

П.1
Ш 95

М.Г.Шувалов

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ В ХОЛОДИЛЬНИКАХ



Москва · 1964

М. Г. ШУВАЛОВ

П. 1
11195

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
И ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ
В ХОЛОДИЛЬНИКАХ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва — 1964

В брошюре кратко излагаются основные причины пожаров в холодильниках, противопожарные требования при проектировании, строительстве, реконструкции и ремонте этих зданий и организация их противопожарной защиты, а также рассматриваются особенности тушения пожаров в этих зданиях.

Брошюра предназначена для работников пожарной охраны и инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией холодильников.

16254

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы холодильная техника получила значительное развитие в промышленности, сельском хозяйстве, на транспорте, в торговле и быту.

Рост холодильных мощностей предусматривается за счет строительства новых, а также расширения и реконструкции действующих холодильников. Над решением этих задач трудятся проектировщики, строители и эксплуатационники.

Серьезные задачи стоят и перед пожарными специалистами, которые ищут пути для снижения пожарной опасности холодильников.

Известно, что для поддержания отрицательных температур внутри помещений холодильников, необходимых для хранения продуктов питания и устранения их усушки, широко используются теплоизоляционные материалы.

Подсчитано, что на изоляцию холодильника расходуется около 25—30% его сметной стоимости, а выработка одной калории холода примерно в 15 раз дороже получения одной калории тепла.

Наибольшую пожарную опасность представляет изоляция из сгораемых материалов, которая, имея ряд преимуществ перед негоряемыми теплоизоляционными материалами (небольшой объемный вес, низкий коэффициент теплопроводности), находит широкое применение в строительстве холодильников.

Деление сгораемой изоляции на отсеки с помощью противопожарных поясов из пенобетона в ряде случаев, при возникновении пожаров, не играет существенного значения. Это объясняется в основном плохим качеством работ при устройстве противопожарных поясов, неправильным подбором марки пенобетона, их разрушением в процессе эксплуатации из-за осадки изоляции и другими факторами.

Тушение пожаров в зданиях холодильников связано с большими трудностями. Как правило, пожары принимают затяжной характер. Из-за незначительной площади дверных проемов в помещениях камер создается большая концентрация дыма и высокая температура; огонь развивается внутри конструкций теплоизоляции, что затрудняет определение его границ; наличие в камерах холодильного аммиачного оборудования при его разрушении

и выходе аммиака в помещения может образоваться в смеси с кислородом воздуха взрывоопасные концентрации.

Кроме того, имеют место случаи, когда из-за длительного действия высоких температур на несущие конструкции здания происходит их обрушение, угрожающее целостности всего здания.

Естественно, что самым лучшим решением по снижению пожарной опасности холодильников является применение для их изоляции негорючих материалов.

Однако во многих случаях решить вопрос таким образом невозможно. Поэтому единственным выходом является продуманная система мер пожарной профилактики и жесткий противопожарный режим на строительной площадке, исключающий возникновения пожаров и загораний.

ГЛАВА I

КРАТКИЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ В ХОЛОДИЛЬНИКАХ И ОСНОВНЫЕ МЕРЫ ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Многолетняя практика показывает, что возникновение пожаров в холодильниках происходит, в основном, в период строительства, реконструкции и ремонта этих зданий. Возникновение пожара в действующем здании холодильника — явление редкое. Однако такой пожар по своим последствиям, из-за наличия большого количества хранимой продукции, может быть очень тяжелым.

Из большого числа причин, приводящих к пожарам, для зданий холодильников характерными являются: неосторожное обращение с огнем; нарушение противопожарных правил при производстве огнеопасных работ (сварка и резка металлов, битумные работы); нарушение технологии паро- и теплоизоляционных работ; утечка электрического тока на металлические конструкции и особенно на металлическую сетку, расположенную под слоем штукатурки и т. д.

Известно, что в период производства теплоизоляционных работ в камерах холодильников скапливается значительное количество изоляционных материалов и отходов, что очень опасно при использовании в качестве изоляции торфяных, древесно-волоконистых, камышитовых и других сгораемых плит. В отдельных случаях горючая нагрузка достигает более 50 кг на 1 м² пола. Наличие большого количества отрезков сгораемых плит создает благоприятную среду для возникновения пожара от малокалорийных источников огня (непотушенные окурки, спички и т. д.).

В одном из пятиэтажных зданий холодильников, который был остановлен на ремонт, в подвальных камерах со стен была снята изоляция, а для производства теплоизоляционных работ было решено использовать торфоплиты и минеральные плиты с двадцатипроцентным содержанием битума. Эти плиты в количестве 7500 м² (6000 м² торфоплит и 1500 м² минеральных плит) были уложены в двух камерах на площади 170 м² в штабеля высотой 1,7 м.

Из-за неосторожного обращения с огнем (курение) в подвале возник пожар, продолжавшийся свыше 20 час. и вызвавший час-

тичное обрушение перекрытий и колонн. Так, нарушение правил пожарной безопасности привело к возникновению крупного пожара.

В другом случае пожар возник от электросварки на третьем этаже четырехэтажного здания холодильника емкостью 4000 т. Загорелась торфоплита, установленная у наружной стены холодильника. В результате позднего обнаружения пожара огонь распространился по теплоизоляции во второй и четвертый этажи, в которых хранилась продукция. Потребовались усилия 150 чел. и разнообразная техника, чтобы спасти здание холодильника и продукцию от уничтожения огнем.

Возникновению крупных и сложных пожаров в зданиях холодильников способствует большое количество битума, применяемого при паро- и теплоизоляционных работах.

По нормам на каждый квадратный метр изолируемой площади может расходоваться до 25 кг битума.

В связи с этим представляется целесообразным заменить битум другим материалом, отличающимся от него (при прочих равных условиях) своей негорючестью.

В качестве такого материала можно рекомендовать мочевиноформальдегидные смолы типа МФ.

Одна из распространенных причин, способствующая быстрому развитию пожара в новостроящемся или реконструируемом холодильнике,—нарушение технологии производства теплоизоляционных работ. В ряде случаев установку сгораемой теплоизоляции ведут с отставанием штукатурных работ. Это приводит к тому, что вся изоляция стен и перегородок в одно- или многоэтажных зданиях холодильников без защитного слоя штукатурки представляет серьезную опасность. Развитая поверхность изоляции способствует быстрому распространению огня во всех направлениях, сильному задымлению помещений и созданию высокой температуры.

Работа по ликвидации таких пожаров является чрезвычайно трудной и опасной.

Нередки случаи, когда пожары возникают от нарушения температурного режима при разогреве битума на рабочих местах в камерах, а также при использовании легковоспламеняющихся жидкостей в качестве растворителя битума при нанесении пароизоляционного слоя.

Известно, например, что торфяная плита при температуре, равной 165°C , может возгораться, поэтому при нагреве битума в электрованнах и других подогревателях его температура не должна превышать $80\text{--}100^{\circ}\text{C}$.

При растворении битума, например, бензином и в процессе нанесения его на ограждающие конструкции в помещениях камер могут образовываться взрывоопасные концентрации паров бензина с кислородом воздуха.

Считают, что достаточно иметь 40—45 г бензина на 1 м^3 помещения, чтобы создать взрывоопасную концентрацию.

В пятиэтажном здании холодильника, вопреки требованиям противопожарных правил, производились пароизоляционные работы с помощью битума, растворенного в бензине. Пары бензина распространились по коридору, в котором стояла электрованна с открытыми спиралями, и, достигнув электрованны, воспламенились. Огнем мгновенно была охвачена нештукатуренная поверхность изоляции из древесно-волоконистых плит. Пожар принял затяжной характер, распространился на выше- и нижележащие этажи и причинил большой убыток.

Многие пожары, особенно в период реконструкции и ремонта зданий холодильников, принимают крупные размеры в результате их позднего обнаружения. Этому способствуют следующие причины.

При ремонте сгораемой изоляции и внесении в нее теплового импульса огонь остается продолжительное время незамеченным (при отсутствии пламенного горения). Выделяющийся в незначительном количестве дым быстро рассеивается по помещению и остается незамеченным людьми. Этому также способствует легкое задымление помещений, связанное с применением горячего битума, а также возможность распространения огня скрытыми путями внутри изоляции между отдельными плитами, имеющими неплотности при склеивании их в пакеты. Анализ показывает, что подобное развитие пожара может продолжаться в течение нескольких часов. В дальнейшем скорость развития пожара может достигать $0,5-1 \text{ м/мин}$ и более.

Ниже приводятся отдельные рекомендации, выполнение которых позволит во многих случаях предотвратить возникновение пожаров в зданиях холодильников.

Одним из решающих условий, способствующих снижению пожарной опасности холодильников, является применение негоряемых и трудносгораемых теплоизоляционных материалов (пенобетон, минеральные плиты с содержанием битума не более 5% и др.), что не всегда возможно.

При строительстве, реконструкции и ремонте зданий холодильников и технологического оборудования во время выполнения теплоизоляционных работ из сгораемых материалов необходимо регулярно проветривать помещения, в которых ведутся эти работы.

Для этой цели можно использовать проемы в наружных стенах, специальные передвижные вентиляционные установки и т. д.

Раздельное ведение работ по установке сгораемой теплоизоляции, а затем ее оштукатуривание приводят к быстрому развитию пожара; необходимо, чтобы открытая поверхность изоляции не превышала сменной выработки. После того, как эта поверхность будет покрыта слоем штукатурки, можно переходить к следующему циклу работ по установке сгораемой изоляции.

На одном участке, например в коридоре или камере, допускается ведение только одного вида работ (изоляция, штукатурка, электрогазосварка, монтаж оборудования и т. д.).

Нельзя допускать хранения сгораемых и трудносгораемых материалов внутри помещений холодильника, так как это способствует возникновению сложных и крупных пожаров.

На рабочих местах допускается хранение этих материалов в количестве, необходимом на протяжении работы одной смены, но не более 10 кг на 1 м² пола.

Варку битума обычно производят вне здания холодильника на расстоянии 15—20 м от него в специальных битумоварочных котлах.

При подогреве битума в электрованнах целесообразно предусматривать автоматическую регулировку температуры расплавленного битума.

В летнее время эта температура не должна превышать 80, а в зимнее — 100° С.

ГЛАВА II

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Холодильники — это специальные здания с холодильным оборудованием, предназначенные для охлаждения, замораживания и хранения скоропортящихся пищевых продуктов, а также для хранения пушнины и меховых изделий, например холодильники при ломбардах.

Существует несколько типов холодильников:

производственные — обслуживают предприятия пищевой промышленности (мясокомбинаты, маслозаводы, рыбокомбинаты и т. д.). В этих холодильниках охлаждают, замораживают и кратковременно хранят сырье и готовую продукцию;

распределительные — строят в крупных городах для длительного хранения пищевых продуктов;

порттовые — служат, в основном, для хранения экспортируемых и импортируемых скоропортящихся продуктов;

базисные — служат для хранения скоропортящихся продуктов, поступающих из производственных и распределительных холодильников, и обслуживания продовольственных баз городов и рабочих поселков.

Кроме того, имеются еще мелкие холодильники (камеры, шкафы, витрины-прилавки торговой сети и предприятий общественного питания) для кратковременного хранения пищевых продуктов, транспортные холодильники (изотермические вагоны, авторефрижераторы и суда-рефрижераторы) для перевозки скоропортящихся продуктов.

Для сохранения продуктов необходима так называемая непрерывная холодильная цепь (рис. 1).

Здесь мы ограничимся рассмотрением только многоэтажных холодильников. Однако противопожарные требования, предъявляемые к ним, в основном подходят и для одноэтажных холодильников.

По капитальности (долговечность и огнестойкость) здания холодильников относят, как правило, ко II классу (одноэтажные холодильники могут быть отнесены к III классу). Степень долго-

вечности принимают не ниже второй—с ориентировочным сроком службы от 50 до 100 лет, а огнестойкость здания также должна быть не ниже второй степени.

Следует, однако, отметить, что из-за наличия теплоизоляции, работающей в сложных температурно-влажностных условиях, действительная долговечность этих зданий бывает несколько ниже нормативной.

Как известно, огнестойкость любого здания или сооружения определяют двумя свойствами: возгораемостью строительных материалов и пределом огнестойкости строительных конструкций. Классификацию строительных материалов по возгораемости опре-

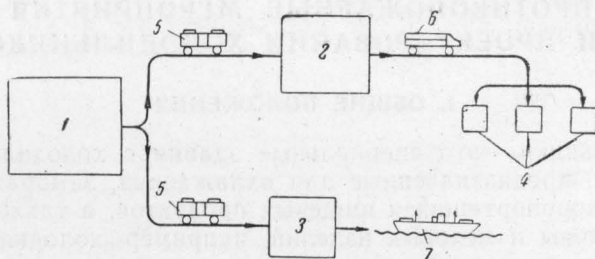


Рис. 1. Схема непрерывной холодильной цепи:

1 — производственный холодильник; 2 — распределительный холодильник; 3 — портовый холодильник; 4 — мелкие холодильники торговой сети; 5 — изотермический вагон; 6 — авторефрижератор; 7 — суднорефрижератор.

деляют противопожарными нормами строительного проектирования, согласно которым все материалы делят на три группы: не сгораемые, трудносгораемые и сгораемые.

Предел огнестойкости конструкции зависит от материала, размеров поперечного сечения, толщины защитного слоя, марки арматурной стали, ее состояния (обычное или предварительно напряженное), скорости прогрева и ряда других факторов. Многочисленными опытами, проведенными в Центральном научно-исследовательском институте противопожарной обороны (ЦНИИПО), установлено, что при нагреве обычной арматуры железобетонных конструкций до температуры 450°C они резко теряют несущую способность; поэтому очень важно, чтобы при изготовлении и монтаже железобетонных конструкций было обращено внимание на качество и толщину защитного слоя арматуры. В практике известны случаи, когда из-за отсутствия защитного слоя или недостаточной толщины его, конструкции здания быстро (в течение 15—20 мин.) деформировались с последующим обрушением (рис. 2).

В целях снижения потерь холода через ограждающие конструкции холодильников предусматривают устройство тепловой изоляции.

Теплоизоляционные материалы, обладая низким коэффициентом теплопроводности, оказывают сопротивление тепловому пото-

ку, всегда направленному в сторону убывания температуры. Расчет теплоизоляции ведут на основе известного закона французского ученого Фурье:

$$Q = \lambda \frac{t_1 - t_2}{\delta} F \tau \text{ ккал},$$

где Q — количество передаваемого тепла через ограждающую конструкцию;

δ — толщина ограждающей конструкции, через которую происходит передача тепла;

$t_1 - t_2$ — температуры на наружных поверхностях ограждающей конструкции;

F — площадь ограждающей конструкции, через которую происходит передача тепла;

τ — время, в течение которого происходит передача тепла;

λ — коэффициент теплопроводности, определяющий количество тепла, проходящее за 1 час через 1 м² поверхности при падении температуры на 1°С на 1 м пути теплового потока. Его определяют для каждого материала опытным путем и выражают в ккал/м · час · град.

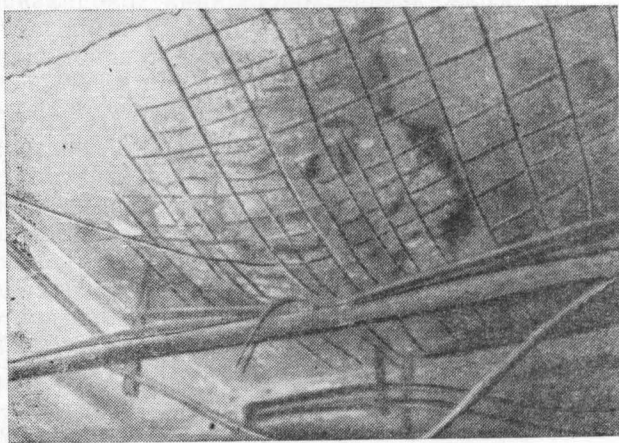


Рис. 2. Деформация плиты перекрытия во время пожара.

Принимая площадь ограждающей конструкции равной 1 м², а время передачи тепла через нее 1 час, можно определить значение удельного теплового потока:

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{час},$$

т. е. количество тепла, переданное через 1 м² стенки в час, прямо пропорционально коэффициенту теплопроводности и разности тем-

ператур наружных поверхностей ограждающей конструкции и обратно пропорционально ее толщине.

Отношение $\frac{\lambda}{\delta}$ (ккал/м² · час · град) — тепловая проводимость ограждающей конструкции (стенки), а обратная величина $\frac{\delta}{\lambda}$ (м² · час · град/ккал) — тепловое или термическое сопротивление.

При проектировании холодильников и их эксплуатации из всех способов теплообмена главную роль играет теплопроводность. Под теплопроводностью понимается явление переноса тепловой энергии путем непосредственного соприкосновения между частицами тела.

Другие способы теплообмена: конвекция — явление переноса тепловой энергии путем перемещения или перемешивания между собой частиц жидкости или газа; тепловое излучение (лучеиспускание) — явление переноса тепловой энергии в виде электромагнитных волн — учитываются при теплотехнических расчетах соответствующими коэффициентами.

При расчетах имеют в виду, что температурное поле, т. е. совокупность всех температур в ограждающих конструкциях и изоляции, является установившимся во времени или стационарным.

Известно, что ограждающие конструкции холодильников являются многослойными, поэтому распределение температуры в них происходит не по прямой, как в однородных конструкциях, а по ломаной линии.

При возникновении пожара следует учитывать то обстоятельство, что тепловые потоки через ограждающие конструкции резко возрастают, температура в изоляционных слоях может оказаться выше температуры самонагрева (например, торфоплит), что может привести к дальнейшему развитию пожара.

Поясним это на следующем примере.

Возьмем железобетонное перекрытие толщиной 10 см, по которому сверху уложена изоляция из торфоплит толщиной 20 см. Примем, что в результате пожара в нижележащей холодильной камере температура в ней поднялась до 300°. Температура в вышележащей холодильной камере равна — 18°. Требуется определить возможность самовозгорания торфоплит, уложенных на перекрытии.

Для простоты расчета коэффициенты теплоперехода у наружной поверхности перекрытия не учитываем.

Коэффициент теплопроводности железобетона — 0,6, торфоплит — 0,07.

При принятых нами толщинах каждого слоя общий коэффициент термического сопротивления R_o будет равен сумме термических сопротивлений отдельных слоев перекрытия:

$$R_o = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \text{ м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{град/ккал},$$

$$R_o = \frac{0,1}{0,6} + \frac{0,1}{0,07} + \frac{0,1}{0,07} = 3,03 \text{ м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{град/ккал}.$$

Величину теплового потока через перекрытие определим по формуле:

$$q = \frac{t_n^0 - t_v^0}{R_o},$$

где q — величина теплового потока в $\text{ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{час}$;

t_n^0 — температура среды в камере, где происходит пожар (принятая нами 300°);

t_v^0 — температура среды в помещении вышележащей холодильной камеры, равная 18° ;

R_o — общее термическое сопротивление.

При этих условиях тепловой поток будет составлять:

$$q = \frac{300^\circ - (-18^\circ)}{3,03} = 105 \text{ ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{час}.$$

Температуру на грани каждого слоя определяют по формулам:

$$t_1 = t_n^0 - q \frac{\delta_1}{\lambda_1} = 300^\circ - 105 \frac{0,1}{0,6} = 282,15^\circ,$$

$$t_2 = t_1 - q \frac{\delta_2}{\lambda_2} = 282,15^\circ - 15 \frac{0,1}{0,07} = 132^\circ,$$

$$t_3 = t_2 - q \frac{\delta_3}{\lambda_3} = 132^\circ - 105 \frac{0,1}{0,07} = -18^\circ.$$

Таким образом, поверхность торфоплит, соприкасающихся с железобетонной плитой перекрытия, будет нагрета до температуры $282,15^\circ$.

