, проверяют насосы для рассола и охлаждающей воды, возобновляют поврежденную изоляцию трубопроводов, прочищают и красят воздухоохладители, ледяные формы, генератор и мостовой кран; одним словом устраняют все замеченные недостатки, могущие впоследствии вызывать серьезные нарушения работы установки.

Рациональный уход за приводными ремнями имеет для каждого предприятия большое значение, так как дает возможность избежать лишней траты денег и времени и других затруднений. Препараты для ухода за ремнями (смазки их) не должны содержать никаких вредных веществ, особенно кислот, — смолы и минеральных масел.

Этим требованиям в Германии полностью отвечают германские препараты Брейера — масло „климакс“ и „марс“. Эти препараты содержат только составные части, благоприятно действующий материал для ремня, и дают прекрасный результат, даже при очень слабо натянутых ремнях.

Хороший изоляционный материал для холодильных установок должен отвечать следующим требованиям:



Фиг. 47. Измерение температуры рассола, воды и пр.

1. Коэффициент теплопроводности материала должен быть мал.

2. Материал должен быть лучше всего водонепроницаем, а во всяком случае негигроскопичен.

3. Материал не должен иметь никакого запаха.

4. Материал должен быть гарантирован от повреждения червями и крысами.

5. Материал должен быть прочный и не подвергаться гниению.

6. Самым идеальным материалом был бы, конечно, огнеупорный; во всяком случае он должен противостоять сильному нагреванию.

7. Материал для изоляции изотермических вагонов, паровозов и барж-рефрижераторов должен кроме того обладать некоторой эластичностью и не должен легко ломаться.

2. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.

(Согласно обязательного постановления НКТ СССР от 23 октября 1924 г. за № 455/482.)

* Правила о мерах безопасности для холодильных устройств, действующие в СССР, охватывают не только непосредственно холодильные машины и аппараты, но и область обслуживания холодильного склада.

В целях полноты освещения вопроса, которому посвящена настоящая книжка, мы приводим в изложении те статьи Правил, которые относятся к программе книжки.

1. Наблюдение давлений. Для наблюдения давлений холодильные машины должны быть снабжены двумя манометрами: на конденсаторе и на испарителе, при

чем предельное давление должно быть обозначено на этих манометрах красной чертой.

Независимо от этого всякая установка должна быть снабжена предохранительными приспособлениями против чрезмерного повышения давления и взрыва, при чем:

а) для углекислотных машин требуется два предохранителя: один на 60 атмосфер, соединяющий нагнетательный трубопровод с всасывающим непосредственно у компрессора, т. е. до запорного вентиля; другой предохранитель должен быть на 120 атмосфер на нагнетательном трубопроводе, — выходящий в воздух;

б) для аммиачных машин, начиная от 15 000 калорий в час, требуется наличие только одного предохранительного клапана у цилиндра компрессора, соединяющего нагнетательную сторону системы с всасывающей, при чем этот клапан должен быть соединен с атмосферой вне машинного помещения, чтобы выходящий из него газ не попадал в машинное помещение.

Это требование Правила выдвигают для всех машин, в том числе действующих, которые таким образом должны быть соответственно переоборудованы; что касается новых установок, то в них кроме указанного обязательного предохранителя должен быть предусмотрен обратный запорный клапан; последнее требование, однако, относится только к машинам в 50 000 калорий в час и больше.

2. Трубопровод. В отношении трубопровода Правила требуют:

а) Наибольшей тщательности монтажа, обеспечивающей надлежащую плотность их и не допускающей протекания вредных газов в атмосферу рабочих помещений.

б) Для сернисто-ангидридных машин употреблять

медные трубы во избежание разъедания железных труб сернистой кислотой, образующейся в машинах этой системы из сернистого ангидрида и воды; для аммиачных же машин, наоборот, меди не употреблять вовсе.

в) Для отыскания неплотностей в трубопроводах применять в аммиачных машинах серный шнур, запрещая узнавать утечку по запаху.

3. Вентиляция. Наши Правила требуют во всех помещениях, где работают машины с вредными для здоровья газами, надлежащей вентиляции.

4. Запасный выход. От всех новых устройств требуется наличие двух выходов из машинного помещения, чтобы в случае прорыва газов был облегчен быстрый выход из машинного помещения.

5. Противогазовые шлемы и перчатки. Шлемы должны быть при всякой установке, притом в достаточном числе; при этом они должны употребляться не только в случаях внезапного прорыва газов, но и при всяких работах, связанных с выделением значительного количества газов, как например, при перебивке сальников, осмотре клапанов, цилиндра, компрессора и пр.

Далее, шлемы должны храниться в таком месте, чтобы быть легко доступными и чтобы резина в них не пересыхала от сухого и теплого воздуха.

Что касается резиновых перчаток, предохраняющих руки работающих от ожога, то таковые требуются для машинистов.

6. Баллоны с жидкими веществами должны по Правилам храниться в отдельных помещениях, защищенных от нагрева солнечными лучами, котлами, приборами отопления и пр.

7. Освещение помещений, где установлены аммиачные

машины и аппараты, должно производиться электричеством и ни в коем случае не керосиновыми лампами, газокалильными и дуговыми фонарями.

8. Связь машинного отделения с холодильными камерами по Правилам должна отсутствовать, чтобы в машинном отделении не пострадали рабочие, к машинному отделению не принадлежащие.

Это требование относится лишь к новым установкам, притом мощностью 30 000 калорий в час и выше.

9. Проба давлением. При пробе машины и трубопровода воздушным давлением разрешается в один прием повышать давление в системе не более чем на 4-5 атмосфер, при чем после каждого такого повышения давления необходимо останавливать компрессор, чтобы находящийся в системе сжатый воздух охладился.

10. Осмотр аммиачных машин запрещается производить с зажженной свечей и другим открытым огнем.

11. Нагревание баллонов во время наполнения системы запрещается производить как помощью обливания теплой водой, так и другими способами, т. е. допускается только отсасывание баллонов.

12. Отрывание системы. При всяком открывании частей трубопровода (вентили) или цилиндра, после того, что газ отсосан, следует предварительно слегка отпустить болты открываемых крышек, фланцев и пр., чтобы убедиться в отсутствии вредных газов в данном месте системы.

13. Чистота реагентов. Применяемые для холодильных установок реагенты (вещества), как-то NH_3 , CO_2 , SO_2 и т. д. должны быть свободными от всяких примесей. Для CO_2 -машин допускается прибавка камфарного масла, чтобы придать CO_2 запах и тем облегчить нахождение утечек ее.

14. Первая помощь. Для оказания первой помощи пострадавшим на установках должна быть аптечка и, кроме того, кто-либо из персонала должен быть обучен подаче первой помощи.

Содержание Правил СССР, приведенное нами, позволяет сделать вывод, что в соответствии с общим уровнем трудового законодательства СССР охрана труда работающих на холодильниках предъявляет более строгие требования и к владельцу установки и к работающему персоналу, чем это установлено заграничной практикой.*

ЧАСТЬ ПЯТАЯ.

ПРАВИЛА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАРОВОЙ МАШИНЫ.

Все относящиеся к данной машине инструменты, гаечные ключи и т. п. должны быть налицо и храниться на доске, чтобы в нужный момент иметь их под рукой.

Далее, следует иметь достаточный запас всех материалов, необходимых для обслуживания машины, как резиновые пластинки, асбест, пенька, сальниковая набивка, смазочное масло, разные винты, прокладки и т. д.

Для смазки парового цилиндра следует применять исключительно минеральное масло, выдерживающее высокие температуры. Сало или подсолнечное масло, как вообще все масла животного или растительного происхождения, для этой цели непригодны, так как они разлагаются и образующиеся кислоты разъедают железо.

Если в масленках у подшипников и т. п. применяются фитили, то они должны быть сделаны из шерсти и не слишком толсты, чтобы они не заполняли смазочное отверстие. Фитили прикрепляются при помощи проволоки в таком положении, чтобы концы их не прикасались к валу.

Примерно за четверть или полчаса до пуска машины в ход открывают медленно и немного паровой вентиль на котле для подогревания трубопровода и машины. Если цилиндр и промежуточный резервуар снабжены паровыми рубашками, то такие открывают соответственные клапаны.

Выпускные краны трубопроводов золотниковой коробки и цилиндров открывают для спуска обращающейся конденсационной воды. Воздушные краны рубашек цилиндров и конденсационных горшков оставляют открытыми, пока из них не выходит пар.

Разогревание машины следует производить с большой осторожностью, особенно после длительного перерыва работы или же в холодную погоду, так как при слишком быстром или недостаточном подогревании возможны поломки в машине.

Во время подогревания машины следует производить смазывание ее. Для этого, после тщательной проверки и приведения в порядок масленок, их наполняют смазкой. Если во время работы обнаруживается неправильное функционирование масленки или другого смазочного аппарата, что узнается по уменьшенному расходу масла, то они должны быть немедленно прочищены.

Новые набивки необходимо постепенно подтягивать, по мере нужды.

Непосредственно перед пуском в ход машины полностью открывается паровой вентиль на котле и дается предохраняющий гудок.

Для пуска машины в ход постепенно открывают запорный вентиль машины и приводят машину в медленное движение. В машинах с конденсацией одновременно открывают кран для впрыскивания у конденсатора.

Выпускные краны у трубопроводов, у цилиндров и

у конденсаторных горшков закрывают; если в цилиндре замечаются удары, то краны оставляют еще некоторое время открытыми.

Машинист должен помнить, что он не имеет права покинуть машину до наступления равномерного хода ее.

Если паровая машина с конденсацией работает совместно с другими двигателями, то следует строго следить за тем, чтобы она в начале работы не приводилась в движение указанными моторами до пуска в нее пара, так как при этом паровой цилиндр действует как насос и всасывает воду из конденсатора.

Во время работы машина и все происходящие в ней процессы должны находиться под постоянным наблюдением.

Особое внимание следует обращать на правильное функционирование смазочных приспособлений.

Далее нужно внимательно следить за подшипниками кривошипа, кресткопфа и маховика, а также за эксцентриками.

При нагревании подшипника нужно его ослабить и обильно смазывать. Если это средство не помогает, то рекомендуется прибавить к маслу немного серного цвета или мелкого графитного порошка.

При очень быстром нагревании подшипника необходимо остановить машину и просмотреть как подшипник, так и цапфу кривошипа.

Для смазывания подшипников, которые при сильной нагрузке машины или высоком напряжении пара слишком нагреваются, рекомендуется применять касторовое или горчичное масло.

Если в подшипнике наблюдаются стук (толчки или удары), то это является признаком изнашивания под-

шипника; в таком случае подшипник нужно осторожно подтянуть, или же пришабрить и снова пригнать его.

Набивка сальника должна быть всегда в хорошем, плотном состоянии; для ее изготовления можно употреблять самый лучший материал соответствующих размеров. Применение неподходящего, плохого, твердого материала может повлечь за собою образование борозд на поршневом штоке и порчу его. Сальники следует подтягивать медленно и очень равномерно. Слишком сильное сжатие набивки увеличивает трение в сальниках и вредно для поршневого штока.

Если поршень или золотник стучат, то следует усилить приток смазки и, если это не поможет, применить масло лучшего качества.

Если в цилиндре слышен хлопающий шум, то следует открыть выпускные краны для удаления воды.

При стуке или ударе поршневых колец также нужно усилить смазку и кроме того изношенные кольца заменить новыми.

При появлении внезапных сильных толчков и стуков в цилиндре необходимо остановить машину и открыть цилиндр, так как возможно ожидать, что поршневые кольца сломаны.

Если регулятор больше не вздрагивает свободно и регулярно, то нужно его очистить и хорошо смазать. Давление пара в котле должно быть по возможности постоянно.

Запорный паровой вентиль у цилиндра должен быть полностью открыт и при машинах с распределением Мейера и с дроссельным клапаном или заслонкой, машина регулируется установкой соответствующего наполнения. Если машина при минимально допустимом наполнении имеет все еще слишком быстрый или неравномерный ход, то рекомендуется уменьшить доступ

пара при помощи вентиля на котле, а не вентиля у цилиндра.