В то же время температура самонагрева торфоплит равна 80° .

Следовательно, в этом случае имеются все условия для того, чтобы температура торфоплит поднялась до 299° , при которой они самовоспламеняются. При этом их горение может длительное время оставаться незамеченным, если не произвести контрольные вскрытия изоляции.

Тепловая изоляция холодильников получила широкое распространение, потому что она позволяет: уменьшить толщину ограждающих конструкций; снизить расход основных строительных материалов — цемента, кирпича, леса; индустриализировать строительные работы; удешевить стоимость строительства и особенно эксплуатационные расходы.

Теплотехнические расчеты приводят в специальных пособиях и выполняются проектирующими организациями. Для простейших расчетов толщины слоя теплоизоляции плоских поверхностей можно воспользоваться данными, приведенными в номограмме (рис. 3).

Зная величину термического сопротивления $R_{из}$ и коэффициент теплопроводности $\lambda_{из}$ изоляционного материала, можно определить толщину слоя теплоизоляции $\delta_{из}$.

Следует иметь в виду, что выбор ограждающих конструкций

и теплоизоляционных материалов, сохранение постоянства коэффициента теплопроводности имеют решающее значение не только в эксплуатации, сохранении высокого качества и снижении потерь продуктов, но и в значительной мере снижают пожарную опасность холодильников.

Поэтому при проектировании и строительстве холодильников необходимо выбирать негорючие или трудногорючие теплоизоляционные материалы с низким коэффициентом теплопроводности, небольшим объемным весом, имеющие незначительную гигроскопичность, необходимую морозостойкость, способность противостоять грызунам, поражению грибками и гниению, доста-

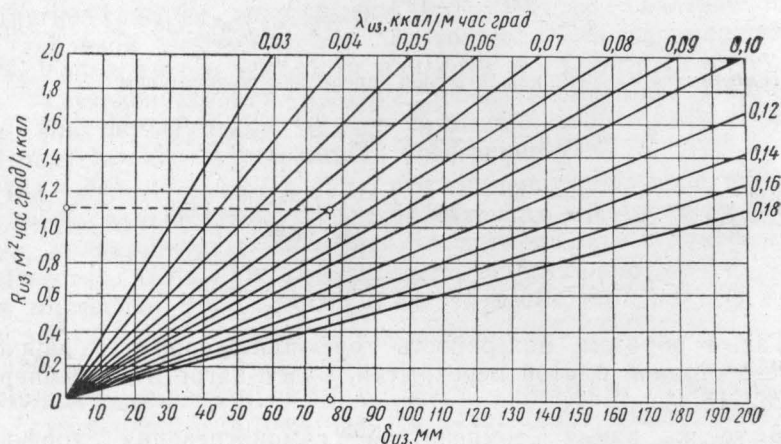


Рис. 3. Номограмма для определения толщины слоя теплоизоляции плоских поверхностей.

точную механическую прочность, способность легко обрабатываться, иметь невысокую стоимость и т. д.

При проектировании теплоизоляции холодильников важное значение уделяют вопросу сокращения потерь продуктов от их усушки. Например, проф. И. С. Бадылькес указывает на прямую пропорциональность между усушкой мороженных продуктов и наружными теплопритоками.

При увеличении торфоплитной изоляции с 0,2 до 0,4 м в холодильнике емкостью 6000 т при загрузке его мороженным мясом на 60% и при наружной поверхности, равной 3000 м², годовая усушка мяса уменьшается приблизительно на 12 000 кг. Однако усушка продуктов может иметь место и при значительной толщине слоя тепловой изоляции, если при расчетах неправильно определены коэффициенты теплопроводности изоляционных материалов или во время эксплуатации допускают нарушение технологического режима, а также если отсутствует постоянный контроль за состоянием теплоизоляции.

2. ОГНЕСТОЙКОСТЬ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Современные крупные холодильники сооружают по промышленному методу с широким применением сборных железобетонных изделий. Строительные конструкции холодильников имеют ряд особенностей, которые следует также учитывать и при определении пределов огнестойкости конструкций здания. В настоящее время минимальную степень огнестойкости многоэтажных холодильников принимают не ниже второй, где все части здания выполняют из негорючих материалов. Так, например, предел огнестойкости самонесущих, несущих стен, а также стен лестничных клеток и колонн должен быть не менее 2,5 часа; навесных стеновых панелей — не менее 0,25 часа; междуэтажных и чердачных перекрытий — не менее 1 часа; совмещенных покрытий — не менее 0,25 часа; перегородок несущих — не менее 0,25 часа и противопожарных стен — не менее 4 часов.

Если учесть, что норма загрузки камер охлаждения и замораживания равна примерно 250 кг/м^2 , а в камерах хранения она доходит до 2500 кг/м^2 , то нам представляется, что принимаемые пределы огнестойкости для основных частей здания являются недостаточными. Известно, что даже в период строительства холодильников, во время теплоизоляционных работ, когда нагрузка сгораемых материалов в здании невелика, но благодаря высокой температуре, возникающей при пожаре в камерах, и отсутствия условий для газообмена (пожары в холодильниках по условиям развития сходны с пожарами в подвальных этажах) из-за замкнутых объемов помещений, наблюдаются случаи обрушения строительных конструкций: колонн, перекрытий и стен.

Если технологические процессы производства холодильников по пожарной опасности отнести к категории В, то становится очевидным, что при возникновении пожара в действующем холодильнике в большинстве случаев имеется реальная угроза обрушения несущих конструкций. Здесь же отметим, что пожары в холодильниках из-за их сложной планировки, плотной концентрации дыма и высокой температуры в помещениях не поддаются быстрому тушению и продолжаются в течение многих часов.

В связи с этим возникает необходимость увеличения пределов огнестойкости строительных конструкций в зависимости от количества сгораемых материалов на 1 м^2 площади пола каждого этажа.

Для зданий холодильников можно было бы рекомендовать следующие пределы огнестойкости: для несущих стен, стен лестничных клеток и колонн — 5 час.; для междуэтажных и чердачных перекрытий, совмещенных покрытий — 3 часа; для противопожарных стен — 9 час.

Повышение пределов огнестойкости строительных конструкций можно произвести двумя путями: во-первых, увеличением поперечного сечения конструкций и толщины защитного слоя железобетонных изделий; во-вторых, применением негорючей теплоизо-

ляции. Последнее наиболее выгодно, так как здесь решается сразу две задачи: повышение степени огнестойкости здания и его теплоизоляция.

В действующих типовых проектах, разработанных проектными институтами «Гипрохолод», «Гипромясо», «Гипрорыбпром» и др., за основу приняты железобетонные изделия из серий ИИ-70 и НК-65, которые, если исходить из анализа пожаров и поведения конструкций в условиях длительного температурного напряжения, не обеспечивают достаточного предела огнестойкости и сохранения отдельных частей здания от разрушения.

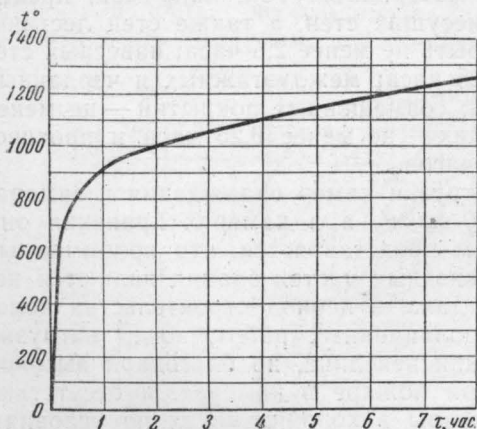


Рис. 4. Температура пожара, принятая для испытания огнестойкости конструкций.

Теплофизические процессы, происходящие в условиях пожара в зданиях и сооружениях, в том числе и в холодильниках, весьма сложны, поэтому не представляется возможным найти какую-либо универсальную формулу для подсчета предела огнестойкости любой конструкции. В настоящее время пределы огнестойкости конструкций и отдельных изделий определяют опытным путем в специальных печах по режиму так называемого стандартного пожара (рис. 4).

Предпринимают попытки аналитического определения пределов огнестойкости конструкций. Канд. техн. наук А. И. Яковлев предложил определять температуру на поверхности конструкции по следующим эмпирическим уравнениям:

$$\text{при } \tau < 3 \text{ час. } t_g = 500 + \frac{\tau - 7}{0,0006};$$

$$\text{при } \tau \geq 3 \text{ час. } t_g = 900 + 0,7\tau; \quad \tau = 900 +$$

где τ — продолжительность горения в минутах;

t_g — температура на внутренней поверхности ограждения.

При определении температуры на внутренней поверхности ограждающих конструкций по приведенным уравнениям получают достаточную сходимость результатов по сравнению с нормативными требованиями.

Так, например, через 10 мин. температура достигает 571, через 30 мин. — 696, через 1 час — 798, через 2 часа — 935 и через 8 час. — 1236°C.

Для определения пределов огнестойкости ограждающих конструкций канд. техн. наук А. И. Яковлев на основе обобщения многочисленных экспериментов предложил следующую формулу:

$$\Pi = \frac{(t_{кр} - t_n) \delta^2}{a (t_{в} - t_{кр})},$$

где Π — предел огнестойкости в мин.;

δ — толщина ограждения или слоя, в котором устанавливается критическая температура, в см;

$t_{кр}^*$ — критическая температура, по которой устанавливают предел огнестойкости;

t_n — начальная температура ограждения;

$t_{в}$ — температура внутренней поверхности;

a — расчетный коэффициент температуропроводности в $\text{см}^2/\text{мин}$.

Прогрев арматуры t_a в железобетонных свободно опертых плитах можно определить по формуле ЦНИИПО:

$$t_a = \frac{t_{в} \cdot a_{пл} \cdot \tau + \delta_o^2 \cdot t_n}{\delta_o^2 + a_{пл} \tau},$$

где $t_{в}$ — температура на внутренней поверхности ограждения;

$a_{пл}$ — коэффициент температуропроводности — $0,15 \text{ см}^2/\text{мин}$;

τ — продолжительность горения в мин;

δ_o — расстояние от обогреваемой грани плиты до центра тяжести растянутой арматуры;

t_n — начальная температура; $t_n = 20^\circ \text{C}$.

На рис. 5 приведены кривые прогрева арматуры в железобетонных плитах.

* Под критической температурой подразумевают такую, при которой предел текучести стали снижается до величины рабочих напряжений.

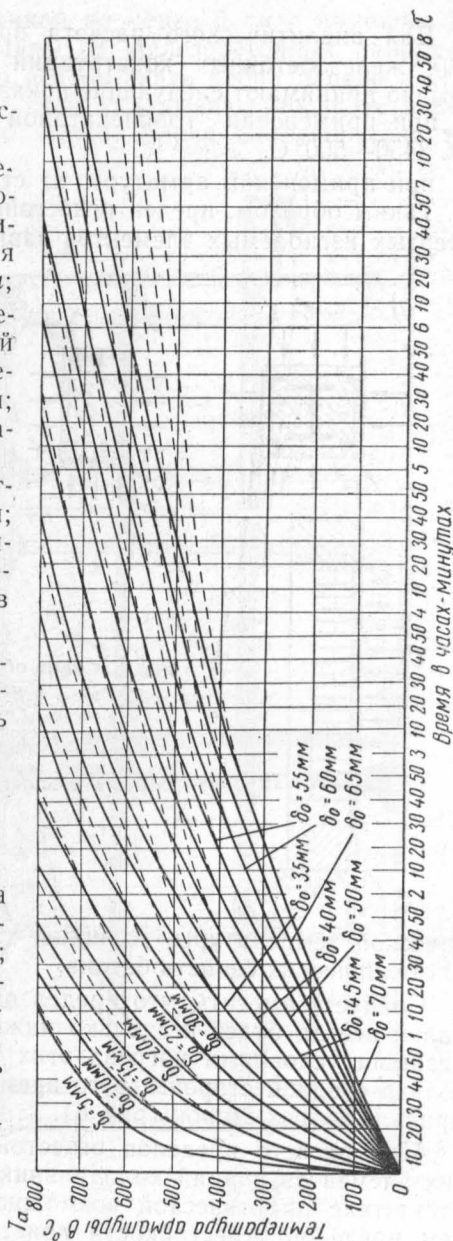


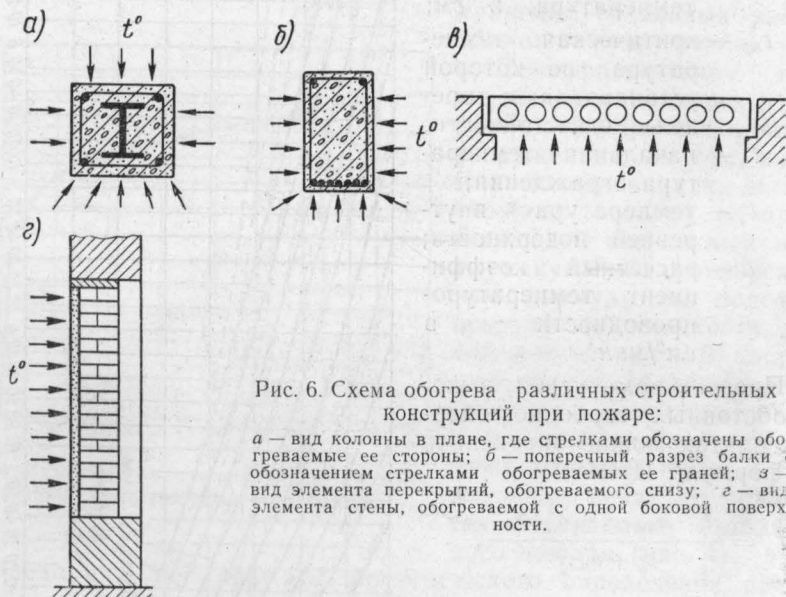
Рис. 5. Кривые прогрева арматуры в железобетонных плитах. Обозначения: — бетон на гранитном щебне; - - - бетон из известкового щебне.

Для аналитического расчета предела огнестойкости изгибаемых железобетонных конструкций за критическую температуру обычно принимают следующие показатели:

при применении горячекатаной арматуры из стали марки Ст. 3450—500° С.

при применении арматуры из стали марки 2Г2С—575° С.

Таким образом, предел огнестойкости однопролетных свободно опертых изгибаемых элементов зависит от марки стали и ее кри-



тической температуры, толщины защитного слоя арматуры и теплотехнических свойств бетона.

Следует заметить, что предел огнестойкости у железобетонных балок всегда будет несколько ниже, чем у плит. Это объясняется разными условиями нагрева этих элементов. Плиты нагреваются только с одной стороны, в то время как балки обогреваются, как правило, с трех сторон (рис. 6).

При расчете пределов огнестойкости как колонн, так и других элементов зданий холодильников, учитывая их уникальность и отсутствие практической возможности определения опытным путем пределов огнестойкости конструкций, проектными институтами необходимо использовать имеющиеся приемы аналитического определения огнестойкости конструкций.

Практика тушения пожаров в холодильниках показывает, что наиболее интенсивное горение изоляции происходит у вертикальных ограждающих и несущих конструкций, поэтому температурная нагрузка на эти конструкции бывает максимальной. В ряде

ривать устройство полки шириной не менее 5 см с помощью напуска в кирпичной кладке стены. В железобетонных панелях в качестве второй опоры можно использовать ребро панели.

Противопожарные пояса у стен укладывают после установки теплоизоляции стены нижнего этажа. Блоки из пенобетона или

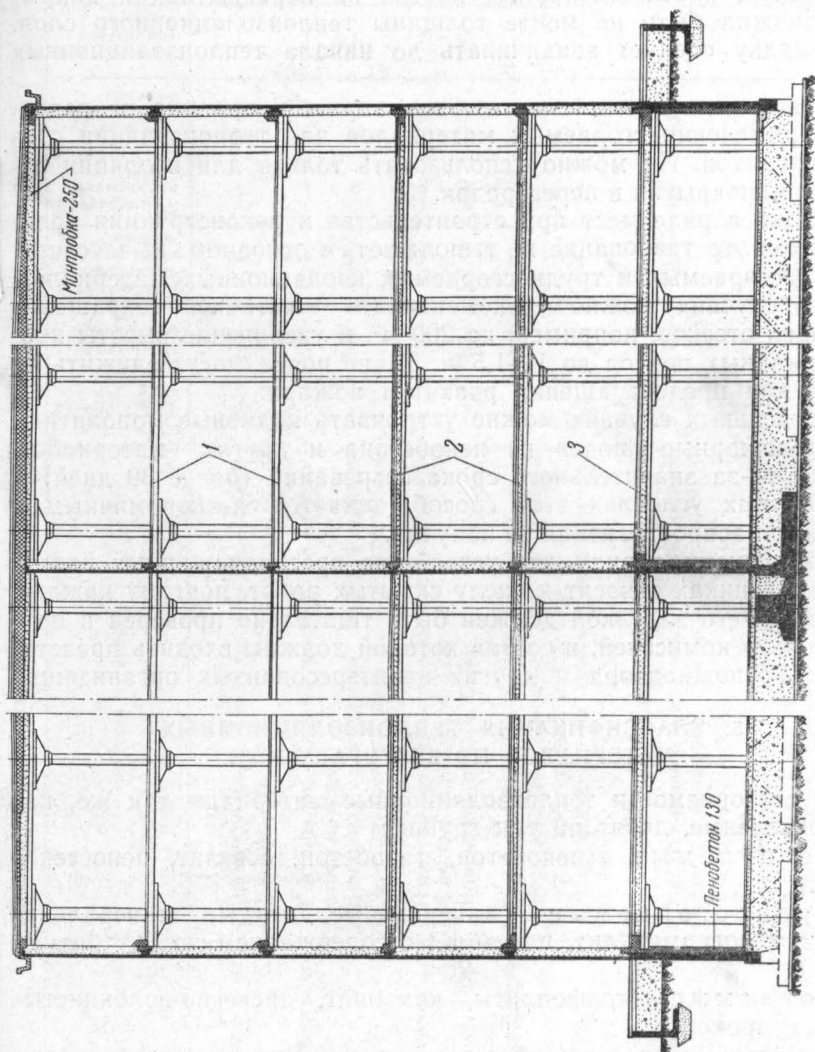


Рис. 12. Устройство противопожарных поясов у наружных и внутренних стен.

других материалов укладывают вплотную друг к другу и к стене. При отсутствии опоры на стене перед укладкой блоков можно предусматривать устройство опоры из кусков арматуры, один конец которой заделывают на глубину 3—5 см в швы кирпичной кладки стены, а второй оставляют на поверхности обвязочной балки или плиты.

Все горизонтальные и вертикальные швы между блоками необходимо полностью заполнять цементно-песчаным раствором состава 1 : 3.

Нормативная ширина и толщина противопожарных поясов у стен должна быть не менее 50 см.

Толщина противопожарных поясов на перекрытиях и покрытиях должна быть не менее толщины теплоизоляционного слоя. Их укладку следует заканчивать до начала теплоизоляционных работ.

В настоящее время строительные нормы и правила не допускают применения сгораемых материалов для теплоизоляции стен холодильников. Их можно использовать только для изоляции перекрытий, покрытий и перегородок.