Если цилиндр снабжен паровой рубашкой, то последняя должна всегда быть наполнена паром, так как это благоприятно влияет на уменьшение расхода пара в машине.

Далее следует наблюдать за кранами для спуска конденсационной воды из трубопровода и цилиндра, из которых должна выходить только горячая вода, а не пар.

В машинах с конденсацией показания вакуумметра служат для контролирования работы конденсатора. Чем полнее вакуум, тем выше показания вакуумметра и тем экономнее расход пара в машине.

Падение вакуумметра указывает на ухудшение конденсации; причины этого следует выяснить и устранить.

Причинами могут быть:

- 1) слишком высокая температура воды,
- 2) засорение всасывающей сетки кипятильной трубки или сопла за инжекционным клапаном,
- 3) неплотность сальников,
- 4) плохое состояние клапанов или поршня,
- 5) неплотность соединения между воздушным насосом и паровым цилиндром.
- 6) полное закрытие трехходового крана,
- 7) неплотность поршня и распределительных органов парового цилиндра.

Не следует открывать инжекционный клапан больше, чем это необходимо для получения наибольшего вакуума без появления при этом ударов и толчков в конденсаторе.

Если вода вытекает из конденсатора с температурой выше нормальной, то это является признаком заку-

порки трубопровода, подводящего воду, или же неплотности парового цилиндра. При нагревании конденсатора следует его выключать, или же останавливать машину во избежание сгорания резиновых пластинок. Затем конденсатор охлаждают посредством обливания водой.

При выключении конденсатора и при пользовании трехходовым краном не следует допускать присутствия воды в трубе, отводящей отработанный пар наружу или в отопление.

Для остановки машины закрывают запорный вентиль у цилиндра. В машинах с конденсацией кроме того постепенно закрывают инжекционный клапан.

Затем закрывают запорный вентиль у котла и открывают все водоспускные краны машины.

Кривошип приводят в положение, нужное для пуска в ход машины.

Затем приступают к чистке машины; всякая чистка машины во время работы ее запрещается.

Если предполагается перерыв работы машины на более продолжительное время, то необходимо удалить набивку сальников и основательно смазать штоки, болты и особенно все блестящие части для предохранения их от ржавления.

Паровые цилиндры время от времени открывают и просматривают. Поршневые кольца должны быть подвижны, пружинить и плотно прилегать к стенкам цилиндра, в противном случае следует их привести в порядок.

При появлении шероховатости на поверхности поршня или цилиндра следует усилить смазывание, пока они не сделаются гладкими. Сильно изношенные поршневые кольца нужно заменять новыми и в первое время сильно их смазывать.

Далее, следует проверять плотность золотников и вентиляй и, если нужно, пришлифовать их. Расход пара зависит в первую очередь от плотности распределительных частей и поршней. Заслонки конденсатора также время от времени следует просматривать. Поврежденные и негодные заслонки должны быть удалены.

Зимой не следует допускать падения температуры машинного помещения ниже 0° , иначе возможно замерзание воды в трубах.

После каждого ремонта паровой машины, а также замены частей, как например вкладышей подшипников, набивки сальников и открывания цилиндров, органов парораспределения, рекомендуется до начала работы поворачивать маховик вручную несколько раз, чтобы убедиться, что нигде нет препятствий для движения.

Ремни и канаты смазывают время от времени подходящим специальным средством. Ремни предварительно очищают. Новые канаты должны быть до употребления основательно высушены. (См. стр. 145.)

ЧАСТЬ ШЕСТАЯ.

ПРАВИЛА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. ¹

В машинном помещении никогда не должно быть пыли; в нем не допускается производство слесарных и механических работ; инструменты, не требующиеся при обслуживании установки, не должны в нем храниться.

Динамомашинны.

По близости от динамомашинны не следует оставлять каких-либо железных предметов, которые могут быть притянуты магнетизмом динамомашинны во время работы и таким образом вызвать повреждения якоря. Также не допускается оставлять на аппаратах после употребления гаечные ключи, отвертки и тому подобные предметы, могущие быть причиной коротких замыканий и расстройств установки.

Чистку динамомашинны, а в особенности коммутаторов, следует производить холщевыми тряпками, а не паклей; рекомендуется время от времени сдувать пыль с обмотки якоря при помощи ручного меха.

¹ Всеобщей компании электричества в Берлине. См. Электротехнические Правила и нормы Гл. Э. У. ВСНХ СССР, 1929 г.

Машинист обязан каждый раз до пуска в ход тщательно осматривать все машины и устранять все найденные недочеты до начала работы.

Коммутатор должен быть всегда блестящим и гладким; если он со временем потеряет свою круглую форму, то нужно его немедленно отдать на обточку опытному токарю.

Более мелкие бороздки счищаются при помощи наждака, ни в коем случае не рукой, а посредством приспособленного для этого наждачного круга. Если машина не запущена, то обыкновенно бывает достаточно смазать коммутатор маслом и потом вытереть его досуха холщевой тряпкой. Шлифовки коммутатора наждаком следует по возможности избегать. Эта работа производится только при разомкнутой цепи, т. е. при холостом ходе машины.

В электродвигателях эта же операция производится до включения рабочей машины.

Щетки необходимо почаще промывать керосином для удаления медной пыли и масла.

Трущаяся поверхность щеток должна быть всегда прямой и правильно скошенной. При этом следует избегать прежде всего слишком большого скашивания; вообще обрезку щеток нужно производить только по шаблону. В плетеных щетках обрезают крайние концы при помощи ножниц. При применении угольных щеток следует строго придерживаться специальных правил обращения с ними.

Щетки должны прикасаться к коммутатору всегда всей скошенной поверхностью, а не только одним краем.

Для правильной и быстрой установки щеток окружность коммутатора разделена на части, соответственно числу полюсов машины; это деление нанесено керне-

ром на наружном кольце рядом с сегментами коммутатора. Если такого деления нет, то нужно наметить его кернером, но с большой осторожностью, чтобы не повредить коммутатор.

При установке щеток сперва устанавливают одну щетку таким образом, чтобы она прилегла к коммутатору всей скошенной поверхностью; затем поворачивают якорь по направлению тока, пока одно деление не совпадает с установленной щеткой, после чего устанавливают остальные щетки в соответствии со следующими делениями.

Если после нагрузки машины на щетках появляются искры, тогда вращают осторожно рычаг для установки щеток в том или ином направлении, пока образование искр не уменьшается; если появление искр таким образом не удается совершенно прекратить, то необходимо переставить самые щетки, слегка меняя их положение в обе стороны.

В машине с кольцевой смазкой масло возобновляют обычно один раз в месяц. Однако у новых машин в первое время работы возобновление масла следует производить чаще. Крышки смазочных отверстий нужно тщательно очищать. Если на подшипниках машины имеются капельные масленки, то необходимо до начала работы проверять наполнение их маслом и правильность функционирования. Рекомендуется вливать в каждое смазочное отверстие непосредственно по несколько капель масла.

Все коммутаторы следует ежедневно очищать от пыли.

Все контактные поверхности должны быть всегда блестящими; чистка их наждаком допускается только в виде исключения, обычно же ее производят тряпкой, смоченной бензином или керосином.

Необходимо время от времени осторожно подтягивать все винты, соединяющие голые токопроводящие части, а также все свинцовые штепселя.

Следует по возможности избегать чистки аппаратов во время работы.

Все манипуляции по включению, выключению и т. п. тока следует производить быстрым движением. Бесцельная „игра“ с соответствующими аппаратами запрещается.

В элементных коммутаторах контактные салазки не должны одновременно прикасаться к двум скользящим поверхностям, при правильном положении арретировочный штифт не разрешает передвижения скользящего контакта вперед или назад.

В пружинных аппаратах, особенно у автоматически действующих выключателей, необходимо почаще проверять исправное действие пружин.

Пуск динамомашин.

Если при пуске машины в ход якорь вращается правильно и обратное движение его невозможно, то можно прикладывать щетки до пуска.

Если в установке имеется только одна динамомашинка, то доводят ее при начале работы до правильного числа оборотов, при чем должно быть полностью включено сопротивление шунтового регулятора и выключены ответвления проводов дуговых ламп; затем включают рабочую машину и доводят динамо до необходимого рабочего напряжения посредством постепенного выключения сопротивления шунтового регулятора.

Если сначала довести динамомашину до рабочего напряжения и потом включить рабочую машину, то

возможно спадение или даже разрыв ремней, вследствие внезапной нагрузки, особенно если уже включено большое количество ламп.

Во время работы следует точно поддерживать необходимое напряжение, что достигается при помощи шунтового регулятора.

При параллельной работе нескольких динамомашин в одной установке сначала включают, как выше указано, одну машину, а потом, по мере надобности, и остальные; при этом доводят добавочные машины сначала до напряжения первой, при необходимом числе оборотов, устанавливая предварительно щетки, а затем уже включают рабочую машину.

Нагрузка двух параллельно работающих динамомашин одинаковой величины обычно должна быть одинаковая, а при различной величине машин нагрузку их распределяют пропорционально величине.

Если при параллельной работе ряда машин часто наблюдаются сильные колебания напряжения, то рекомендуется давать большинству машин постоянную нагрузку; тогда возможно менять нагрузку только одной или двух машин в соответствии с данным расходом тока и избегать в нужных случаях переустановки щеток у всех машин, а производить таковую только у одной или двух.

Если работает только одна машина и по окончании работы нужно остановить ее, то выключают сначала цепь тока для дуговых ламп, затем постепенно включают все сопротивление шунтового регулятора, пока сила тока не падает до нуля, и тогда только выключают главный рубильник. Если же требуется остановить одну из нескольких параллельно работающих динамомашин, по случаю уменьшения нагрузки, то нельзя просто включать сопротивление соответствующего шун-

тового регулятора и выключать машину. В таком случае включают сначала только небольшое сопротивление при помощи соответствующего регулятора и переводят постепенно нагрузку на одну из остальных машин, посредством постепенного выключения сопротивления у ее регулятора, и продолжают это попеременное включение и выключение до тех пор, пока сила тока останавливаемой машины не упадет до нуля, после чего ее выключают окончательно.

Таким же образом поступают при остановке остальных динамомашин до последней, которая останавливается, как выше было указано.

Пуск электродвигателей.

Сначала включают рубильник, а затем вращают поворотную ручку пускового реостата от „медленно“ до „нормально“, с короткими остановками на промежуточных полях, и таким образом мотор достигает лишь постепенно требуемой скорости движения.

Если пусковой и регулирующий реостаты не соединены в одном аппарате (что главным образом имеет место при применении жидкостных реостатов), то сначала устанавливают сопротивление шунта на „нормально“ и затем медленно замыкают цепь якоря при помощи пускового реостата.

Если производились какие-либо работы по приведению в порядок электромотора или его цепи, то необходимо до пуска в ход и после замыкания магнитной цепи проверять, имеется ли налицо достаточно сильный магнетизм, — что делается при помощи куска железа, который приближают к полюсам магнита. Только при положительном результате такой проверки допускается замыкание якорной цепи.

Рабочую машину включают только после достижения необходимой скорости движения мотора, если она не соединена с двигателем жестко или посредством зубчатой передачи.

В исключительных случаях, когда требуется необычное увеличение числа оборотов, вращают поворотную ручку пускового реостата дальше отметки „нормально“.

При остановке эти приемы следуют в обратном порядке, т. е. сначала передвигают ремень рабочей машины на холостой шкив, а затем вращают ручку реостата в обратном направлении до отказа, т. е. пока он больше не соприкасается с контактами. Это движение можно производить быстро. Затем только прерывают ток при помощи выключателя. При отдельных пусковом и регулирующем реостатах сначала включают первый, затем ослабляют магнитный ток при помощи регулирующего реостата и наконец окончательно прерывают ток при помощи выключателя.

При неожиданной остановке мотора (например при остановке центральной станции) необходимо ручку пускового реостата немедленно привести в нулевое положение.

Аккумуляторы.

При обращении с аккумуляторами нужно придерживаться особых правил.