Однако в ряде мест при строительстве и реконструкции холодильников это требование не выполняют, в основном, из-за отсутствия негорючих и трудногорючих изоляционных материалов. В этих случаях можно рекомендовать частичное сокращение площадей отсеков, например, до 200 м², и увеличение высоты противопожарных поясов до 1—1,5 м. Такие пояса могут служить не только для предотвращения развития пожара.

В отдельных случаях можно устраивать наливные монолитные противопожарные пояса из пенобетона и других материалов. Однако из-за значительного срока созревания (более 30 дней) в естественных условиях этот способ является неэкономичным и широкого распространения не получил.

Важно иметь в виду, что устройство противопожарных поясов в холодильниках относят к числу скрытых работ, поэтому каждый пояс перед его заделкой должен быть тщательно проверен и принят по акту комиссией, в состав которой должны входить представители Господнадзора и других заинтересованных организаций.

5. КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ВОЗГОРАЕМОСТИ

По возгораемости теплоизоляционные материалы так же, как и строительные, делят на три группы:

негорючие (пенобетон, газобетон, совелит, пеностекло и т. д.);

трудногорючие (минеральные плиты, минеральная пробка, асбовермикулит, плиты К4 с содержанием до 5% битума и т. д.);

сгораемые (торфоплиты, камышит, древесно-волокнистые плиты, стиропор и т. д.).

В настоящее время наибольшее применение имеют трудногорючие и сгораемые теплоизоляционные материалы.

Народнохозяйственными планами предусматриваются резкий рост производства по выпуску торфоплит, минераловатных плит как на битумной, так и на фенольной связке, и т. д.

Основные показатели пожарной опасности сгораемых и трудногорючих теплоизоляционных материалов приведены в табл. 1.

Характеристика теплоизоляционных материалов по возгораемости

№ п/п	Наименование материалов	Состав материала	ГОСТ или ТУ	Объемный вес в кг/м³	Коэффициент теплопроводности в кг/м·град	Температура воспламенения °С	Температура самовоспламенения °С	Температура самонагрева °С	Группа возгорания	Теплотворная способность в ккал/кг
1	Вермикулитовый ас-фальт	Обожженный вермикулит 220 кг + битум БН-3—165 кг	—	180	0,1	—	—	—	Сгораемый	—
2	Засыпка известково-опилочная	1 м³ опилок + 100 кг извести + 5 кг фтористого натрия	—	250	0,1	—	—	—	То же	—
3	Карлит	Бумажная макулатура 92,5% + известь 4,7% + поваренная соль 1,3% + фтористый натрий 1,5%	—	240	0,055	—	—	—	"	—
4	Мипора (ипорка, пиаатерм)	Изготавливают из мочевино-формальдегидной смолы. Влажность 12%	—	15	0,06	397	540	—	"	—
5	Опилки дубовые, еловые, сосновые	Влажность опилок 7,4%	—	160	0,1—0,12	229	342	100	"	—
6	Опилки огнезащитные	Опилки 150 кг + суперфосфат 82 кг + сернокислый аммоний 15 кг + глина 46 кг + креозотовое масло 11,9 кг	—	354	—	—	—	—	Трудно-сгораемый	—
7	Пенопласт ПС-4	Изготавливают на основе полистирольных смол	ТУ МХП 3691—54	—	—	—	—	—	Сгораемый	—
8	Пенопласт ПХВ-1	Изготавливают из полихлорвиниловой смолы с парофором. Размер плиты 950 × 400 × (30—50) мм	ТУ МХП 4332—54	170—200	0,045	427	501	80	То же	4380—4659
9	Пенопласт ФС-7	Изготавливают на фенолформальдегидной смоле с порофором и добавкой 7% стекловолокна. Размер плиты 500 × 500 × 40 мм	—	113	—	580	580	130	"	5834

№ п/п	Наименование материалов	Состав материала	ГОСТ или ТУ	Объемный вес в кг/м³	Коэффициент теплопроводности в $\text{ккал/м}^2\text{час}^\circ\text{C}$	Температура самовоспламенения $^\circ\text{C}$	Температура самонагрева $^\circ\text{C}$	Температура возгорания	Теплотворная способность в ккал/кг
10	Пенопласт ФФ	Изготавливают из фенолформальдегидной смолы с порофором. Размер плиты $1700 \times 550 \times 70$ мм	ВТУ завод им. Калинина	176	—	490	580	80	7501
11	Плита абсорбирующая	Изготавливают из обожженного вермюлита и асбеста + 15–20% битума или фенольных смол. Размер плиты $1000 \times 500 \times 40$ мм	—	230	—	—	—	—	—
12	Плита асбодревесная	Изготавливают из асбестового волокна (5 сорт) 45% + древесное волокно 55%, пропитанное фтористым натрием. Размер плиты $1000 \times 400 \times 40$ мм	ВТУ 965—2901 54	228	—	280	320	100	3210
13	Плита древесно-волокнистая изоляционная	Изготавливают из пропитанной водозащитной эмульсии древесно-волокнистой массы	518—54 мбп ГОСТ 4598—53	212	0,047	222	345	80	То же 4143—4993
14	Плита древесно-волокнистая, изоляционная, огнезащитная БХЗМ	См. п. 13. Весовой состав покрытия: паста БХЗМ — 43%, вода — 55%, фтористый натрий — 2% Состав пасты БХЗМ: хлорированное зеленое масло — 30%, битум марки III — 10%, глина кудиновская — 20%, вода — 40% Расход покрытия на 1 м^2 поверхности 750 г	—	320	—	220	315	80	—

№ п/п	Наименование материалов	Состав материала	ГОСТ или ТУ	Объемный вес в кг/м³	Коэффициент теплопроводности в ккал/м·час/град	Температура воспламенения °С	Температура самовоспламенения °С	Температура самонагрева °С	Группа возгоряемости	Теплотворная способность в ккал/кг
15	Плита К4 с содержанием битума 5%	Изготавливают из минеральной ваты 70% + бетонит 10% + асбест (6 сорт) 18% + битум 5%. Размер плиты 1000×500×30 мм	ТУ 95-52	350—400	0,07	—	—	—	Трудно-горючий	300
16	Плита минераловатная с содержанием битума 19%	С.м. п. 15	ТУ 101-52	320	0,08	300	420	130	Сгораемый	2685
17	Плита на основе пробковой крошки	Изготавливают из пробковой крошки на смоле МФ-17 (10% от веса крошки)	—	360	—	—	—	—	То же	—
18	Плита на основе сосновой коры	Изготавливают из крошеной сосновой коры на смоле МФ-17 (10% от веса крошки)	—	300	—	—	—	—	"	—
19	Плита на основе сосновой коры с добавкой сернокислого аммония	С.м. п. 18 (с добавкой 5% сернокислого аммония)	—	330	—	—	—	—	"	—
20	Плита на основе сосновой коры с нефтетумом	Изготавливают из крошеной сосновой коры на нефтетите марки IV (10% битума от веса крошки)	—	400	—	—	—	—	"	—
21	Плита ОСИМ	Изготавливают из опилок 1 м³ + натрий кремнефтористый 1,2 кг + фосфорнокислый аммоний 6 кг + сернокислый аммоний 14 кг + жидкое стекло 23 кг + вода 300 л	—	260	0,06	—	—	—	"	—
22	Плита торфяная	Изготавливают из молодого малоразложившегося торфа-сфагнома. Размер плиты 1000×500×30 мм	ГОСТ 4861-58	220—250	0,06	165	299	80	"	4170

№ п/п	Наименование материалов	Состав материала	ГОСТ или ТУ	Объемный вес в кг/м³	Коэффициент теплопроводности в ккал/м час/град	Температура воспламенения °С	Температура самовоспламенения °С	Температура самонагрева °С	Температура возгорания	Теплотворная способность в ккал/кг
23	Пробка минеральная	Изготавливают из минеральной ваты 6Х 71,6% + битум 14,2% + глина 14,2%. Толщина материала 25—30 мм		313	0,065	220	—	—	Сгораемый	1906
24	Стиропор	Изготавливают из суспензионного бисерного полистирола, насыщенного изопентаном		25—40	0,025—0,04	—	—	—	То же	—
25	Термиз марки 25	Изготавливают из известии-пушонки 4,7% + цемент 7,3% + опилки 15% + трепел 25,2% + вода 47,8%		640	0,17	—	—	—	Труднотого-расмый	—
26	Термоксилозол	Изготавливают из цемента 1 часть (по объему) + известь-тесто 2 части (по объему) + зола ТЭЦ 5,5 части (по объему) + опилки древесные 17 частей (по объему)		470—520	0,17—0,22	—	—	—	То же	—
27	Термолит	Изготавливаются из древесных опилок 1 м³ + 100 кг гашеной извести + 15 л антраценового масла + 80 л воды		300	—	—	—	—	Сгораемый	—
28	Экспанзит	Изготавливают из зерен коры пробкового дуба. Размер плиты 1000×500×85 мм	ТУ 174 5—2—41	260	—	341	400	120	То же	6653
29	Просяная лузга на битумной связке	—		150	0,07	—	—	—	"	—
30	Камышит	Изготавливают из камыша	ГОСТ 7483—58	200—300	0,09—0,11	—	—	—	"	—
31	Фибролит	Изготавливают из цемента и древесной стружки	ГОСТ 8928—58	300—500	0,12—0,18	—	—	—	Труднотого-расмый	—

Пожарная опасность изделий из минеральной ваты главным образом обуславливается наличием в них битума в качестве связующего компонента. Сама минеральная вата относится к группе несгораемых материалов. По внешнему виду это волокнистый материал, полученный из расплава шихты металлургических и топливных шлаков, горных пород или иных силикатных материалов, полученных путем распыления расплава в тончайшие стекловидные взаимно переплетающиеся волокна.

Принято считать, что при наличии в изделии из минеральной ваты до 2% битума оно считается несгораемым; до 5% — трудносгораемым и свыше 5% — сгораемым. Например, минеральную пробку, получаемую из минеральной ваты, обработанную битумной эмульсией ($20 \pm 2\%$) с последующим прессованием и сушкой, относят к группе сгораемых материалов. Из минеральной пробки изготавливают плиты, скорлупы, сегменты, которые используют для теплоизоляции строительных конструкций холодильников и поверхностей холодильного оборудования, ограждающих конструкций жилых, общественных и промышленных зданий, а также поверхностей промышленного оборудования и трубопроводов при температуре не более 70°C .

К сгораемым материалам относят плиты полужесткие из минеральной ваты на битумной связке. Плиты изготавливают консервным способом путем обработки минерального волокна в процессе его обработки расплавленным битумом с последующей тепловой обработкой материала, его подпрессовкой и охлаждением.

Область применения этих плит такая же, как и изделий из минеральной пробки.

Минераловатно-асбестовые плиты КЧ изготавливают формованием и сушкой смеси минеральной ваты, распушенного асбеста и разведенной в воде битумно-бетонитовой пасты. Если в плите содержится не более 2% битума по весу, то ее относят к несгораемым материалам, а при содержании битума от 2 до 5% — к трудносгораемым.

Плиты КЧ применяют для тепловой изоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, холодильников, трубопроводов при температуре до $+160^\circ$ и т. д.

На рис. 13 показана зависимость коэффициента теплопроводности плит КЧ от их объемного веса, а на рис. 14 зависимость коэффициента теплопроводности от их температуры.

Из минеральной ваты изготавливают также войлок на битумной связке. Войлок — рулонный или листовой материал, полученный путем склеивания отдельных минеральных волокон в процессе их образования при помощи осаждаемых частиц расплавленного битума. Согласно ГОСТ 6125—52 содержание битума в войлоке из минеральной ваты не должно превышать 5% по весу. В этом случае войлок относят к группе трудносгораемых материалов, а при более высоком процентном содержании битума его следует относить к сгораемым материалам.

Войлок широко используют для тепловой изоляции как строи-

тельных конструкций зданий холодильников, так и холодильного оборудования.

В практике отмечены случаи самовозгорания изделий из минерального войлока. Такое явление наблюдают, в основном, в тех случаях, когда эти изделия хранят без соблюдения технических

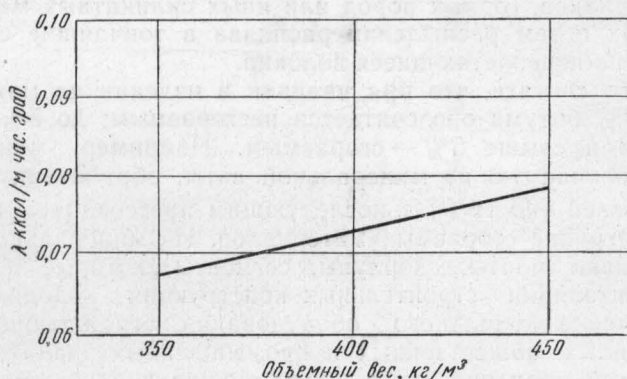


Рис. 13. Зависимость коэффициента теплопроводности от объемного веса плит КЧ.

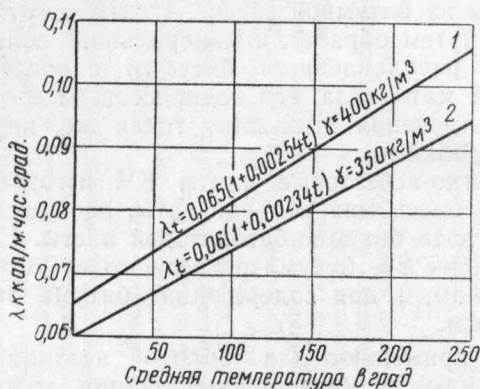


Рис. 14. Зависимость коэффициента теплопроводности от температуры.

условий, навалом и вблизи источников тепла, что способствует самонагреванию битума до опасных пределов.

Кроме этого, из минеральной ваты изготавливают минераловатные маты на связке из синтетических смол — штучные гибкие изделия, получаемые путем пропитки волокон в процессе их образования раствором синтетических смол, с последующим уплотнением полотнищ и тепловой обработкой для полимеризации связки. Как правило, эти изделия относят к группе несгораемых материалов. Минераловатные плиты на связке из синтетических смол находят широкое применение в промышленном и гражданском строительстве, при производстве домашних холодильников.

Широкое применение при строительстве холодильников имеют теплоизоляционные изделия из органических материалов — торфоплиты, камышит, древесно-волоконистые плиты, фибролит и т. д. Всех их, как правило, относят к группе сгораемых материалов.

Торфоизоляционные изделия (плиты, скорлупы, сегменты) изготовляют из малоразложившегося сфагнового торфа путем прессования сухим или мокрым способом с последующей термической обработкой при температуре 90—110° С.

Сфагновый торф со степенью разложения 7—8% имеет волокнистое строение и поэтому изделия из него получаются более высокого качества.

Торфоизоляционные изделия применяют для тепловой изоляции распределительных, производственных, портовых холодильников и поверхностей холодильного оборудования.

Следует заметить, что пожары в зданиях холодильников с теплоизоляционной рубашкой из торфоплит носят затяжной характер: горение плит, благодаря наличию в их порах кислорода, происходит длительное время без видимых разрушений слоя штукатурки и строительных конструкций.

В настоящее время ЦНИИПО изыскивает наиболее эффективный способ повышения огнестойкости торфоизоляционных плит. Наклейка на поверхность торфоплит алюминиевой фольги (по мнению ЦНИИПО) повышает сопротивляемость торфоплит воздействию огня. Однако этот способ не является лучшим, так как при прочих равных условиях слои алюминиевой фольги будут создавать внутри теплоизоляционного слоя дополнительные пароизоляционные прослойки, способствующие конденсации паров и повышению влажности изоляционного слоя.

Пробковые плиты также относят к группе сгораемых изоляционных материалов. Их изготавливают из коры пробкового дерева — дуба. Спрессованная кора состоит из мельчайших замкнутых пор, в которых находится воздух. Поэтому пробковые плиты могут продолжительное время гореть без доступа кислорода извне и видимых признаков горения.

Наиболее распространенное изделие из числа пробковых плит — экспанзит, изготавливаемый путем термической обработки с последующим прессованием коры пробкового дуба при температуре 250—300°. Выделяющиеся при этом смолистые вещества склеивают кору в сплошную пористую плиту. Экспанзит имеет темно-коричневый цвет. Пробковые плиты, изготовленные на основе битума или смолы прессованием под давлением до 40 атм и при обычной температуре, имеют светло-коричневую окраску и значительно уступают по физико-механическим свойствам экспанзиту.

Пробковые плиты широко используют для теплоизоляции вертикальных и горизонтальных конструкций холодильников.

Камышитовые плиты изготовляют из сухих стеблей камыша толщиной от 3 до 6—7 мм желтого цвета с отрезанными метелка-

ми без листьев. Плиты прессуют на ручных или механических станках с последующей прошивкой обожженной проволокой.

Они могут быть с поперечным и продольным расположением стеблей камыша.

Камышитовые плиты так же, как и торфоплиты, могут продолжительное время гореть без поступления кислорода извне. Камышит в основном применяют для изоляции перегородок и перекрытий снизу.

За последнее время, особенно на объектах, проектируемых проектным институтом «Гипромясо», находят широкое применение теплоизоляционные древесно-волокнистые плиты, изготавливаемые из древесных или иных растительных волокон с различными добавками путем прессования и последующей сушки.

Из числа синтетических теплоизоляционных материалов следует указать на такие, как стиропор (или пенопласт) и мипора, которые относят к группе сгораемых материалов. Стиропор выпускают в виде плит размером $200 \times 750 \times 100$ мм, а также в виде скрупок и сегментов различной величины. Объемный вес стиропора—25—40 кг/м³, а коэффициент теплопроводности 0,025—0,040 ккал/м·час·град.

Мипора — пенистый материал, получаемый отверждением вспененной (воздухом в присутствии эмульгатора) мочевиноформальдегидной смолы. Выпускают мипору в блоках объемом 0,025—0,1 м³. Объемный вес мипоры равен около 20 кг/м³, а коэффициент теплопроводности составляет 0,026 ккал/м·час·град.

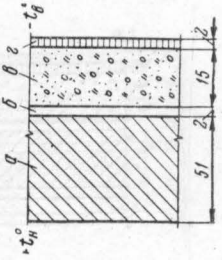
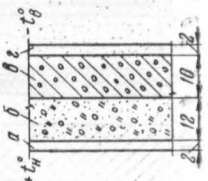
Сопоставляя объемные веса и коэффициенты теплопроводности органических и синтетических материалов с точки зрения пожарной безопасности, следует отдавать предпочтение синтетическим материалам (стиропор, мипора и др.), так как при прочих равных условиях для теплоизоляции здания холодильника их потребуется значительно меньше по объему и тем более по весу, чем органических материалов.

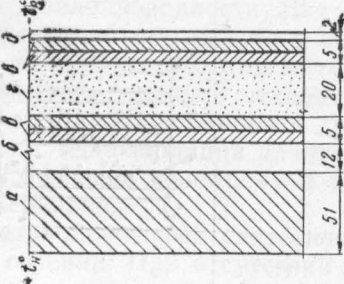
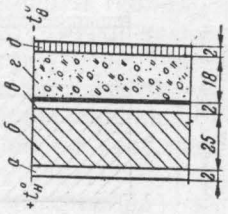
Недостаток некоторых синтетических материалов — их токсичность при горении. При отсутствии токсичности синтетические материалы могут найти широкое применение в строительстве.