При пуске в ход установок, работающих с аккумуляторами, сначала включают последние и приводят их при помощи элементного коммутатора до требуемого напряжения. Добавочное включение динамомашин производится как выше указано.

Если в установку добавочно включаются аккумуляторы, то напряжение у зажимов выравнивается при

помощи элементного коммутатора с напряжением машины (у двойного элементного коммутатора — при помощи разрядного рычага), а затем включают.

При зарядке батареи выключают по порядку уже заряженные элементы при помощи элементного коммутатора. Если в установке имеется двойной элементный коммутатор и во время зарядки батареи горят лампы, то при выключении заряженных элементов необходимо поддерживать постоянное напряжение в лампах при помощи разрядного рычага элементного коммутатора.

Дуговые лампы.

При переноске дуговых ламп последние следует брать только за прочные части.

До вставки новых углей дуговые лампы должны быть выключены и очищены. Для чистки угледержателей и направляющего приспособления рекомендуется применение мягкой кисти и смоченной бензином мягкой тряпки, но не пакли. При вставке новых углей до раздвижения угледержателей зубчатые рейки или цепи необходимо очищать, иначе пыль легко заносится в часовой механизм.

При раздвижении угледержателей не следует применять силу; при вытаскивании остатков угольных стержней нужно крепко держать угледержатели.

При вставке новых углей вставляют в верхний угледержатель уголь с фитилем, в нижний — однородный уголь, при чем необходимо обращать внимание на правильное расположение углей друг против друга. Длина угольных стержней должна быть рассчитана таким образом, чтобы возможно было раздвигать их концы не менее чем на 4 мм. После вставки угли приближают друг к другу, пока их концы не сойдутся.

При применении углей, бывших уже в употреблении, длина их в двух лампах, включенных в одну и ту же цепь, должна быть одинакова. Не рекомендуется употребление остатков углей короче 5 см.

Не следует допускать горения ламп с неверно вставленными углями, признаком чего служит то, что свет распространяется главным образом вверх и на нижнем угле образуется та выемка, которая при правильном горении должна образоваться на верхнем угле.

Подъем и спуск дуговых ламп следует производить медленно и только после их выключения.

Исправность подъемного приспособления и троссов необходимо проверять не реже 4 раз в год; найденные неисправности должны быть немедленно устранены.

Лампы накаливания.

При ввинчивании лампочек накаливания в патроны не следует применять силу; достаточно, если они слегка прилегают к контакту.

Выключение ламп посредством частичного их вывинчивания не допускается. Для этой цели служат патроны с выключателями, или специальные выключатели.

Лампы не нужно мыть водой, а только обтирать мягкой сухой тряпкой.

Непосредственное соприкосновение ламп с горючими веществами не допускается.

Замена лампочек накаливания более сильными допускается только в том случае, если провода рассчитаны на необходимое при этом усиление тока.

Замену патрона следует производить только при разомкнутой цепи.

Если лампа накаливания потухла, то нужно удостовериться, не вывинтилась ли она в патроне, или же не перегорела ли нить накала. Если этого не произошло, то проверяют, горят ли остальные лампы той же цепи. Если они также не зажигаются, то это указывает на расшатывание или перегорание предохранителя, или на то, что произошло какое-либо другое разъединение цепи. В таком случае следует сменить предохранитель на новый, подходящий для силы данного тока. Если перестает гореть более крупная группа ламп, то необходимо проверить главный предохранитель. Если свинцовый предохранитель скоро снова плавится, то можно предполагать, что в проводке или в каком-нибудь из выключателей или патроне имеется короткое замыкание. Тогда необходимо тщательно проверить все эти части для устранения неисправности.

Провода.

Не следует без надобности прикасаться к проводам, особенно металлическими предметами.

Вбивать гвозди поблизости от проводов следует только с большой осторожностью, так как при этом легко происходят повреждения изоляции, короткие замыкания и заземление.

При чистке потолка и стен следует оберегать провода от замачивания. Всю проводку рекомендуется проверять не реже 2 раз в месяц и немедленно устранять все замеченные недочеты.

В особенности необходимо исправлять отвинтившиеся штепселя, укрепление проводов, висящие провода и т. п.

При мелких починках, включении новой лампы и т. д. соединение проводов следует производить только

пайкой; при этом нельзя применять паяльной кислоты, а только паяльную жидкость, свободную от кислот, стеарин или канифоль. Места спайки следует тщательно изолировать.

Проверку проводки, в особенности изменения ее, следует поручать только опытным работникам.

ЧАСТЬ СЕДЬМАЯ.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СВЕТОВЫХ И СИЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. ¹

Установка.

Установка динамомашин и электродвигателей разрешается только в помещениях, в которых исключена возможность взрыва вследствие воспламенения газов, пыли или волокон.

При установке динамомашин и электромоторов необходимо исключать возможность каких-либо воспламенений вследствие появления искр в якоре или у коллектора.

Токопроводящие аппараты должны быть изолированы от воспламеняющихся предметов огнеупорным материалом.

В помещении для аккумуляторов допускается исключительно освещение лампочками накаливания, и во время зарядки в нем не должны находиться какие-либо горячие или накалинные предметы.

¹ Правила Союза германских частных страховых обществ. См. „Электротехнические Правила и нормы. Изд. Г. Э. У. ВСНХ СССР, 1929 г.

Провода.

В местах, в которых возможно повреждение проводов, последние должны быть защищены. Деревянные рейки для проводов должны быть пропитаны противогнилостным составом, и их применение допускается только в постоянно сухих помещениях.

Прокладка голых электрических проводов разрешается только вне зданий и в негорюемых помещениях, в которых не имеется воспламеняющихся предметов и где эти провода не подвержены повреждениям или случайному прикосновению, а также в машинных и аккумуляторных помещениях, доступных только обслуживающему персоналу. Во всех других помещениях допускается прокладка исключительно изолированных проводов.

Расстояние между голыми проводами для токов различного напряжения должно быть не меньше 2,5 см.

Провода, прикрепленные во всю свою длину изолирующими укреплениями, могут быть проведены так близко друг от друга, как это разрешают укрепления. Двойные провода допустимы, если они снабжены крепкой оболочкой.

Сращивание двух проводов допускается только посредством спайки, или помощью равноценного способа; у изолированных проводов места соединений должны быть не хуже изолированы, чем сами провода.

Соединения между проводами и аппаратами допускаются только посредством спайки или привинчивания.

На местах ответвлений необходимы опорные крепления для разгрузки проводов от растяжения.

Не допускается подвешивать какие-либо предметы

к проводам, во избежание чего необходимо иметь вешала на видном месте. Исключения допускаются у проводки для дуговых ламп.

Для проволоки и кабелей из меди допускается¹ при нижеуказанных площадях поперечного сечения следующая наивысшая сила тока:

до 5 мм ²	— 5 ампер на	1 мм ²
„ 10 „	— 4 „ „	1 „
„ 50 „	— 3 „ „	1 „
выше 50 „	— 2 „ „	1 „

Поперечное сечение в $\frac{3}{4}$ мм² является минимальным.

Предохранители.

Все проводки должны быть снабжены двухполюсными предохранителями. Предохранители должны прерывать ток, как только сила его превышает двойную норму.

На предохранителях должна быть отмечена сила тока, для которой они рассчитаны. Конструкция их должна быть по возможности такова, чтобы вставка неподходящих предохранителей была невозможна.

В каждом месте проводки, где поперечное сечение проводов уменьшается, необходимо включить предохранитель; если установка предохранителя непосредственно на месте ответвления невозможна, то поперечное сечение ответвляющегося провода до предохранителя должно быть не меньше поперечного сечения того провода, от которого начинается ответвление. Если и это оказывается невозможным, то в крайнем

¹ Эти данные ориентировочны. Более точные данные см. Электротехнические Правила и нормы. Г. Э. У. ВСНХ СССР. Изд. 1929 г., стр. 30 и 31.

случае допустимо меньшее сечение провода, но не меньше половины главного провода. Допускается общий предохранитель для группы лампочек, общая сила тока которых не превышает 5 ампер. Для двойных и гибких проводов требуется, однако, отдельный предохранитель для каждой проводки.

Аппараты.

Токопроводящие части всех включенных в проводку аппаратов должны быть покрыты огнеупорной оболочкой, предохраняющей их от прикосновения посторонних лиц и изолирующей их от горючих предметов.

В помещениях, в которых возможен взрыв, вследствие воспламенения газов, пыли или волокон, не допускается установка аппаратов, в которых может происходить нагревание или перерыв тока.

Все аппараты должны быть изолированы от земли по крайней мере так же тщательно, как провода в данном помещении. Фонарные столбы и кронштейны также по возможности должны быть изолированы от земли.

Конструкция аппаратов для перерыва тока должна быть такова, чтобы перерыв происходил быстро и автоматически и чтобы контакты выключателя могли принять только положение, при котором ток прерван.

Лампочки накаливания.

Применение лампочек накаливания в помещениях, в которых имеется возможность взрыва вследствие воспламенения газов, пыли или волокон, разрешается только в том случае, если лампочки снабжены плотно закрывающимися колпаками, захватывающими также патроны.

Лампочки накаливания, могущие соприкасаться с воспламеняющимися предметами, должны быть снабжены колпаками или проволочными сетками, препятствующими такому соприкосновению.

Дуговые лампы.

Применение дуговых ламп в помещениях, в которых существует возможность взрыва вследствие воспламенения газов, пыли или волокон, вовсе не разрешается.

Дуговые лампы должны быть снабжены колпаками и зольниками.

Испытания и проверка.

Новые установки до начала эксплуатации их должны подвергаться испытанию специалистами. Как правило необходимо проверять все установки не реже одного раза в год. Проверка должна главным образом установить, соответствует ли данная электрическая установка указанным в настоящей главе условиям.

ЧАСТЬ ВОСЬМАЯ

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПОРАЖЕННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ УДАРОМ.

Приемы приведения в чувство пораженных электрическим током те же, что общеизвестные приемы для приведения в чувство утопленников; они основываются на искусственном дыхании.

В таких случаях поступают следующим образом: ¹

1. Освобождают все стесняющие части одежды пострадавшего.

2. Пострадавшего кладут на спину и подкладывают ему под плечи сложенную в виде валика одежду. Валик должен быть настолько высок, чтобы голова могла перегнуться и свободно отвиснуть назад.

3. Открывают рот пострадавшего — если нужно, при-

¹ См. руководящие указания по оказанию первой помощи пострадавшим от электрического тока в Электротехнических правилах и нормах, изд. 1929 г., стр. 71. Наши Правила рекомендуют другой прием: потерпевшего кладут на пол, животом к низу, повернув ему голову в сторону, чтоб нос и рот не касались пола, руки вытянуть вперед, голову слегка приподнять, положив под нее что-либо. Подающий помощь становится на колени поверх потерпевшего, не опираясь на него, на высоте его бедер, лицом к голове потерпевшего и, следовательно, спиной к ногам его. Подающий помощь наклоняется вперед и тяжестью тела прижимает свои ладони к нижним ребрам потерпевшего в

бегаю к осторожному введению деревянного клина или др. предмета между зубов, — вытягивают язык при помощи платка и привязывают его через нижнюю губу посредством узкой полоски, оторванной от платка, которая завязывается в узел на затылке. В вывешенных в цехах правилах эта важная мера обычно пропущена; однако, она необходима, так как иначе вялый язык спадает назад, закрывает дыхательное горло и делает невозможным дыхание.

4. Затем становятся на колени за головой пострадавшего лицом к нему, захватывают обе руки ниже локтей и вытягивают их через его голову назад, так что они почти сойдутся. В этом положении вдыхания держат руки 2-3 секунды, затем поворачивают их обратно и сильно прижимают их, при помощи тяжести собственного тела, к боковым сторонам грудной клетки оглушенного. В этом положении выдыхания оставляют руки также 2-3 секунды. Затем опять поднимают руки, вытягивают их через голову и повторяют описанные движения регулярно и не торопясь около 15 раз в минуту.

Если попытка приведения в чувство производится двумя лицами, то каждый из них берет одну руку и оба делают вышеописанные движения одновременно по команде 1, 2, 3, 4.