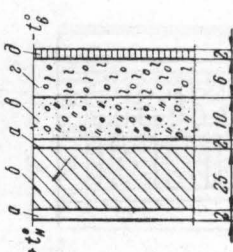
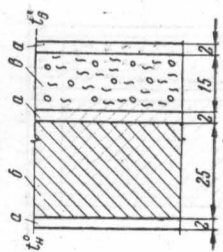
При возникновении пожаров в зданиях холодильников наибольшую опасность представляет горение изоляции у вертикальных конструкций, сопровождающееся передачей тепловых потоков в смежные этажи и помещения.

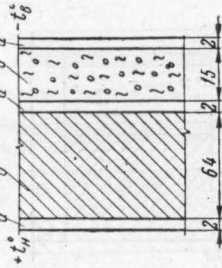
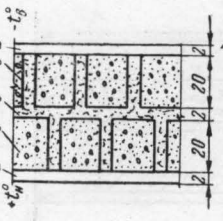
В связи с этим будет небезынтересным познакомить читателя с отдельными, наиболее характерными типами конструкций стен (табл. 2), имеющими сгораемую изоляцию. Знание свойств теплоизоляции позволит заранее наметить профилактические мероприятия для предупреждения пожаров при ремонте изоляции; а также принять эффективные меры по ликвидации возникшего пожара. Следует иметь в виду, что при теплоизоляции холодильников в прошлом и теперь допускают применение различных типов изоляции, что нежелательно, так как это может привести к ложному представлению о пожарной опасности теплоизоляционной рубашки.

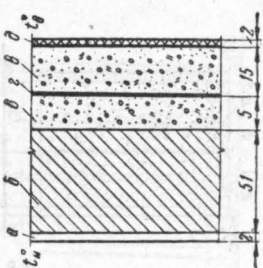
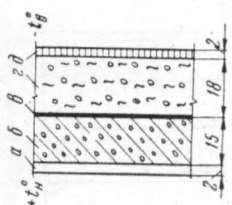
Схемы конструкций стен и сгораемой теплоизоляции

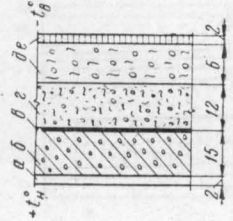
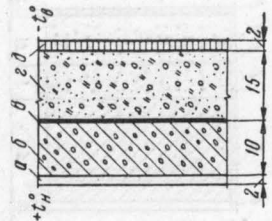
Месторасположение холодильника и его наименование	Конструкции наружных стен (размеры даны в см)	Примечания
Ленинград, Сергиевский холодильник	 <p>а — кирпич б — штукатурка в — пробковая плита г — штукатурка по металлической сетке</p>	
Ленинград, Черниговский холодильник Москва, Боевский холодильник	 <p>а — штукатурка по металлической сетке б — пробковая плита в — железобетон г — затирка</p>	

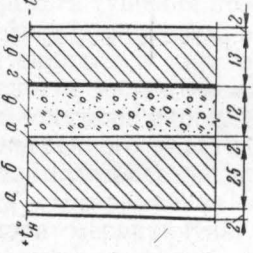
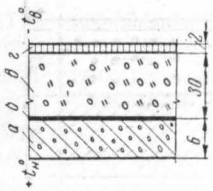
Месторасположение холодильника и его наименование	Конструкции наружных стен (размеры даны в см)		Примечания
Ленинград, Холодильник № 4 Москва, Холодильник № 3 Астрахань, Холодильник № 2		<p>а — кирпич б — воздушная прослойка в — обшивка из досок с прокладкой бумаги «Джизант» г — пробковые опилки д — штукатурка</p>	В Астраханском холодильнике № 2 вместо пробковых опилок применены древесные
Ленинград, Холодильник № 4 (2-я очередь)		<p>а — кирпич б — штукатурка в — пароизоляция г — пробковая плита д — штукатурка по металлической сетке</p>	

Месторасположение холодильника и его наименование	Конструкции наружных стен (размеры даны в см)	Примечания
Ленинград, Холодильник № 4 (2-я очередь)	 <p>а — штукатурка б — кирпич в — пробковая плита г — торфоплита д — штукатурка по металлической сетке</p>	
То же	 <p>а — штукатурка б — кирпич в — торфоплита</p>	

Месторасположение холодильника и его наименование	Конструкции наружных стен (размеры даны в см)	Примечания
Ленинград, Холодильник № 4 (2-я очередь)	 <p>а — штукатурка б — кирпич в — торфоплита</p>	
То же	 <p>а — штукатурка б — пенобетон в — теплый раствор</p>	

Месторасположение холодильника и его наименование	Конструкции наружных стен (размеры даны в см)		Примечания
Воронеж, Холодильник № 1		<p>а — штукатурка б — кирпич в — пробковая крупа г — металлический каркас д — шпаклевка</p>	
Ленинград, Холодильник № 4 Москва, Холодильник № 3		<p>а — затирка б — железобетон в — пароизоляция г — торфоплита д — штукатурка по металлической сетке</p>	

Месторасположение холодильника и его наименование	Конструкции наружных стен (размеры даны в см.)		Примечания
Астрахань, Холодильник № 2		<p>а — затирка б — железобетон в — паронизация г — мипора д — торфоплита е — штукатурка по металлической сетке</p>	
Москва, Казанский холодильник		<p>а — штукатурка б — железобетон в — паронизация г — пробковая плита д — штукатурка по металлической сетке</p>	

Месторасположение холодильника и его наименование	Конструкции наружных стен (размеры даны в см)		Примечания
Полтава, Холодильник мясокомбината	 <p>а — штукатурка б — кирпич в — пробковая плита г — паронизолация</p>		
Действующая типовая конструкция		<p>а — железобетонная плита б — паронизолация в — минеральная пробка г — штукатурка по металлической сетке</p>	<p>Типовые проекты холодильников с указаниями конструкциями наружных стен разработаны проектными институтами "Гипрохолод", "Гипромасо" и "Гипрорыбпром"</p>

ГЛАВА III

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ (РЕМОНТЕ) ХОЛОДИЛЬНИКОВ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Осуществление мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности при строительстве, реконструкции и ремонте зданий холодильников возлагают на руководителей строек и предприятий.

Они несут ответственность за организацию пожарной охраны в целом, за выполнение в установленные сроки необходимых противопожарных мероприятий, а также за наличие и исправное содержание средств тушения пожара.

На отдельных участках и объектах строительства, в цехах, мастерских, складах и т. п. ответственными за состояние пожарной безопасности являются начальники строительных участков и цехов, производители работ, бригадиры и мастера (соответственно объему вверенного участка или объекта).

Лица, ответственные за противопожарное состояние, обязаны обеспечивать своевременное выполнение предлагаемых органами Госпожнадзора мероприятий, следить за строгим соблюдением противопожарного режима, осматривать строящиеся здания и подсобные помещения (мастерские, склады и т. п.) перед их закрытием по окончании рабочего дня (выявленные при этом нарушения требований пожарной безопасности должны немедленно устранить).

На объекте должно быть организовано обучение всех рабочих и служащих правилам пожарной безопасности и действиям на случай возникновения пожара.

Лица, не прошедшие инструктажа о соблюдении мер пожарной безопасности, не должны допускаться к работе.

В целях ознакомления с правилами пожарной безопасности и действиями на случай возникновения пожара все рабочие и служащие должны пройти противопожарный инструктаж. В его процессе инструктируемые должны быть ознакомлены:

с действующими на строительстве противопожарными правилами и инструкциями;

с участками строительства и отдельными местами, наиболее опасными в пожарном отношении, в которых запрещается курить, применять открытый огонь;

с возможными причинами возникновения пожаров и мерами их предупреждения;

с практическими действиями в случае возникновения пожара (вызов пожарной помощи, использование первичных средств тушения пожара, эвакуация людей и материальных ценностей).

С рабочими и служащими наиболее пожароопасных участков строительства, а также с электрогазосварщиками и другими лицами, занятыми на огневых работах, должен быть проведен специальный пожарно-технический минимум, имеющий целью повышение работающими общих технических знаний и специальных правил пожарной безопасности, вытекающих из особенностей производства, а также более детальное обучение работающих приемам и способам пользования имеющимися на стройке средствами тушения пожара.

2. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Согласно СНиП (1962 г.) новостроящийся объект должен быть обеспечен противопожарным водопроводом высокого или низкого давления или системой противопожарных резервуаров и водоемов. Если объект размещают не далее 200 м от естественных водоисточников (реки, озера, моря), то противопожарное водоснабжение может быть организовано из этих источников с помощью устройства специальных площадок или водозаборных колодцев для установки пожарных автомобилей.

Пожарные гидранты, устанавливаемые на водопроводной сети, должны быть обеспечены подъездами шириной не менее 2,5 м, и их следует устанавливать не далее 2 м от дороги.

Для подъезда и установки пожарных автомобилей к естественным водоисточникам следует предусматривать устройство сквозных проездов или тупиковых подъездов с площадок 12 × 12 м.

Нормы расхода воды на наружное пожаротушение при строительстве холодильников при отнесении их по пожарной опасности к категории В и в зависимости от степени их огнестойкости и строительного объема целесообразно принимать по табл. 3.

Таблица 3

Нормы расхода воды на наружное пожаротушение

Степень огнестойкости зданий	Расход воды на один пожар в л/сек при объеме здания в тыс. м³				
	до 3	от 3 до 5	от 5 до 20	от 20 до 50	50
I и II	10	10	15	20	30
III	10	15	20	30	40
IV—V	15	20	25	—	—

При наличии противопожарных стен расход воды принимают для части здания, расположенной между этими стенами.

При строительстве временных противопожарных водопроводов сети могут прокладывать по поверхности земли или на небольшой глубине. В обоих случаях трасса водопровода должна быть надежно утеплена теплоизоляционными материалами (шлаком и др.) или земляным валом. Сети временных водопроводов предпочтительнее делать из стальных труб, так как их легче монтировать и демонтировать. При этом изоляция стальных труб при кратковременном сроке службы не требуется. При прокладке во-

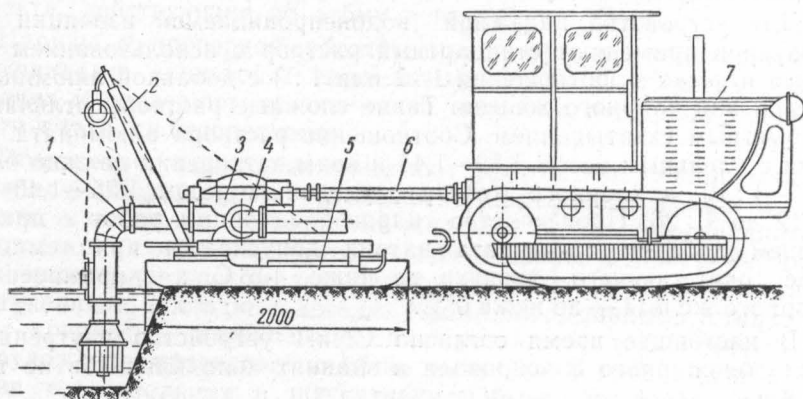


Рис. 15. Передвижная насосная станция ПНСТ-8Дв:

1 — всасывающая линия; 2 — стрела для подъема всасывающей линии; 3 — насос 8НДВ; 4 — фланцевое колено напорной линии; 5 — салазки и рама насоса; 6 — карданный вал; 7 — трактор С-80.

допроводной сети по поверхности земли для отбора воды на противопожарные нужды можно устанавливать пожарные гидранты.

Подача воды в сеть временного водопровода можно осуществлять с помощью артезианской скважины с достаточным расходом и напором воды, передвижных водозаборных насосных установок, применение которых особенно целесообразно при резких колебаниях уровня воды в водонсточниках.

Для подачи воды на противопожарные нужды можно использовать наземные передвижные насосные станции (рис. 15). Наземная станция марки ПНСТ-8НДв имеет насос типа 8НДВ производительностью 120—60 л/сек и с напором 20—50 м вод. ст., установленный на раме-салазках.

Насос соединен со всасывающим и нагнетательными трубопроводами гибкими шлангами. Опускание и подъем всасывающего трубопровода производят с помощью подъемника. Насос соединен с двигателем трактора С-80 при помощи карданного вала.

Передвижная насосная станция может также подавать воду и в пожарные рукава, если на строительной площадке отсутствует водопроводная сеть и пожарные автомобили.

Искусственные водоемы или резервуары устраивают при отсутствии или значительном удалении естественных водоисточников.

Полезная емкость пожарных водоемов или резервуаров определяют расчетом.

При водонепроницаемых грунтах наиболее целесообразно строить открытые водоемы. В фильтрующих грунтах целесообразно устраивать пожарные резервуары из сборного железобетона, кирпича, дерева или бутового камня.

Для устройства надежной водонепроницаемой изоляции резервуаров применяют стандартный раствор с использованием цемента и песка в соотношении 1 : 2 или 1 : 3 с добавкой алюмината натрия или хлорного железа. Такие сложные растворы отличаются быстрым схватыванием. Соотношение раствора алюмината натрия с удельным весом 1,32—1,44 и воды затворения должно быть 1 : 7—1 : 10, а хлорного железа с удельным весом 1,25—1,45—от 1 : 12 до 1 : 26. Производство гидроизоляционных работ с применением добавки алюмината натрия допускается при температуре окружающего воздуха не ниже +5°С, а с применением хлорного железа — не ниже 0°С.

В настоящее время согласно СНиП устройство внутреннего противопожарного водопровода в зданиях холодильников не требуется.

Там, где имеется внутренний противопожарный водопровод, его безотказность в работе обеспечивается следующими основными мероприятиями.

Учитывая, что в большинстве помещений холодильников поддерживают отрицательные температуры, пожарные стояки и краны следует устанавливать с теплоизоляционной рубашкой в лестничных клетках и бытовых помещениях.

Минимальную производительность каждой пожарной струи определяют расчетом, но во всех случаях она должна быть не менее 2,5 л/сек.

Обычно в холодильниках радиус компактной части струи не превышает 6 м, что соответствует расходу 2,5 л/сек.

В том случае, если по конструктивным или технологическим соображениям внутренний противопожарный водопровод нельзя держать под напором воды, необходимо предусматривать установку у каждого пожарного крана дистанционного пускателя пожарного насоса. Если на объекте смонтирована установка автоматического извещения о пожаре или для этой цели используют производственную автоматику, то устройство дистанционных пусковых устройств у пожарных кранов можно не предусматривать и пуск пожарного насоса можно осуществить при получении извещения о пожаре из машинного отделения.

3. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

Известно, что основным условием долговечности ограждающих конструкций холодильника и, следовательно, его пожарной безопасности является высокое качество теплоизоляционных работ. От того, насколько глубоко усвоят эти требования рабочие, инженеры и техники, будет зависеть безопасность холодильника как в период его строительства, так и эксплуатации.

До начала работ инженерно-технический персонал и пожарные работники должны тщательно изучить проектную документацию по теплоизоляции строящегося или реконструируемого объекта, действующие по этому вопросу инструкции.

Наряду с проверкой обеспеченности объекта необходимыми материалами, производят тщательный инструктаж бригадиров и рабочих и проверяют их знания по вопросам пожарной безопасности и техники безопасности.

Помещения, в которых намечают работы по теплоизоляции, должны быть тщательно убраны от строительного мусора и сгораемых материалов. Монолитные железобетонные конструкции освобождают от опалубки, которую, как правило, делают из сгораемых материалов, потом заделывают стыки и срезают ненужные выступающие закладные детали. Кроме того, заранее устанавливают крепления, необходимые для установки технологического оборудования, проверяют наличие выпусков и пробок для крепления теплоизоляции и штукатурки. Обычно теплоизоляцию из плитных материалов (торфоплиты, камышит и др.) крепят к основанию (стенам, перегородкам и т. д.) деревянными рейками, которые, в свою очередь, крепят к ограждающим конструкциям с помощью деревянных пробок и усиков из проволоки.

Теплоизоляция должна быть однородной. Наличие пустот в теплоизоляции не только ухудшит ее теплотехнические свойства, но и создаст благоприятные условия для развития пожара.

Для наблюдения за производством теплоизоляционных работ обычно выделяют мастера или инструктора, который контролирует их качество и безопасность. Кроме того, по линии пожарной охраны выделяют рабочего из числа членов добровольной пожарной дружины, который следит за соблюдением противопожарного режима на рабочих местах, за исправностью средств тушения пожара и принимает необходимые меры к ликвидации возможных загораний.

Ответственность за противопожарное состояние объекта возлагают на производителя работ, который организует из числа наиболее активных и квалифицированных рабочих добровольную пожарную дружину, лично контролирует производство огнеопасных работ и т. д.

Пароизоляционные работы. В целях защиты теплоизоляции от увлажнения в процессе эксплуатации холодильников в конст-

ружках ограждений с более теплой стороны предусматривают устройство пароизоляционного слоя. Обычно применяют два вида пароизоляции: обмазочную — покраска изолируемой поверхности горячим битумом, и оклеечную — оклейка изолируемой поверхности рулонными материалами на горячем битуме или битумной мастике.

При пароизоляционных работах обычно применяют битумы марки III, IV и V. Деление нефтяных битумов на марки производят на основе глубины проникания (пенетрация) в битум иглы — пенетрометра под давлением груза за 5 сек. при температуре 25°.

Всего принято шесть марок битума от 0 до V. Например, в битум марки 0 игла должна погрузиться не менее чем на 200 мм, а в битум марки V — от 5 до 20 мм.

Следует иметь в виду, что при ведении паро- и теплоизоляционных работ приходится иметь дело с большими количествами битума, поэтому неправильная организация разогрева битума, битуминоля, битумных мастик и т. д., его транспортировка, подогрев и применение могут привести к несчастным случаям с рабочими и к возникновению пожаров.

Не допускается добавление битума легковоспламеняющимися жидкостями. Для этой цели следует применять негорючие растворители, например зеленое масло.

Запрещается оставлять без присмотра котел с огнем в топке. В случае возникновения пожара следует закрыть крышку котла и с помощью огнетушителя, асбестового одеяла или песка потушить огонь.

Для приготовления горячей битумной грунтовки или битумного лака горячий битум, взятый из котла, охлаждают до температуры 100—150°, а затем смешивают с негорючим растворителем (например, зеленым маслом). Битум добавляют небольшими порциями при непрерывном перемешивании. Смешивание производят в несгораемых емкостях.

При вскипании расплавленного битума в котле необходимо убавить огонь в топке и удалить черпаком часть битума при непрерывном перемешивании.

Производство электрогазосварочных работ в помещении, где ведут работы с расплавленным битумом, не допускается.

В помещениях, где ведут грунтовку и окраску с помощью расплавленных битумных материалов, допускают местный подогрев битума в паровых котлах или в электрических ваннах, причем спирали электрованн должны быть закрытыми.

Перечисленные основные правила безопасного ведения битумных работ не являются исчерпывающими. В отдельных случаях при производстве паро- и теплоизоляционных работ в качестве растворителей битума применяют легковоспламеняющиеся жидкости, что приводит к образованию в помещениях взрывоопасных концентраций. Чтобы избежать взрыва и пожара, здесь следует предусматривать установку взрывозащищенного электрооборудования и создание воздухообмена такой кратности, которая обес-

печивала бы невозможность образования взрывоопасных концентраций в камерах и других помещениях холодильника.

В связи с дальнейшим развитием химической промышленности в стране и появлением новых негоряемых строительных материалов целесообразно постепенно заменять битум и его производные негоряемыми синтетическими смолами, которые в значительной степени будут снижать пожарную опасность холодильников.

В зимнее время во время производства оклеечной пароизоляции рулонные материалы выдерживают в теплом помещении до приобретения ими положительной температуры, а затем обрабатывают негорючим растворителем, например зеленым маслом.

Толщина слоя горячей битумной мастики для приклеивания рулонных материалов к стенам и перегородкам не должна превышать 3 мм. Верхний слой оклеечной пароизоляции окрашивают сплошным слоем битума.

Готовую пароизоляцию проверяют, составляют акт на скрытые работы и затем приступают к теплоизоляции.

Теплоизоляционные работы. Как уже отмечалось, наиболее пожароопасным периодом при строительстве зданий и сооружений, в том числе и холодильников, является производство теплоизоляционных работ. Выше отмечались пожароопасные свойства негоряемых теплоизоляционных материалов, поэтому здесь ограничимся изложением мер пожарной безопасности, характерных для этого вида работ при использовании плитных материалов. Прежде чем начать теплоизоляционные работы, необходимо своевременно и в достаточном количестве заготовить материалы, приспособления, механизмы, инструмент и тщательно изучить рабочие чертежи.

Плитные материалы (торфоплиты, плиты из минеральной ваты, камышитовые плиты и др.) следует хранить на специально отведенных местах в штабелях и под навесами.

Противопожарные разрывы между складами плитных материалов и холодильником должны быть не менее 16 м. Хранение этих материалов навалом и без соответствующих разрывов не допускается. Необходимо также обеспечивать раздельное хранение битума и изоляционных материалов.

Следует категорически запрещать вести теплоизоляционные работы без наличия противопожарных запасов воды и первичных средств тушения пожара. Обычно теплоизоляционные работы начинают после устройства крыши.

В виде исключения, иногда эти работы разрешают при наличии над изолируемым этажом не менее двух перекрытий. Эти меры предосторожности помогают предотвратить попадание воды в изоляцию.

При теплоизоляции широко используют склейку плитных материалов с помощью битума.

В последующем вместо различных плитных материалов будем рассматривать только один тип плит — торфоплиты как наи-

более опасные в пожарном отношении и наиболее широко используемые при строительстве. Торфоплиты толщиной до 30 мм склеивают в пакеты толщиной 60—90 мм. Лучше всего пользоваться точечной склейкой, так как такой способ исключает возможность образования пароизоляционных слоев внутри плиты, резко снижает расход битума и, следовательно, уменьшает пожарную опасность.

Устройство теплоизоляции горизонтальных поверхностей с подклейкой плит снизу не рекомендуется из-за эксплуатационных соображений, а также потому, что при их горении во время пожара будет чрезвычайно трудно отыскать очаг и его размеры.

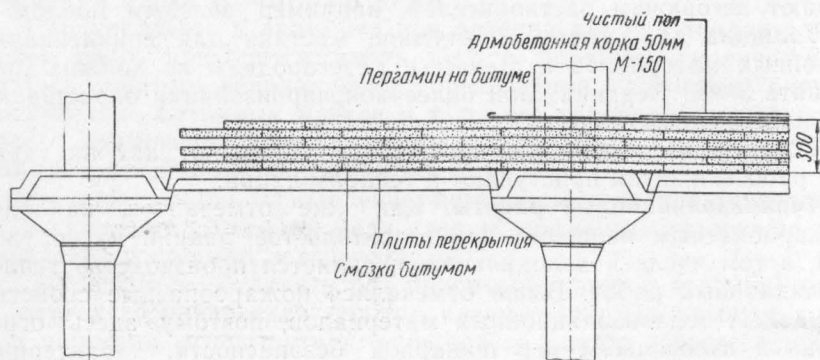


Рис. 16. Изоляция сборного перекрытия торфоплитами

Кроме того, по мере выгорания отдельные куски плит будут падать на продукцию, людей и вызывать несчастные случаи и возникновение новых очагов горения.

При изоляции горизонтальных и наклонных поверхностей по пароизоляционному слою первый слой торфоплит наклеивают на пароизоляционный слой с помощью битума, последующие слои укладывают насухо. На поверхность последнего слоя укладывают один слой пергамина, швы которого промазывают расплавленным битумом, а поверх его укладывают слой бетона (рис. 16).

При площади горизонтальной поверхности более 500 м² предусматривают устройство противопожарного пояса, разрезающего изоляционный слой по всей его высоте на отсеки площадью не более 500 м² каждый, а при наличии трудносгораемого изоляционного материала, например минераловатных плит с содержанием битума не более 5%, площадь одного отсека не должна превышать 1000 м².

Изоляцию монолитных вертикальных поверхностей (наружных и внутренних стен) выполняют в следующем порядке: первый слой торфоплит наклеивают на пароизоляционный сплошным слоем битума, а последующие слои — при помощи точечной наклейки. Деревянные рейки устанавливают по мере наклеивания

торфоплит. После наклейки первых двух слоев к пробкам, заделанным в кладке стен, крепят горизонтальные рейки, между которыми укладывают третий слой торфоплит. После этого устанавливают вертикальные рейки и между ними снова укладывают торфоплиты.

Швы между плитами по вертикали и горизонтали совпадать не должны. Их заделку производят с помощью горячей битумной мастики с наполнителем из крошки торфоплит. Открытую поверхность последнего слоя плит покрывают сплошным слоем битума.

Затем к вертикальным рейкам крепят металлический каркас, к которому привязывают металлическую сетку из мягкой оцинкованной проволоки диаметром 3 мм с ячейками 100×100 мм. Если в качестве изоляционных материалов используют плиты органического происхождения, то в нижней части стен и перегородок на высоту 1 м от пола крепят сетку с ячейками 5×5 мм от грызунов.

На рис. 17 показана теплоизоляция кирпичных стен торфоплитами.

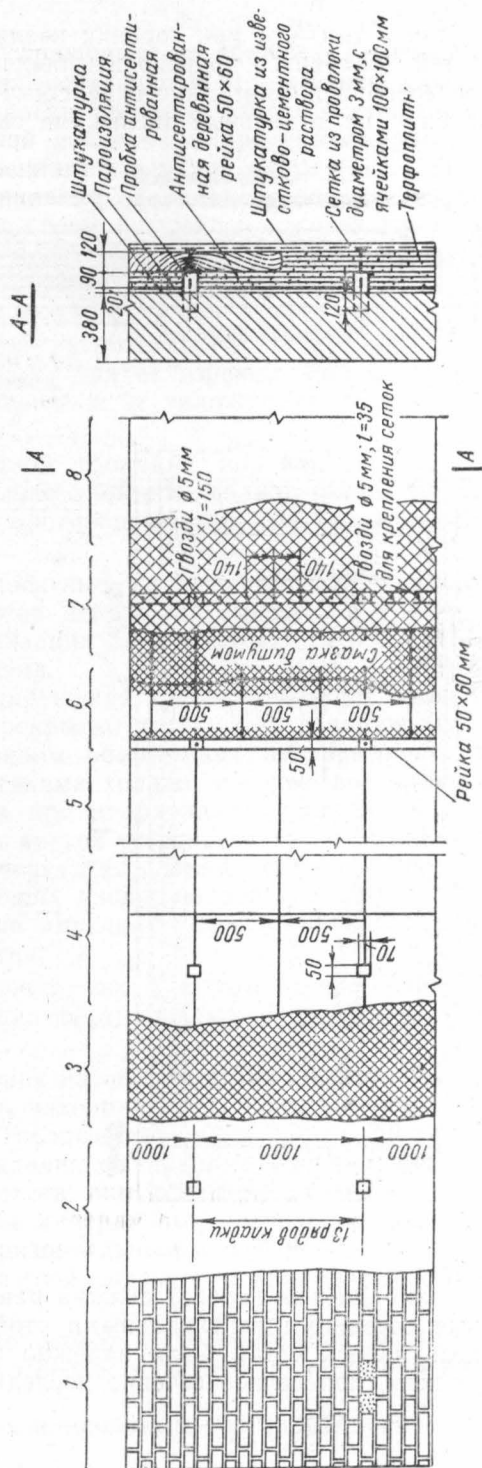


Рис. 17. Теплоизоляция кирпичных стен торфоплитами:

1 — заделка деревянных пробок при кладке; 2 — штукатурка цементным раствором; 3 — пароизоляция; 4 — наклейка 1-го слоя торфоплит; 5 — пробка реек; 6 — наклейка 2-го слоя торфоплит; 7 — устройство сетки из проволоки; 8 — штукатурка известково-цементным раствором.

В связи с тем, что при горении изоляции у вертикальных поверхностей приходится производить большие работы по ее вскрытию, целесообразно металлические сетки делить в вертикальном направлении на отдельные звенья, не связанные друг с другом.

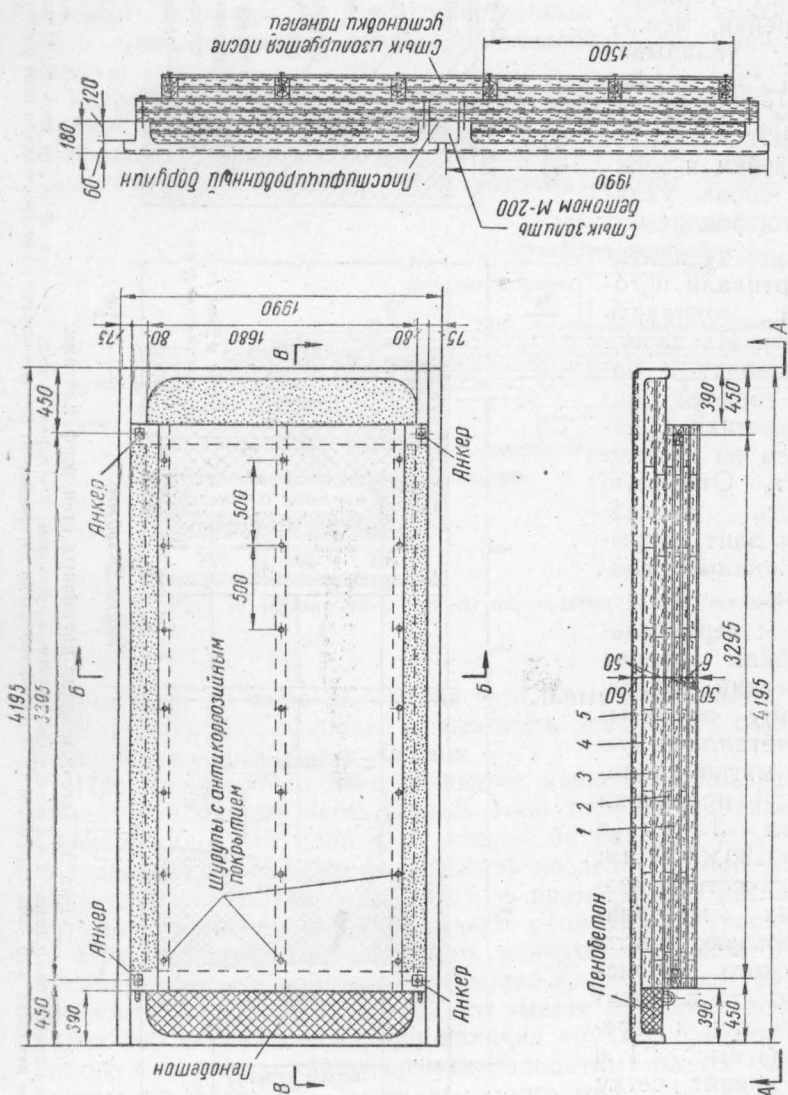


Рис. 18. Изоляция сборной железобетонной стеновой панели минераловатными плитами:
1 — асбестоцементный прессованный лист; 2 — шесть слоев плит на горячей битумной мастике; 3 — слой пластифицированного борюлита на горячей битумной мастике; 4 — холоднобитумная грунтовка; 5 — железобетонная плита.

Ширина этих звеньев (полос) должна равняться расстоянию между двумя соседними вертикальными стойками. Для того, чтобы отдельные полосы сетки были надежно прикреплены к деревянным стойкам, поперечное сечение последних целесообразно увеличить.

Устройство изоляции ограждений из сборных железобетонных панелей по каждой из них выполняют в отдельности. Каждая доставленная к месту установки стеновая панель состоит из железобетонной плиты, плитной изоляции и противопожарного пояса из пенобетона, расположенного в верхней части (рис. 18). Верхний слой изоляции выравнивают заподлицо с поверхностью деревянных стоек, покрывают слоем битума, в который втапливается асбестоцементный лист с последующим креплением его шурупами к стойкам.

Применение асбестоцементных листов вместо слоя штукатурки по металлической сетке значительно облегчает разборку теплоизоляционной конструкции при ее горении. Такой способ предохранения плитных материалов от увлажнения, видимо, является более прогрессивным.

При устройстве плитной изоляции наружных и внутренних стен холодильников большое внимание должно быть уделено качественному исполнению противопожарных поясов, о чем подробно говорилось выше.

Однако некоторые проектные организации, особенно при проектировании холодильников небольшой емкости, а также строительно-монтажные организации не выполняют этого требования строительных норм и правил.

Особенно часто эти нарушения требований норм проявляются в местах примыкания перекрытий и покрытий к наружным и внутренним стенам. Под видом обеспечения непрерывности теплоизоляции, борьбы с мостиками холода, которые возникают около противопожарных поясов при неправильном устройстве их, проектируют и выполняют в натуре устройство так называемых фартуков, пропускающихся через щели между стеной и перекрытием (покрытием) и соединяющих изоляцию вертикальных и горизонтальных поверхностей или имеющих недостаточной толщины разделку в виде плит покрытия.

При возникновении пожара огонь в этом случае свободно развивается по теплоизоляции вертикальных и горизонтальных поверхностей.

Например, пожар возник на первом этаже двухэтажного холодильника емкостью 300 т, находившегося в стадии монтажа холодильного оборудования. Теплоизоляционные работы были в основном закончены. Из-за наличия фартуков и недостаточной толщины противопожарных поясов, которые не разрезали сгораемую изоляцию между стенами и чердачным перекрытием, огонь свободно развивался по горизонтальным и вертикальным поверхностям, пожар принял затяжной характер и причинил большой материальный ущерб.

Теплоизоляцию трубопроводов и холодильного оборудования обычно выполняют только после испытания их и устранения всех недоделок.

Перед началом теплоизоляционных работ трубопровод и обо-

рудование отключают от холодильной установки и освобождают от хладагента.

Прежде чем наносить пароизоляционный слой, изолируемую поверхность тщательно очищают от ржавчины и высушивают. Трубопроводы изолируют сегментами и скорлупами, которые наклеивают с помощью битума. На последний слой изоляции наклеивают пергамин. После этого на трубопровод навивают проволоку, к которой крепят металлическую сетку. На сетку наносят штукатурку из смеси асбеста с цементом в отношении 1:4 и производят окраску.

Для того, чтобы сетку можно было легко сорвать при горении теплоизоляции на трубопроводе, ее следует разрезать по длине на отдельные звенья.

По технологическим условиям трубопроводы часто прокладывают через стены, перегородки и перекрытия, которые так же, как и трубопроводы, могут иметь сгораемую теплоизоляцию. В этих случаях в местах их пересечения следует предусматривать несгораемые вставки длиной не менее 1 м.

Кроме того, желательно, чтобы через каждые 5 м на трубопроводах со сгораемой и через 10 м с трудносгораемой изоляцией предусматривались такие же несгораемые вставки.

4. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ И СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ

Согласно классификации «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ) камеры и подсобные помещения большинства холодильников по пожарной опасности относятся к классу П-IIa. Помещения же машинных отделений, когда в качестве хладагента применяют аммиак или другой взрывоопасный газ, относят к классу В-Іб. Класс помещения обычно определяют технологи и электрики. В необходимых случаях пожарные специалисты могут давать консультации по вопросам пожарной безопасности при определении классности помещения и в выборе соответствующего электрооборудования. При этом необходимо обращать внимание на соответствие выбранных сечений проводов и кабелей допустимым и действительным токовым нагрузкам, а также на подбор соответствующей электрозащиты.

Следует обратить также внимание на отдельные правила монтажа электропроводки по строительным конструкциям холодильников, главным образом в труднодоступных для контроля местах.

Так, например, проход незащищенных изолированных проводов через перегородки со сгораемой или трудносгораемой теплоизоляцией выполняют раздельно (пофазно) для каждого провода.

Провод пропускают сквозь изоляционную трубку, которую оконцовывают в сухих помещениях втулками, а в сырых и при выходе наружу — воронками.

Во избежание появления конденсата на концах ввода (при разности температур в смежных помещениях) отверстия в стенах

заделывают мастикой, а втулки и воронки с обеих сторон заливают изолирующим компаундом, который изготавливают из нефтяных битумов марки III-У.

Сварочные работы. Пожары, возникающие при строительстве, реконструкции и эксплуатации холодильников от электрогазосварочных работ, являются наиболее частыми. Поэтому правильная организация этих работ на объекте имеет большое значение. Администрация, рабочие, бригадиры, мастера и т. д. должны четко знать правила безопасности ведения сварочных работ.

Прежде чем перейти к детальному рассмотрению безопасных условий работ по сварке и резке металлов, отметим наиболее важные режимные мероприятия, которые должны строго выполняться на объекте.

Во-первых, электрогазосварочные работы следует производить только в тех помещениях, где полностью закончены паро- и теплоизоляционные работы, убраны сгораемые и трудносгораемые отходы и материалы.

Во-вторых, категорически запрещается крепление заземляющих проводов при электросварке к металлическим сеткам теплоизоляции.

В-третьих, сварочные работы следует производить только с разрешения администрации объекта и при наличии на рабочих местах средств тушения пожара.

При большом фронте сварочных работ выставляют пожарные посты из числа работников пожарной охраны и членов добровольных пожарных дружин.

В связи с тем, что газосварочные работы ведут с применением ацетилена и кислорода, они представляют наибольшую взрыво- и пожароопасность.

Интервал взрывоопасных концентраций ацетилена с воздухом весьма широк и составляет: нижний предел взрываемости—2,2%, а верхний—82%.

При нарушении правил эксплуатации ацетиленовые генераторы могут взорваться. Причинами взрыва являются:

воспламенение ацетилена или взрыв его смесей с воздухом в результате самовоспламенения фосфористых водородов в начальный период пуска генератора;

обратный удар пламени от сварочной горелки при отсутствии гидравлического затвора или его неисправности;

быстрое повышение давления в генераторе выше допустимого предела в результате применения карбида кальция с большим содержанием карбидной пыли;

самовоспламенение ацетилена в реторте или его взрывчатый распад от действия высоких температур.

Для обеспечения безопасной работы с ацетиленовым генератором необходимо соблюдать следующие правила:

перед запуском генератора и в процессе работы проверять с помощью контрольных краников уровни воды в генераторе и гидравлическом затворе. Уровень воды в гидрозатворе следует

проверять не менее двух раз в смену и после каждого обратного удара пламени;

проверять плотность соединений, герметичность закрывания крышек реторт;

защищать шланги от механических повреждений и попадания на них расплавленного металла;

при нагреве горелки до температуры 400° прекратить работу, закрыть ацетиленовый и кислородный вентили, а горелку охладить в водяной ванночке;

загрузку корзинок производить не более чем наполовину их объема. Размер зерен карбида кальция в зависимости от типа генератора должен быть 15—25 мм. Нельзя применять для загрузки корзинок карбидную пыль и мелочь;

при обратном ударе пламени перекрыть вентили ацетилено- и кислородопровода, а горелку охладить в водяной ванночке;

периодически проверять гератоль (очиститель ацетилена). Темно-зеленая или темно-бурая окраска гератоля указывает на то, что он полностью прореагировал и подлежит замене. 1 кг гератоля способен очистить от примесей 20 м^3 ацетилена.