течение 3 секунд, постепенно усиливая давление и затем наоборот быстро отнимает ладони от потерпевшего. Руки подающего помощь при надавливании должны быть вытянуты в упор, а не согнуты в локте. Эти нажатия должны повторяться, как и естественное дыхание, до 12 — 14 раз в минуту. Цель их — прижать живот к полу, поднять диафрагму и выдуть воздух из легких пострадавшего. Когда нажатие прекращается, легкие расправляются и всасывают наружный воздух. Искусственное дыхание необходимо продолжать до прибытия врача, при чем если дыхание у пострадавшего и появляется, эти приемы нужно продолжать, давая время от времени кислород.

Ред.

ЧАСТЬ ДЕВЯТАЯ.

НЕКОТОРЫЕ ИСПЫТАНИИ НА ПРАКТИКЕ ПРИЕМЫ И РЕЦЕПТЫ. ●

Пригорания конуса пробных кранов, кранов водомерных стекол и т. п. можно избежать, если смазывать конуса следующей мазью: растапливают смесь из 100 частей воска, 50 частей каучука и 200 частей сала и прибавляют к ней немного графитного порошка. Эту мазь следует до употребления слегка нагревать.

Просверливание закаленной стали возможно при помощи обыкновенного навертного сверла, который раскачивают докрасна, затем погружают конец его в ртуть и охлаждают его в воде, не отпуская сталь.

Наклеивание бумаги на окружность ременного шкива. Для усиления силы сцепления рабочая поверхность шкива делается шершавой при помощи рашпиля, затем 3 раза покрывают ее раствором из 1 части азотной кислоты и 4 частей воды, а затем моют ее кипятком. После этого слегка нагревают шкив и покрывают окружность его хорошим столярным клеем с примесью 1-2 ложек дубильной кислоты; таким же клеем покрывают полосу крепкой бумаги соответствующих

размеров, предварительно смоченной. При высыхании бумага сжестивается и крепко прилипает к окружающей шкива. Такая бумажная крышка держится 1—1½ лет.

Побелка оконных стекол, предохраняющая от промывания солнечных лучей. Белят стекла с внутренней стороны жидкой смесью тонко размолотого мела и молока таким тонким слоем, чтобы очертания соседних зданий остались еще видными. Такая побелка достаточно прочно пристает к стеклу и, по необходимости, легко смывается водой.

Предохраняющим средством от ржавчины является нанесение жидкой смеси из 50 частей воска и 1 части ланолина, которая до употребления растапливается, или разбавляется скипидаром.

Сохранение конопляных канатов. Сухой канат смазывают в растворе 100 граммов мыла в 1 литре воды и высушивают его на воздухе. Вместо раствора мыла в воде употребляют также раствор 150 граммов медного купороса в 1 литре воды, в котором мочат канат до 4 суток до покрытия его смолой.

Окрашивание подшипников для обнаруживания нагревания их. Двойная соль иодной ртути и иодноватой меди имеет красноватый цвет, который, однако, моментально чернеет, как только температура поднимается до 60—65°С. Благодаря такому свойству эта соль может служить верным и дешевым признаком нагревания машинных частей, которые целиком или частично окрашены ею. Изменение окраски замечается уже тогда, когда к нагревающимся частям можно еще дотрагиваться рукой.

Отрезание водомерных стекол без алмаза. Стекланную трубку надпиливают в одном месте ножовкой или трехгранным шлифным напильником (не кругом); за-

тем держат трубку двумя руками таким образом, чтобы большие пальцы находились на противоположной к напиленному месту стороне, а указательные пальцы — направо и налево от этого места; при легком давлении больших пальцев на трубку, т. е. на указательные пальцы, трубка легко и гладко на этом месте переламывается.

ТАБЛИЦА 3.

Сравнение температур по Цельсию, Реомюру и Фаренгейту.

°Ц	°Р	°Ф	°Ц	°Р	°Ф	°Ц	°Р	°Ф
- 30	- 24,0	- 22,0	+ 14	11,2	57,2	+ 58	46,4	136,4
- 29	- 23,2	- 20,2	15	12,0	59,0	59	47,2	138,2
- 28	- 22,4	- 18,4	16	12,8	60,8	+ 60	48,0	140,0
- 27	- 21,6	- 16,6	17	13,6	62,6	61	48,8	141,8
- 26	- 20,8	- 14,8	18	14,4	64,4	62	49,6	143,6
- 25	- 20,0	- 13,0	19	15,2	66,2	63	50,4	145,4
- 24	- 19,2	- 11,2	+ 20	16,0	68,0	64	51,2	147,2
- 23	- 18,4	- 9,4	21	16,8	69,8	65	52,0	149,0
- 22	- 17,6	- 7,6	22	17,6	71,6	66	52,8	150,8
- 21	- 16,8	- 5,8	23	18,4	73,4	67	53,6	152,6
- 20	- 16,0	- 4,0	24	19,2	75,2	68	54,4	154,4
- 19	- 15,2	- 2,2	25	20,0	77,0	69	55,2	156,2
- 18	- 14,4	- 0,4	26	20,8	78,8	+ 70	56,0	158,0
- 17	- 13,6	1,4	27	21,6	80,6	71	56,8	159,8
- 16	- 12,8	3,2	28	22,4	82,4	72	57,6	161,6
- 15	- 12,0	5,0	29	23,2	84,2	73	58,4	163,4
- 14	- 11,2	6,8	+ 30	24,0	86,0	74	59,2	165,2
- 13	- 10,4	8,6	31	24,8	87,8	75	60,0	167,0
- 12	- 9,6	10,4	32	25,6	89,6	76	60,8	168,8
- 11	- 8,8	12,2	33	26,4	91,4	77	61,6	170,6
- 10	- 8,0	14,0	34	27,2	93,2	78	62,4	172,4
- 9	- 7,2	15,8	35	28,0	95,0	79	63,2	174,2
- 8	- 6,4	17,6	36	28,8	96,8	+ 80	64,0	176,0
- 7	- 5,6	19,4	37	29,6	98,6	81	64,8	177,8
- 6	- 4,8	21,2	38	30,4	100,4	82	65,6	179,6
- 5	- 4,0	23,0	39	31,2	102,2	83	66,4	181,4
- 4	- 3,2	24,8	+ 40	32,0	104,0	84	67,2	183,2
- 3	- 2,4	26,6	41	32,8	105,8	85	68,0	185,0
- 2	- 1,6	28,4	42	33,6	107,6	86	68,8	186,8
- 1	- 0,8	30,2	43	34,4	109,4	87	69,6	188,6
0	0,0	32,0	44	35,2	111,2	88	70,4	190,4
+ 1	+ 0,8	33,8	45	36,0	113,0	89	71,2	192,2
2	+ 1,6	35,6	46	36,8	114,8	+ 90	72,0	194,0
3	2,4	37,4	47	37,6	116,6	91	72,8	195,8
4	3,2	39,2	48	38,4	118,4	92	73,6	197,6
5	4,0	41,0	49	39,2	120,2	93	74,4	199,4
6	4,8	42,8	+ 50	40,0	122,0	94	75,2	201,2
7	5,6	44,6	51	40,8	123,8	95	76,0	203,0
8	6,4	46,4	52	41,6	125,6	96	76,8	204,8
9	7,2	48,2	53	42,4	127,4	97	77,6	206,6
10	8,0	50,0	54	43,2	129,2	98	78,4	208,4
11	8,8	51,8	55	44,0	131,0	99	79,2	210,2
12	9,6	53,6	56	44,8	132,8	+ 100	80,0	212,0
13	10,4	55,4	57	45,6	134,6			