В практике наиболее распространены кислородные баллоны емкостью 40—50 л. При давлении 150 атм сорокалитровый баллон вмещает 6 м^3 кислорода.

Эксплуатация кислородных баллонов требует особой осторожности. При обращении с кислородным баллоном необходимо убедиться в отсутствии на штуцере вентиля баллона видимых следов масла и жиров и исправности соединительной резьбы на вентиле.

При установке кислородных баллонов на строительной площадке следует избегать тех мест, где возможно попадание масла на баллоны. Кислородные баллоны должны устанавливаться не ближе 10 м от места сварочных работ. Если такой возможности нет, то между баллонами и рабочим местом сварщика (резчика) следует установить ширму из негорючих материалов высотой не менее 1,5 м.

При обратном ударе пламени и загорании шлангов во время газовой сварки и резки металла следует немедленно перекрыть вентили кислородного и ацетиленового баллонов.

Отбор кислорода из баллона должны производить до остаточного давления не ниже 0,5 атм.

При эксплуатации кислородных баллонов опасность взрыва или пожара может возникнуть в результате следующих неисправностей вентиля:

поломки конического хвостовика вентиля (при этом выходящая струя газа и металлические части вентиля могут ранить рабочего);

поломки муфты, шпинделя или клапана, вследствие чего при вращении маховичка вентиль не открывается и газ не выходит из баллона;

плохого состояния резьбы на боковом штуцере вентиля (при сработанной резьбе газ может сорвать редуктор).

При электродуговой сварке и резке металлов основное внимание следует уделять вопросам правильного подбора электрозащиты, исправности изоляции питающих и заземляющих проводов. Однопостовые сварочные двигатели-генераторы и трансформаторы защищают предохранителями только со стороны питающей сети.

Для подвода тока к электроду следует применять изолированные гибкие провода, например марки ПРГД, в защитном шланге. Соединение жил сварочных проводов производят при помощи опрессовки, сварки, пайки и специальных зажимов. Оконцевание проводов следует производить с помощью медных наконечников.

Категорически запрещается использовать в качестве обратного провода металлические конструкции и сетки, установленные под штукатуркой, трубопроводы и технологическое оборудование. Обратный провод от свариваемого изделия до источника тока должны выполнять изолированным проводом, аналогичным прямому. Электросварочная установка на все время работ должна быть надежно заземлена.

Остатки электродов при замене новыми должны быть собраны в металлический ящик, устанавливаемый у места сварочных работ.

При бензо-керосинорезных работах нужно применять однородное горючее без наличия воды и других примесей. Обычно бачок для горючего заполняют не более чем на $\frac{3}{4}$ его объема. Бачок испытывают на давление 8 *ати*, а рабочее давление не должно превышать 5 *ати*. Давление контролируют манометром, устанавливаемым в корпусе бачка, и предохранительным клапаном.

Перед началом и в ходе работы необходимо тщательно проверять исправность бензо-керосинореза, плотность соединений шлангов на ниппелях и исправность резьбы в накидных гайках и головках.

На право производства огневых работ рабочий должен получить письменное разрешение.

5. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ МОНТАЖЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Потребность народного хозяйства в холоде настолько велика, что полностью удовлетворить ее, например, за счет плавления льда и применения различных холодильных смесей невозможно. На помощь пришел совершенно иной принцип получения холода — машинное охлаждение. Машинное охлаждение в сочетании с хорошей теплоизоляцией холодильников позволяет длительное время хранить скоропортящиеся продукты, меха и т. д.

Низкие температуры не влияют на вкусовые качества продуктов. Холод только замедляет или совсем прекращает развитие в них вредных бактерий.

Машинное охлаждение основано на получении холода за счет

изменения агрегатного состояния охладителя (хладоагента), который кипит при низких температурах с отводом от окружающей среды или тела необходимой для этого теплоты парообразования. Для последующей конденсации паров требуется увеличение давления и повышение температуры. Для этой цели и используют холодильные установки.

Пожарная опасность холодильных установок обуславливается тем, что в них, как правило, циркулируют горючие газы и жидкости, которые в смеси с кислородом воздуха могут образовывать взрывоопасные концентрации.

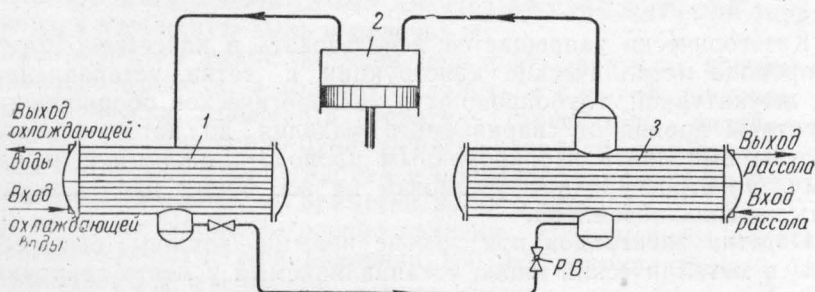


Рис. 19. Принцип действия компрессионного холодильника:

1 — конденсатор; 2 — компрессор; 3 — испаритель.

Пожарная опасность, краткая характеристика и способы тушения пожаров холодильных агентов приводятся в табл. 4.

Одним из основных требований, предъявляемых к хладоагентам, является их взрывоопасность и негорючесть, неагрессивность к металлам и нетоксичность.

По своим свойствам хладоагенты подразделяют на группы с высокими (выше 0°C), средними (ниже 0°C) и низкими (ниже 50°C) температурами кипения при атмосферном давлении, что определяет область их применения.

В настоящее время в холодильной промышленности наибольшее применение в качестве хладоагента имеет аммиак (NH_3), а в небольших холодильных установках — различные фреоны (галондопроизводные метана, этана и бутана), являющиеся в большинстве безвредными веществами.

На рис. 19 показана принципиальная схема паровой компрессионной холодильной машины.

Сжатый в компрессоре пар (например, аммиачный) подают в конденсатор, по трубам которого протекает вода. Вследствие охлаждения пар на наружной поверхности труб конденсируется, т. е. переходит в жидкое состояние. В регулирующем вентиле (РВ) происходит дросселирование жидкости до давления в испарителе, куда она поступает после вентили. Пары, образующиеся

при кипении жидкости в испарителе, отсасывают компрессорами, а охлажденный рассол подают к потребителю. Испарители или охлаждающие батареи можно помещать в холодильной камере для непосредственного охлаждения среды.

Кроме основной аппаратуры холодильной компрессионной установки, показанной на рис. 19, имеется также много вспомогательной аппаратуры. К ним относят:

переохладители жидкого аммиака, служащие для понижения его температуры ниже температуры конденсации при том же давлении и увеличения холодопроизводительности;

ресиверы или сборники жидкого аммиака, служащие для разгрузки конденсатора от жидкого аммиака и создания его запаса для равномерного питания регулирующей станции. Дренажные ресиверы предназначены для спуска жидкого аммиака из испарителей при оттаивании батарей горячим паром, а также для предупреждения возможного взрыва аммиака при пожаре;

маслоотделители, улавливающие масло, увлекаемое парами аммиака из компрессора; воздухоотделители, фильтры, промежуточные сосуды и т. д.

На рис. 20 показана принципиальная схема холодильной аммиачной установки с аммиачным циркуляционным насосом.

Желающих более детально ознакомиться с устройством холодильной установки и calorическими расчетами отсылаем к специальной литературе.

Известно, что наиболее распространенный хладоагент — аммиак, хотя и обладает меньшей пожарной опасностью по сравнению с другими пожаро-взрывоопасными газами (ацетилен, водород и др.), тем не менее в практике отмечено немало случаев его взрывов, приводивших к тяжелым последствиям. Причем эти аварии связаны, в основном, с небрежным отношением обслуживающего персонала к своим обязанностям.

Согласно литературным данным в США, например, из 500 случаев аварий на холодильных установках, происшедших до 1950 г., более половины связано с ошибками людей.

Одна из основных причин взрывов в холодильных установках — попадание воздуха в систему и повышение температуры в аппаратах до температуры самовоспламенения паровоздушной смеси.

Учитывая практический опыт и пожарную опасность аммиака, СНиП предусматривают вынос машинного отделения холодильной установки в одноэтажное, пристроенное к основному корпусу здание не ниже II степени огнестойкости (рис. 21). По пожарной опасности машинное отделение отнесено к категории Б.

Эти требования в ряде случаев забываются проектировщиками и строителями, которые иногда допускают встроенные машинные отделения.

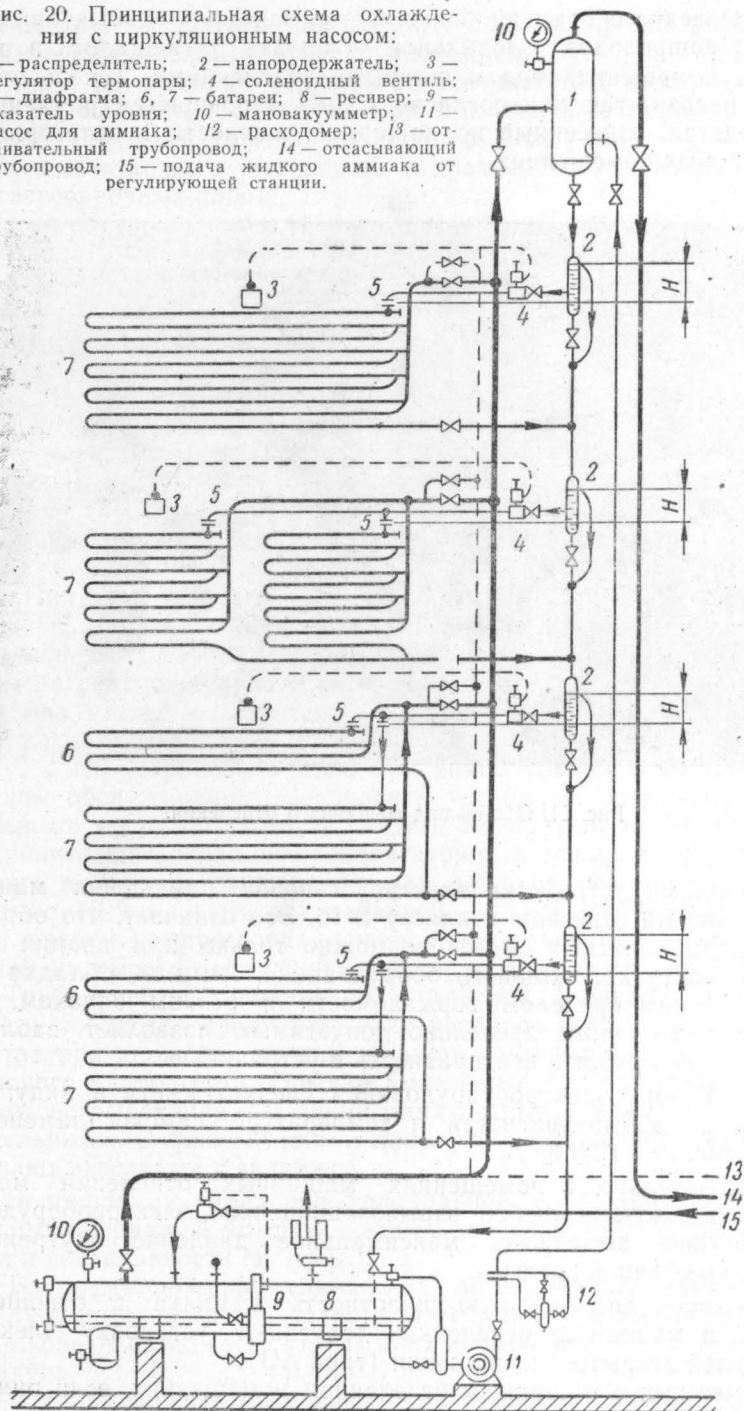
Известно, что при благоприятных условиях давление при взрыве аммиака может достигнуть $3,5 \text{ кг/см}^2$, что значительно превышает величину разрушающего давления на несущие конструкции здания.

Пожарная опасность холодоильных агентов

Холодоильные агенты	Формула	Температура в °С				Плотность по воздуху	Нижние и верхние пределы взрываемости в воздухе		Краткая характеристика и средства тушения
		вспышки	кипения	плавления	самовоспламенения		в % по объему	в г/м³	
Аммиак	NH_3	-2	-33,4	-77,7	650	0,597	13—28	92—190	Бесцветный газ с острым запахом. При горении тушат инертными газами
Бутан	C_4H_{10}	-60	0,6	-135	430	2,0	1,5—8,5	33—158	Горючий газ, воспламеняется при содержании в смеси 12,1—14,5% кислорода. Тушат инертными газами
Пропан	C_3H_8	—	-42,2	-187,1	466	1,52	2,1—9,5	39—134	Горючий газ, воспламеняется при содержании в смеси 11,4—14,3% кислорода. Тушат инертными газами
Хлористый метил	CH_3Cl	—	-24	-97,7	638	1,78	7,6—19,7	170—360	Бесцветный горючий газ при горении образует фосген
Этан	C_2H_6	—	-88,6	-172	510	1,04	3—15	39—199	Бесцветный горючий газ, воспламеняется при содержании в смеси 11,0—13,4% кислорода. Тушат инертными газами
Этилен	C_2H_4	—	-103,9	-169,4	540	0,97	2,75—34	48	Бесцветный горючий газ, воспламеняется при содержании в смеси 10—11,7% кислорода. Тушат инертными газами
Эфир метиловый этиловый	$\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$	-37	6,4	—	190	2,07	2—15,4	60—480	Легковоспламеняющаяся жидкость. Тушат инертными газами
Метан	CH_4	—	161,5	-184	537	0,55	4,9—16	—	Бесцветный горючий газ, воспламеняется при содержании в смеси 12,1—14,6% кислорода
Дихлорметан (фреон 30)	CH_2Cl_2	-14	50	-96,7	635	2,91	8,8—11,1	—	Жидкость. При горении тушат химической, воздушно-механической пенами и распыленной водой

Рис. 20. Принципиальная схема охлаждения с циркуляционным насосом:

1 — распределитель; 2 — напородержатель; 3 — регулятор термопары; 4 — соленоидный вентиль; 5 — диафрагма; 6, 7 — батареи; 8 — ресивер; 9 — указатель уровня; 10 — мановакуумметр; 11 — насос для аммиака; 12 — расходомер; 13 — оттаивательный трубопровод; 14 — отсасывающий трубопровод; 15 — подача жидкого аммиака от регулирующей станции.



До последнего времени большинство вспомогательных аппаратов и трубопроводов холодильной установки размещалось в подвальных помещениях под машинными отделениями. Теперь этого делать нельзя, так как согласно СНиП запрещается размещать производства, отнесенные по пожарной опасности к категории Б в подвальных помещениях.

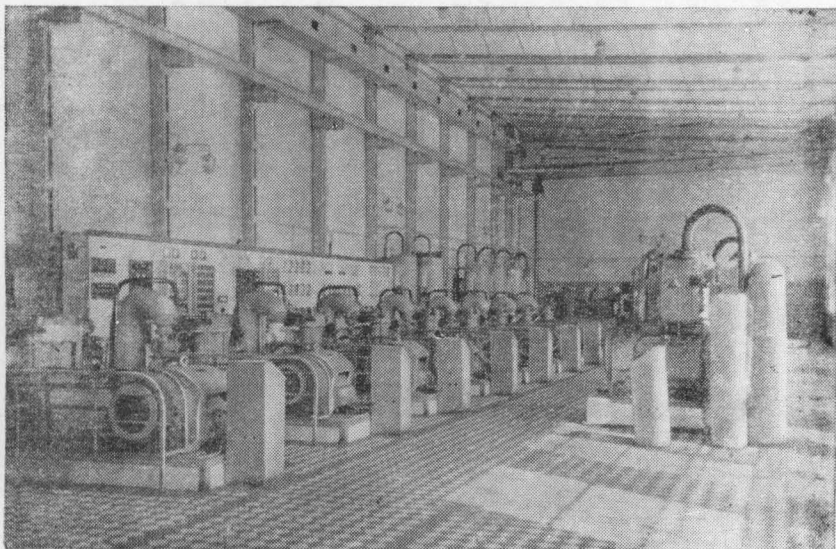


Рис. 21. Общий вид машинного отделения.

Правилами устройства электроустановок помещения машинных отделений отнесены к классу В-Иб. Это означает, что образование взрывоопасных смесей возможно только при аварии или неисправности холодильного оборудования. Аммиак, обладая высоким нижним пределом взрываемости и резким запахом, при концентрациях ниже предельно допустимых позволяет заблаговременно обнаружить неисправность и устранить ее.

При выборе электрооборудования следует иметь в виду, что аммиак по взрывоопасности и температуре самовоспламенения смеси отнесен к группе А.

Следовательно, в помещениях машинных отделений может быть использовано любое взрывозащищенное электрооборудование, могущее выдержать максимальное давление внутреннего взрыва аммиачной среды.

Учитывая значительную инертность аммиака в отношении взрыва, в машинных отделениях допускают установку электродвигателей открытого исполнения (типа АО).

В смежных с машинным отделением помещениях, если они от-

делены друг от друга одной стеной с дверью, вообще разрешают пользоваться любым электрооборудованием.

Одним из основных условий, обеспечивающих пожарную безопасность машинных отделений при монтаже холодильного оборудования, является тщательная очистка монтажного участка от сгораемых отходов и материалов и правильная организация электрогазосварочных работ.

После того, как монтаж холодильного оборудования закончен, производят испытание холодильной установки. Испытания включают в себя: опробование компрессоров под нагрузкой; продувку аммиачной системы воздухом для очистки от песка, ржавчины и окалины при давлении 6 *ати* и проверку герметичности запорной арматуры; испытания системы на герметичность давлением воздуха во всасывающей линии — 12 *ати* и в нагнетательной — 18 *ати*. Систему считают исправной, если давление в течение 6 час. упадет не более чем на 10%.

•Подогревание баллонов с аммиаком для ускорения наполнения системы запрещается из-за опасности взрыва.

Основные требования для безопасной работы излагают в правилах техники безопасности на аммиачных холодильных установках. При этом необходимо указать на следующие наиболее вероятные источники воспламенения воздушно-аммиачной среды: высоконагретые аппараты; перегрузка силовой электросети и ее нагрев; нагрев подшипников; статическое электричество, возникающее при движении аммиака по трубопроводам и трении ремешных передач. Все эти возможные причины взрывов и пожаров могут быть устранены только при внимательном и квалифицированном обслуживании холодильной установки. Например, чтобы избежать сверхдопустимого нагрева аппаратов, необходимо предохранительные клапаны конденсаторов и испарителей отрегулировать на начало открывания при давлении на нагнетательной стороне 18 *ати*, а на всасывающей — 12,5 *ати*. Предохранительный клапан компрессора должен открываться при разности давлений на высокой и низкой стороне, не превышающей 16 *ати*.

Трубопроводы холодильных установок надежно соединяют между собой для предупреждения разрядов статического электричества при движении по ним жидкого аммиака и другого взрывоопасного хладагента. Обычно аммиачные трубопроводы окрашивают: всасывающие — в синий, жидкостные — в желтый и нагнетательные — в красный цвета; направление движения аммиака отмечают стрелками у задвижек.

В машинном отделении холодильной установки ведут специальный журнал, в котором делают записи о работе, регулировании и неисправности системы.

Во время пожарно-технических обследований холодильников следует интересоваться содержанием записей в журнале.

Выше указывалось, что аммиак опасен в смеси с кислородом воздуха.

В связи с этим обслуживающий персонал должен тщательно

следить за признаками, сигнализирующими о наличии в системе воздушно-аммиачной смеси. Чтобы не было подсоса воздуха в систему, в ней постоянно поддерживают давление выше атмосферного. Наличие воздуха в системе можно определить по дрожанию стрелки нагнетательного манометра конденсатора или при температуре конденсации паров аммиака выше температуры отходящей воды на 5—8°. Сильное нагревание нагнетательной стороны компрессора (более 110°С) также указывает на наличие воздуха в системе.

Для удаления воздуха из системы останавливают компрессор и в течение 30—40 мин. пропускают холодную воду через конденсатор. Затем к воздухопускному вентилю присоединяют резиновый шланг, другой конец которого опускают в сосуд с водой, и открывают вентиль. Воздух из системы выходит в виде пузырьков. Отсутствие пузырьков указывает на то, что в системе воздуха нет.

При нормальной работе холодильной установки температура испарения аммиака на 5—6° ниже температуры рассола, выходящего из испарителя, а температура конденсации на 5—7° выше температуры воды, выходящей из конденсатора; отсутствуют пропуски аммиака и ненормальные стуки в компрессоре; электродвигатели и подшипники нагреваются до температуры 50—60°С и т. д.

При наполнении или опорожнении системы используют баллоны емкостью от 20 до 60 л. Как и другие газы, аммиак в баллоне представляет известную опасность, особенно, если баллон нагревается. Увеличение давления в баллоне при нагревании может привести к его разрыву и образованию взрывоопасной концентрации. Чтобы избежать этого, баллоны не следует нагревать выше 35°С. Поэтому баллоны с аммиаком обычно размещают не ближе 10 м от открытых источников огня и не ближе 5 м от отопительных приборов.

Для того, чтобы не перепутать баллоны с аммиаком с другими баллонами, их окрашивают в желтый цвет и делают надпись черной краской — «Аммиак».

При пожаре из помещения, в первую очередь, следует вынести баллоны с аммиаком, а если такой возможности не имеется, то образовать обильное орошение их водой.

Обладая токсичными и обмораживающими свойствами, аммиак очень опасен при пожарах, когда при деформации отдельных участков холодильной системы он проникает на рабочие места пожарных. Работники пожарной охраны и обслуживающий персонал должны уметь оказывать друг другу доврачебную помощь при отравлении аммиаком.

При удушье следует вынести пострадавшего на чистый воздух и, при необходимости, сделать искусственное дыхание, а также вызвать врача и сменить одежду.

При обмороживании, если аммиак попал на кожу, обмороженный участок следует осторожно растереть марлевым тампоном

до появления чувствительности и покраснения кожи, а затем обмороженный участок протереть спиртом и наложить повязку. При образовании пузырей поврежденный участок следует забинтовать и пострадавшего направить к врачу.

Если аммиак попал в глаза, их следует промыть струей воды с температурой 16—20° С, закапать в глаза 2—4%-ный раствор борной кислоты, а затем обратиться к врачу.

Автоматические средства извещения о пожаре.

В последнее время в холодильной промышленности получили широкое распространение автоматические устройства для регулирования заданных температурных режимов в камерах хранения продуктов. Не останавливаясь подробно на назначении и устройстве автоматических приборов, укажем лишь на термометр сопротивления и логометр, которые предназначены для измерения температуры воздуха в камерах хранения продуктов.

Учитывая, что термометр сопротивления типа ЭТМ-ХП дает показания в пределах от —50 до 100° С, его можно использовать и для обнаружения пожара в камере. Прибор (рис. 22) укреплен на корпусе из пластмассы и защищен латунным чехлом с отверстиями для воздуха.

При изменении температуры в камере электрическое сопротивление медного проводника термометра заметно меняется, что регистрируют чувствительными электрическими приборами и логометром ЛПР-53 (рис. 23), устанавливаемым в машинном отделении.

Логометр имеет пределы измерения температуры от —50 до 100° С.

Использование этих приборов для противопожарной защиты делают излишним устройство специальной системы автоматических пожарных извещателей. Желательно, чтобы термометры сопротивления ЭТМ-ХП устанавливались ближе к перекрытию и преимущественно в проходах между штабелями продуктов и товаров. Ориентировочно их можно устанавливать из расчета — один на 10 м² площади пола, не далее 6 м друг от друга и не более 3 м от стены. Очевидно, целесообразно термометры сопротивления в пределах одной камеры подключать параллельно по несколько штук в одну пару проводов, что снизит затраты на устройство кабельных проводов.

Из числа специальных автоматических пожарных извещателей, разработанных ЦНИИПО, можно рекомендовать тепловые извещатели типа ПТИМ-1 и ПТИМ-2.

Эти извещатели, имея полупроводниковые термосопротивления, реагируют на повышение температуры окружающей среды от

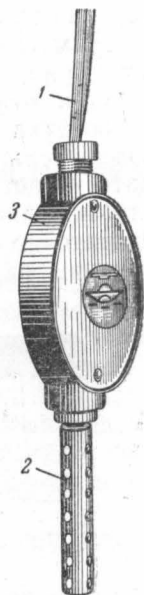


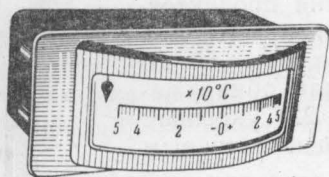
Рис. 22. Внешний вид термометра сопротивления ЭТМ-ХП:

1—электропровод;
2—перфорированный чехол; 3—головка.

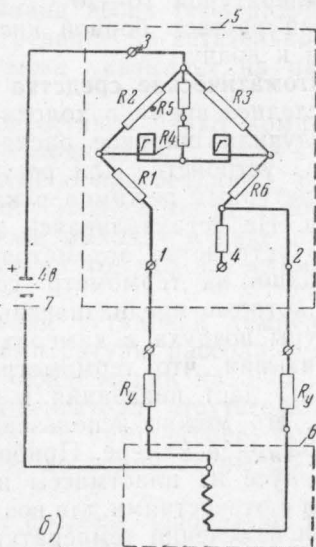
—30 до 40° С с относительной влажностью воздуха до 90%. Контролируемая площадь — от 10 до 30 м². Питание осуществляют постоянным током напряжением 60—120 в с потреблением энергии от 0,0015 до 0,007 вт.

Кроме тепловых извещателей, можно использовать извещатели, реагирующие на продукты горения (дым).

Дымовые извещатели работают при температуре от 30 до 60° С и относительной влажности воздуха до 80%. Один такой извещатель может контролировать площадь от 50 до 100 м². Его инерционность очень мала. Достаточно сказать, что при попадании на извещатель неболь-



а)



б)

Рис. 23. Логометр ЛПР-53:

а — внешний вид; б — принципиальная схема соединения логометра и термометром сопротивления и источником питания: 1, 2, 3, 4 — зажимы; 5 — логометр; 6 — термометр сопротивления; 7 — источник питания; R_y — уравнительные катушки; R_1 — R_3 — плечи моста.

шого количества дыма, создаваемого тлеющим фитилем диаметром 3 мм, он срабатывает не более чем через 5 сек. Питание осуществляют постоянным током напряжением 220 вт, потреблением энергии 0,0025 вт. Эффективность этого датчика при покрытии его инеем резко падает.

ГЛАВА IV

ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ХОЛОДИЛЬНИКАХ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Развитие пожара в здании холодильника и специфические особенности его тушения обуславливаются прежде всего тем, что в этих зданиях, имеющих сложные объемно-планировочные решения, концентрируется большое количество продукции, а также наличием теплоизоляционной рубашки.

Кроме того, характерной особенностью холодильников, по сравнению с большинством промышленных и гражданских зданий и сооружений, является отсутствие оконных проемов в наружных стенах здания.

Холодильники — это своеобразные многоэтажные подвалы, в которых пожары очень трудно поддаются тушению.

Следует также отметить и то, что пожары в холодильниках не только выводят из строя часть продукции, подвергающейся непосредственному воздействию температуры и продуктов горения, холодильное оборудование и строительные конструкции, но и резко сокращают их пропускную способность, что порой приносит гораздо большие убытки народному хозяйству, чем прямые убытки от пожара.

Анализ пожаров в холодильниках показывает, что как и в других зданиях, пожар имеет в основном три фазы своего развития.

В течение первой фазы, которая при горении, например, торфоплит, оштукатуренных по металлической сетке, может продолжаться несколько часов без заметного повышения температуры в окружающей среде и выделения продуктов горения. За этот период происходит аккумуляция теплоты в очаге горения, плавится битум, в конструкции образуются пустоты, по которым идет дальнейшее развитие горения.

При достижении некоторой критической точки возникает пламенное горение на определенном участке, скорость развития пожара возрастает, начинается его вторая фаза.

Для второй фазы развития пожара характерно быстрое повышение температуры в окружающей среде и выделение большого количества продуктов горения (дыма).

Наконец, наступает третья фаза, когда развитие пожара (начало ликвидации пожара) останавливается и происходит постепенное снижение температуры в окружающей среде.

Визуальные наблюдения и анализ пожаров показывают, что три фазы развития пожара в холодильнике, при прочих равных условиях, по своей продолжительности могут изменяться в зависимости от места возникновения горения. Так, например, если происходит горение продукции, то продолжительность первой фазы может быть незначительной. Зато вторая фаза может продолжаться многими часами, так как в этом случае из-за замкнутых объемов холодильных камер, температура среды длительное время будет оставаться высокой, что крайне сковывает действия пожарных подразделений.

Несомненно, что успешной борьбе с пожарами в зданиях холодильников будут содействовать глубокое оперативно-тактическое изучение объемно-планировочных и конструктивных особенностей этих зданий и разработка оперативных планов тушения пожара.

В ходе оперативно-тактического изучения необходимо внимательно ознакомиться с холодильной установкой и совместно с инженерно-техническим персоналом отработать приемы по спуску холодильного агента из системы, так как на пожарах возможны случаи повреждения и деформации трубопроводов и испарительных батарей и выхода из них, например, аммиака с последующим образованием взрывоопасной и удушливой среды в холодильных камерах. Это, в свою очередь, может вызвать дальнейшее развитие пожара, а также значительно затруднит работу личного состава и увеличит опасность отравления людей.

Важное значение следует придать изучению конструктивных особенностей материалов и расположения противопожарных поясов в тепловой рубашке холодильника.

При разработке оперативного плана тушения пожара надо обязательно иметь чертежи, планы этажей, разрезы перекрытий, покрытий, стен и перегородок при наличии сгораемой или трудно-сгораемой изоляции, а также аксонометрическую схему холодильной установки с указанием расположения задвижек для отключения холодильного оборудования в аварийных камерах и спуска агента в дренажный ресивер. В действующих холодильниках необходимо предусмотреть мероприятия по эвакуации продукции, привлечению компрессорных машин из народного хозяйства для производства работ по разборке и вскрытию конструкций.

Важное значение для тушения пожара и сохранения продукции имеют вопросы локализации дымовых газов. С этой целью предварительно намечают места вскрытия стен и перекрытий для выпуска дымовых газов. При тушении пожара следует принимать меры по герметизации дверных и других проемов в смежных с аварийной камерами.

В оперативном плане тушения пожара следует кратко описать

технологии складирования продукции, а на чертежах с планами этажей показать расположение технологических проходов.

Здесь же полезно будет разработать мероприятия по освещению боевых позиций.

При недостаточном противопожарном водоснабжении в плане должны быть разработаны варианты подвозки воды автоцистернами или подачи ее вперекачку.

Все эти организационно-технические мероприятия, проведенные заранее и усвоенные начальствующим составом пожарной охраны и работниками холодильников, позволят успешно ликвидировать возможные пожары на этих объектах.

2. РАЗВИТИЕ ПОЖАРОВ В ЗДАНИЯХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

В практике известны случаи, когда первая фаза развития пожара длится более суток.

Например, в одном реконструируемом шестизэтажном здании холодильника на шестом этаже производили срезку металлических конструкций с помощью электросварочного аппарата и нарушили требования пожарной безопасности. Через тридцать шесть часов пожар был обнаружен сторожем.

Горела в основном изоляция аммиачных вертикальных трубопроводов, защищенная слоем штукатурки по металлической сетке. Было установлено, что горение изоляции трубопроводов происходило сверху вниз со скоростью порядка $0,3 \text{ см/мин}$. До обнаружения пожара огонь распространился по изоляции трубопроводов на пятый и четвертый этажи. При этом на четвертом этаже выгорело всего около 3 м изоляции горизонтального трубопровода и около 0,5 м вертикального. На пятом и шестом этажах изоляция вертикальных трубопроводов сгорела полностью.

Отмечалась высокая температура (порядка 500°) в холодильной камере на шестом этаже. Одной из причин развития горения в нижележащие этажи явилось отсутствие противопожарных поясов на аммиачных трубопроводах.

Вторая фаза этого пожара, т. е. время с начала сообщения о пожаре в пожарную охрану и до его локализации, равнялось приблизительно пяти часам, а третья фаза (период ликвидации) составляла около двух часов.

Процесс развития пожара в этом случае является характерным для большинства пожаров в зданиях холодильников. Данный пожар не получил большого развития потому, что изоляция трубопроводов не имела непосредственного контакта с изоляцией стен и перекрытий. В шестом этаже происходило интенсивное горение изоляции вертикальных трубопроводов и части стены.

Визуальные наблюдения процесса развития горения при пожарах в зданиях холодильников показывают, что горение изоляции вертикальных ограждающих конструкций происходит более интенсивно и представляет большую опасность в его развитии, чем горение изоляции горизонтальных конструкций.

Следует отметить, что при пожарах в холодильниках очень трудно определять границы горения, так как оно происходит, в основном, под слоем штукатурки толщиной не менее 20 мм.

Эту работу ведут визуально, т. е. наблюдением за изменением цвета штукатурки, или простукиванием поверхностей. Но лучше всего для определения очагов горения производить контрольные вскрытия теплоизоляции. Организация этой работы является-

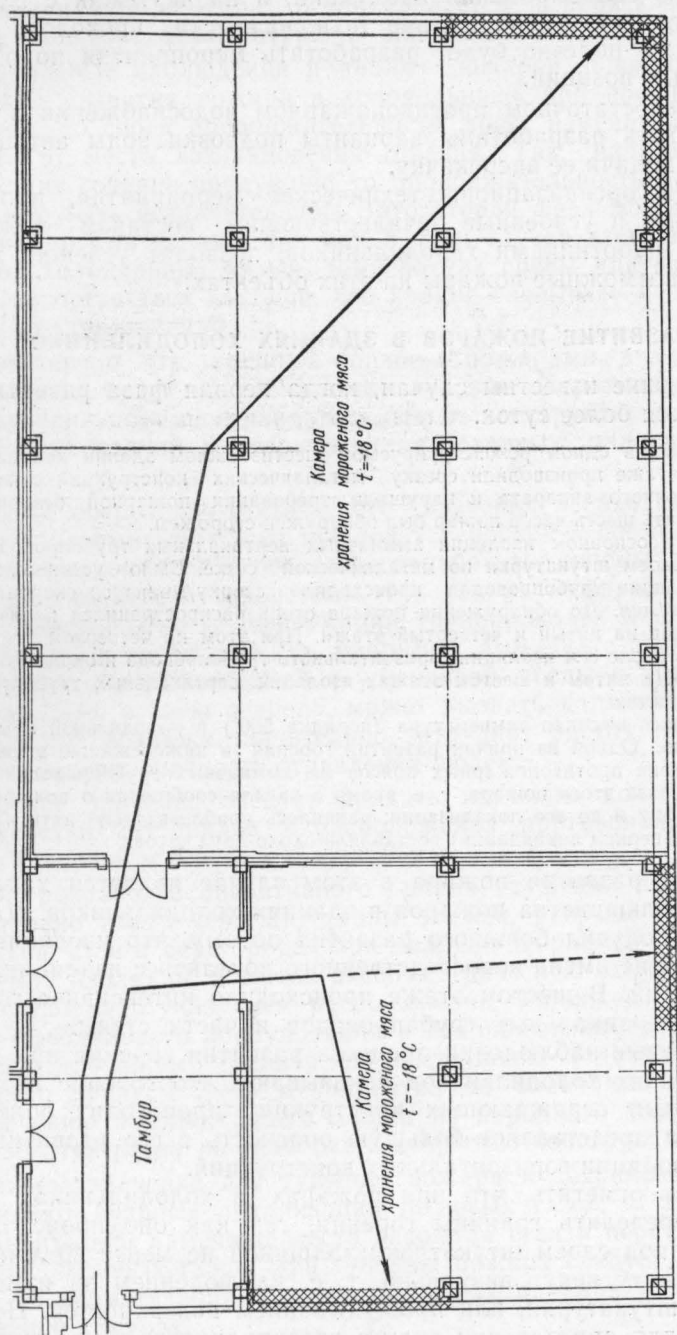


Рис. 24. Переход огня через противопожарный пояс с четвертого этажа на третий.

ся одной из наиболее важных. В практике было много случаев, когда руководитель тушения пожара, увлекаясь тушением открытых очагов горения, упускал из виду работу по наблюдению за состоянием смежной с очагом горения изоляцией, что приводило к тяжелым последствиям.

Работу по наблюдению за изоляцией должны производить независимо от того, имеются ли в конструкциях противопожарные пояса или нет.

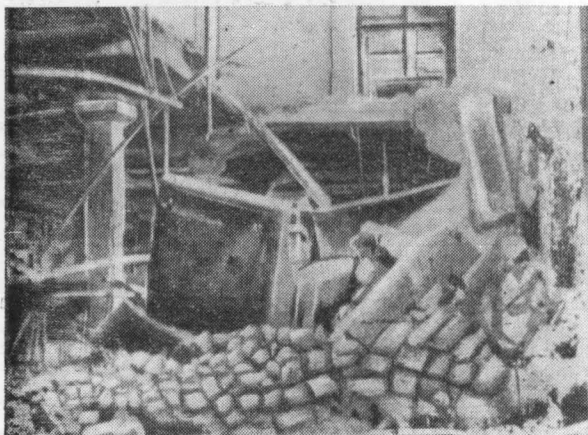


Рис. 25. Обрушившиеся колонна и перекрытие во время пожара.

Выше уже отмечалось, что из-за плохого устройства противопожарных поясов при пожарах в холодильниках довольно часто наблюдаются случаи перехода огня через них.

На одном пожаре было следующее интересное явление.

Руководитель тушения пожара, произведя осмотр состояния помещений холодильных камер на третьем этаже (пожар возник на четвертом этаже пятиэтажного холодильника), убедился в отсутствии нагрева и изменения цвета штукатурки теплоизоляции наружных стен. Затем в эти помещения никто не входил. Была объявлена локализация пожара. И только после того, как было замечено, что из помещений третьего этажа выходят дымовые газы, РТП вновь организовал проверку состояния теплоизоляции на этаже. Оказалось, что огонь распространился через неплотности в швах между пенобетонными блоками противопожарного пояса и вызвал возникновение новых очагов горения (рис. 24).