0° Ц = 0,0° Р = 32,0° Ф.

ТАБЛИЦА 4.

Давление по манометру для трех холодильных агентов, SO₂, NH₃ и CO₂, при различных температурах отходящей с конденсатора воды.

При температуре отходящей воды			нагнетательный манометр должен показывать сверхдавление		
°Ц	°Р	°Ф	серн. кисл.	аммиак	углекислота
+ 15	+ 12,0	+ 59,0	2,30	7,79	57,10
16	12,8	60,8	2,4	8,09	58,55
17	13,6	62,6	2,5	8,40	60,00
18	14,4	64,4	2,65	8,70	61,45
19	15,2	66,2	2,75	9,00	62,90
20	16,0	68,0	2,95	9,31	64,40
21	16,8	69,8	3,05	9,65	65,94
22	17,2	71,6	3,2	9,99	67,48
23	18,4	73,4	3,3	10,33	69,02
24	19,2	75,2	3,45	10,67	70,56
25	20,0	77,0	3,65	11,01	72,1
26	20,8	78,8	3,75	11,39	73,7
27	21,6	80,6	3,9	11,77	74,3
28	22,4	82,4	4,05	12,15	
29	23,2	84,2	4,2	12,53	
30	24,0	86,0	4,4	12,91	
31	24,8	78,8	4,55	13,33	
32	25,6	89,6	4,75	13,75	
33	26,4	91,4	4,95	14,17	
34	27,2	93,2	5,1	14,59	
35	28,0	95,0	5,35	15,01	

ТАБЛИЦА 5.

Вес водяных паров, насыщающих 1 куб. м воздуха при различных температурах.

Т-ра	Грамм.	Т-ра	Грамм.	Т-ра	Грамм.	Т-ра	Грамм.
- 10	2,156	+ 7	7,732	+ 24	21,578	+ 41	53,274
- 9	2,339	8	8,243	25	22,830	42	55,989
- 8	2,537	9	8,784	26	24,143	43	58,820
- 7	2,751	10	9,356	27	25,524	44	61,772
- 6	2,984	11	9,961	28	26,970	45	64,848
- 5	3,238	12	10,600	29	28,488	46	68,058
- 4	3,513	13	11,276	30	30,078	47	71,395
- 3	3,899	14	11,987	31	31,744	48	74,871
- 2	4,135	15	12,739	32	33,480	49	78,491
- 1	4,467	16	13,531	33	35,317	50	82,257
0	4,868	17	14,367	34	37,229	51	86,173
+ 1	5,209	18	15,246	35	39,286	52	90,247
+ 2	5,570	19	16,172	36	41,322	53	94,483
+ 3	5,953	20	17,148	37	43,508	54	98,863
+ 4	6,359	21	18,191	38	45,593	55	103,453
+ 5	6,790	22	19,252	39	48,181	56	108,200
+ 6	7,246	23	20,386	40	50,672	7	113,180

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
От редактора	3
Введение	5

Часть I.

1. Компрессор	8
2. Конденсатор	13
3. Рефрижератор (испаритель)	16
4. Трубопроводы	17
5. Манометры	21
6. Аммиачная машина	22
7. Сернистокислотная машина	25
8. Углекислотная машина	27

Часть II.

1. Повышение производительности машины путем рациональной ее эксплуатации	31
2. Мокрый и сухой ход компрессора	32
3. Излишек жидкости в испарителе	33
4. Приспособление для работы с перегревом	34
5. Регулирование холодильной машины	39
6. Выявление и устранение неправильностей работы холодильных машин при помощи контроллера мощности (патент Глесселя) и аппарата для удаления воздуха	56
7. Нахождение причин перебоев в работе	60
8. Описание аппарата для удаления воздуха	61
9. Несчастные случаи при эксплуатации холодильных установок и правила работы	63

10. Нормальное обслуживание холодильных установок	68
11. Очистка змеевиков	74
12. Свойства главнейших холодильных веществ	—
13. Рассол в холодильных установках	75

Часть III.

1. Наиболее часто встречающиеся неправильности в работе холодильных установок	81
--	----

Часть IV.

1. Общие замечания о содержании в исправности холодильной установки и об уходе за ней	108
2. Правила безопасности для холодильных устройств	114

Часть V.

Правила обслуживания паровой машины	119
---	-----

Часть VI.

Правила обслуживания электрических установок	126
--	-----

Часть VII.

Условия безопасности для световых и силовых электрических установок	137
--	-----

Часть VIII.

Первая помощь пораженным электрическим ударом	142
---	-----

Часть IX.

Некоторые испытанные на практике приемы и рецепты	144
Таблицы	147