При пожаре в холодильнике в холодильных камерах образуется высокая температура среды, которая из-за недостаточного воздухообмена не снижается в течение многих часов и в значительной мере сковывает работу пожарных подразделений, а также вызывает деформацию и обрушение строительных конструкций (рис. 25; 26). Даже в крупных гарнизонах пожарной охраны при достаточном количестве личного состава и техники и обеспе-

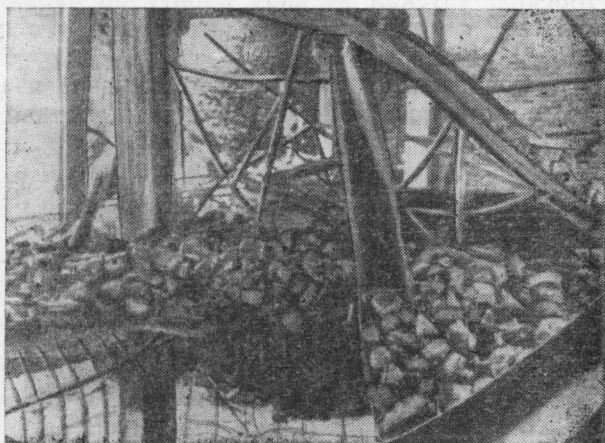


Рис. 26. Деформированные металлические балки на пятом этаже холодильника.

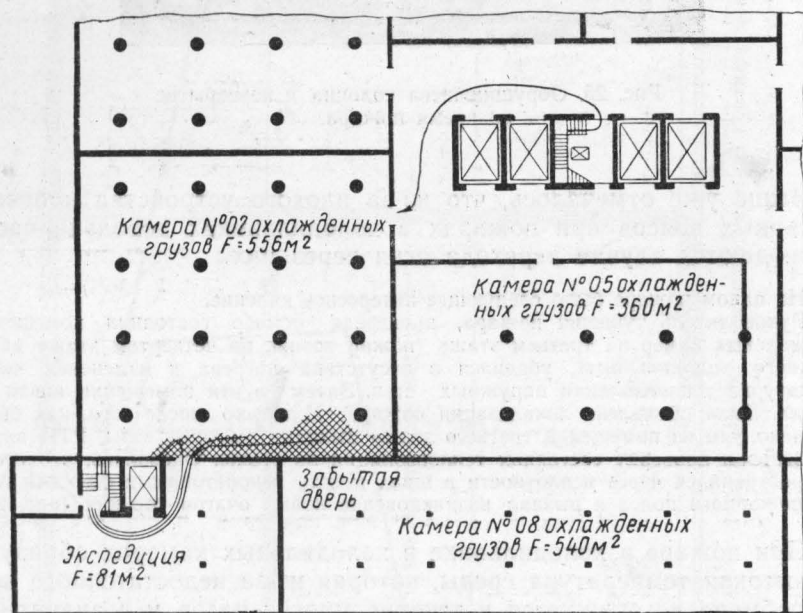


Рис. 27. Схема расстановки стволов на пожаре в подвале холодильника.

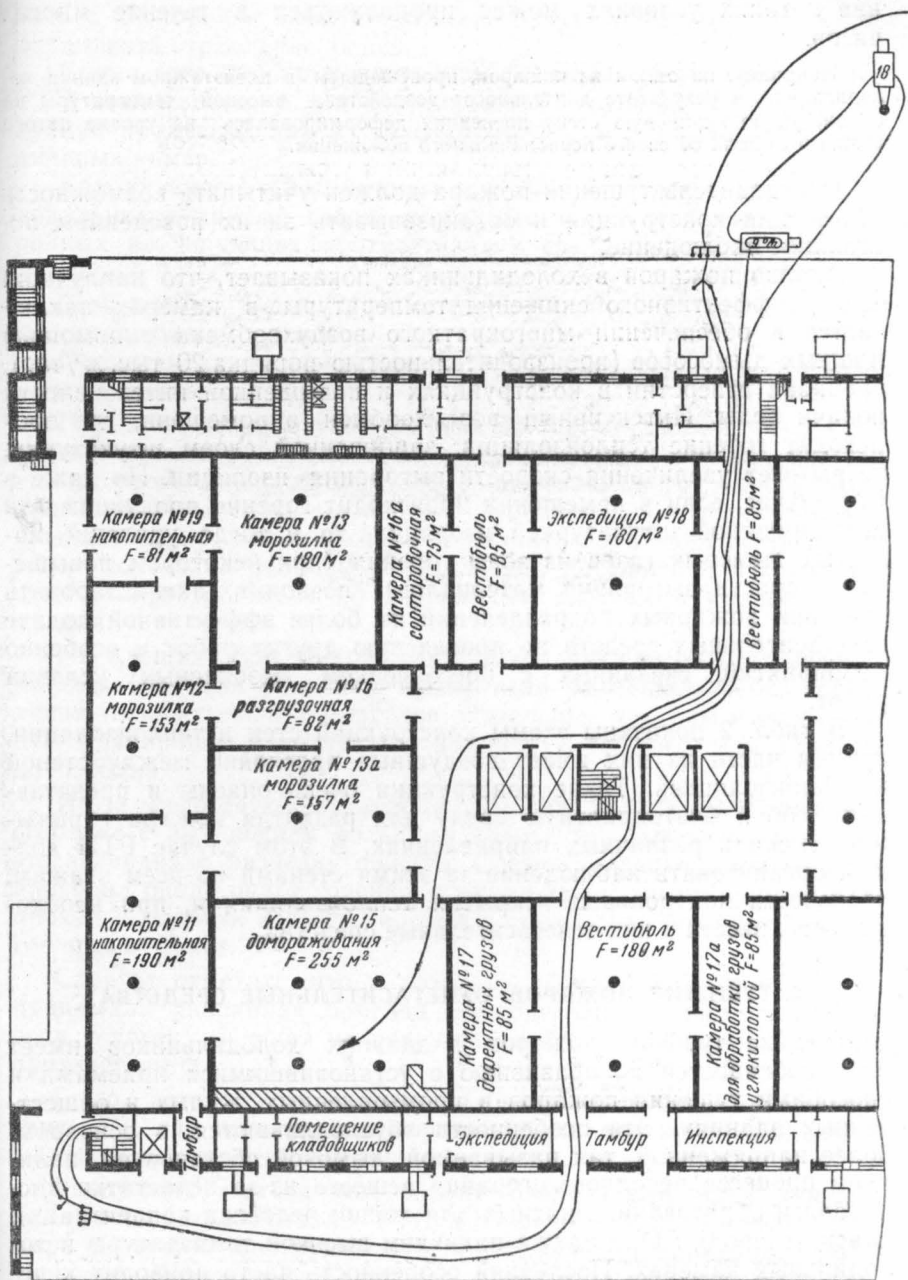


Рис. 28. Схема расположения камер на первом этаже холодильника.

чении высокой интенсивности (до $1 \text{ л/м}^2 \cdot \text{сек}$) подачи воды тушение в таких условиях может продолжаться в течение многих часов.

Например, на одном из пожаров, происшедшем в пятиэтажном здании холодильника, в результате длительного воздействия высокой температуры на самонесущую кирпичную стену последняя деформировалась на уровне пятого этажа и отошла от своего первоначального положения.

Руководитель тушения пожара должен учитывать возможность обрушения конструкций и организовывать за их поведением постоянное наблюдение.

Анализ пожаров в холодильниках показывает, что наилучший способ эффективного снижения температуры в камерах заключается в обеспечении многократного воздухообмена с помощью мощных дымососов (производительностью порядка 20 тыс. $\text{м}^3/\text{час}$), пробивки отверстий в конструкциях и повышенной интенсивности подачи воды. Интенсивный воздухообмен в помещении, где происходит горение теплоизоляции, защищенной слоем штукатурки, не вызовет увеличения скорости выгорания изоляции. Но даже в том случае, если в помещении происходит горение продукции или незащищенной штукатуркой изоляции, то и тогда удаление нагретых дымовых газов из зоны горения (при некотором повышении скорости выгорания материалов) позволит активизировать действия пожарных подразделений по более эффективной подаче огнегасительных средств по проведению других работ и особенно мероприятий, связанных с обеспечением безопасных условий работ.

В табл. 2 показаны схемы конструкций стен и теплоизоляции, причем часть из них имеет воздушные прослойки между стеной и теплоизоляцией. Такие конструкции очень опасны и представляют собой благоприятную среду для развития пожара скрытыми путями в различных направлениях. В этом случае РТП должен организовать наблюдение за этими стенами по всем этажам, произвести контрольные вскрытия теплоизоляции и, при необходимости, ввести в них огнегасительные средства.

3. ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ. ОГНЕГАСИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Тактика тушения пожаров в зданиях холодильников имеет ряд особенностей по сравнению с установившимися приемами и способами тушения пожаров в промышленных, жилых и общественных зданиях. Эти особенности обуславливаются, в основном, более напряженной, так называемой дымовой обстановкой, наличием процесса неполного сгорания веществ из-за недостатка кислорода и образования опасных для жизни человека концентраций окиси углерода CO , а также наличием высокой температуры в холодильных камерах. Последняя особенность часто приводит к деформации и обрушению отдельных частей здания.

В действующих холодильниках серьезную опасность может вызвать авария аммиачных холодильных установок. Аммиак при

выходе в холодильные камеры опасен вдвойне: он может образоваться с кислородом воздуха взрывоопасную концентрацию, а также вызвать отравление людей.

Кроме того, в действующих холодильниках при пожарах в них РТП сталкивается с необходимостью организации работ по эвакуации продукции как из зоны горения, так и из смежных холодильных камер.

Как правило, при работе по тушению пожаров в зданиях холодильников личный состав пожарных частей работает в кислородных изолирующих противогазах в среде с высокой температурой.

Отыскивание очага горения и его тушение связано с большими трудностями и риском.

Приведем пример пожара, который произошел на действующем холодильнике.

При производстве работ по срезке металлических труб с помощью ацетилено-кислородной установки в одной из холодильных камер, расположенных в подвале шестиэтажного здания холодильника, загорелась изоляция трубопроводов. Возник пожар. Позднее обнаружение пожара и значительное задымление камеры не позволили рабочим холодильника потушить огонь, который стал распространяться по деревянным ящикам и упаковке продукции.

На площади 550 м² хранилось более 300 т сыра и сгущенного молока. Штабеля ящиков с продуктами размещались без соблюдения технологических проходов. Отдельные проходы имели сложную планировку и различную ширину. Штабеля были уложены до потолка.

Из-за недостатка кислорода воздуха происходило неполное сгорание с выделением большого количества дымовых газов. Все это затрудняло разведку пожара. Состав разведки несколько раз проходил около очага горения, слышал треск, но из-за отсутствия проходов подойти к очагу горения и определить его размеры долгое время не мог.

Следует отметить, что в разведке пожара активное участие принимала аварийная бригада компрессорного цеха в составе пяти человек, имевшая на вооружении кислородные изолирующие противогазы.

Было установлено, что вторая дверь в холодильную камеру (рис. 27), где происходило горение, была заложена продукцией и заперта со стороны холодильной камеры.

Ввиду того, что на этот объект оперативный план тушения пожара не разрабатывали, РТП и оперативный штаб тушения пожара не знали конструктивных особенностей и планировки холодильника. Разведка пожара пятью звеньями продолжалась в течение нескольких часов.

Штаб был вынужден в ходе тушения пожара совместно с администрацией изучать и уточнять конструктивные и планировоч-

ные особенности, свойства теплоизоляции, наличие и расположение противопожарных поясов.

Дымовые газы распространялись в смежные № 5 и 8 и вышерасположенную № 15 камеры через дверные и технологические проемы.

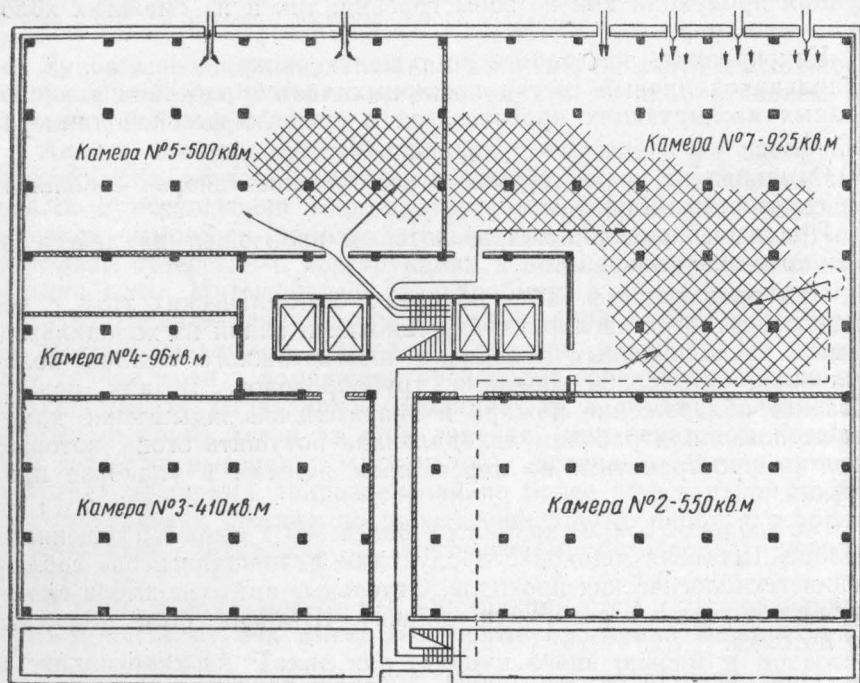


Рис. 29. Схема расстановки стволов в подвале холодильника.

Изучив обстановку пожара, РТП принял следующие решения:

а) разведывательным группам вести непрерывную разведку в холодильных камерах в подвале и на первом этаже;

б) в камере № 15 на первом этаже около пристенной испарительной батареи произвести контрольное вскрытие железобетонного перекрытия и части стены;

в) приостановить разгрузку вагонов и отпуск продукции. Организовать быструю эвакуацию продукции из камеры № 2, в которой происходило горение;

г) в холодильной камере № 5 разобрать изоляцию трубопровода, идущего через внутреннюю стену из камеры № 2.

Для выполнения этих задач в холодильных камерах № 2, 5 и 15 (рис. 28) были организованы боевые участки.

При вскрытии стены и перекрытия в камере № 15 над зоной горения было обнаружено горение изоляции из минераловатных плит. В ходе тушения пожара было обнаружено, что при строительстве холодильника устройство противопожарных поясов не предусматривали. Это является серьезным нарушением требований строительных норм и правил.

Несмотря на то что в целом пожар был потушен успешно, в течение приблизительно семи часов, при его тушении вскрыли серьезные недостатки, которые, в основном, сводят к слабому знанию руководящим составом конструктивных и объемно-планировочных особенностей этих объектов.

Является ли неизбежностью затяжной характер пожаров в зданиях холодильников или же это есть следствие незнания кон-

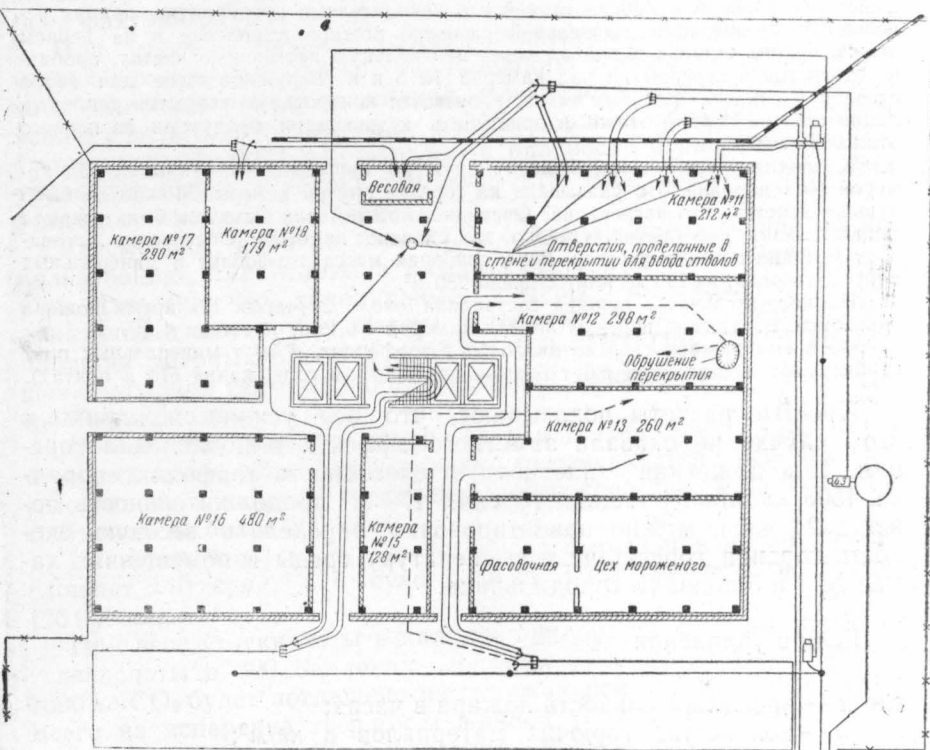


Рис. 30. План первого этажа холодильника и схема прокладки рукавных линий.

структивных, объемно-планировочных и технологических особенностей этих объектов?

Чтобы ответить на этот вопрос, проанализируем сначала ход тушения одного пожара, который произошел в подвале пятиэтажного здания холодильника.

В качестве теплоизоляционного материала здесь использовали торфоплиту. В камерах № 1; 2 и 5 подвала (рис. 29) производилась замена теплоизоляции.

Камеры № 1 и 5 использовали для хранения торфоплит и минеральных плит, которые были сложены в штабеля на площади 170 м² высотой 1,7 м.

Пожар возник от неосторожного курения и был обнаружен сменным технологом в 16 час. 30 мин. Рабочие из-за отсутствия кислородных изолирующих противогазов не сумели вовремя потушить огонь.

Администрация холодильника проинформировала руководителя тушения пожара о горении теплоизоляционных материалов в камере № 5 и о том, что в других камерах подвала этих материалов нет.

Так как в процессе строительства здания холодильника допустили отступление от рабочего проекта и эти изменения на рабочие чертежи не наносили, администрация не имела уверенности в наличии противопожарных поясов в теплоизоляционной рубашке холодильника.

Оперативный штаб тушения пожара, в состав которого были включены директор и главный инженер объекта, после детального ознакомления с создавшейся обстановкой и консультацией с руководителями предприятия принял решение по организации тщательной разведки пожара в подвале и на первом этаже, подаче стволов в подвал через центральную лестничную клетку, пробивке отверстий в перекрытиях над камерой № 5 и в наружной стене для ввода стволов и откачке дымовых газов, произвести контрольные вскрытия теплоизоляции стен на первом этаже и приступить к эвакуации продукции из первого этажа (рис. 30).

К двадцати трем часам было обнаружено нагревание перекрытий над камерой № 1 подвала, что указывало на горение внутри камеры. Можно ли было раньше заметить это нагревание? Очевидно, можно, если бы здесь была вскрыта теплоизоляция перекрытия. Однако это сделано не было. Обстановка оставалась напряженной до тех пор, пока основная масса торфоплит и минеральных плит не сгорела; из 290 м³ плит сгорело 230 м³.

Продолжительность пожара составляла около 24 часов. Во время пожара произошло обрушение перекрытия над камерой № 1 на площади 4 м².

Во время пожара сгорело около 50 т торфоплит и 30 т минеральных плит на битумной связке (или 0,5 т битума при 5%-ном содержании его в плитах).

Простые расчеты показывают, что все усилия пожарных в этом случае не оказали заметного эффекта в подавлении горения. Так, принимая теплотворную способность торфоплит порядка 4500 ккал/кг, площадь горения 170 м² продолжительность пожара 24 часа, можно ориентировочно определить весовую скорость горения торфоплит и температуру среды в помещениях камер № 1 и 5 подвала холодильника.

Если в уравнении $\tau = \frac{q}{n}$,

где τ — продолжительность пожара в часах;

q — количество горючих материалов в кг/м²;

n — коэффициент, характеризующий скорость выгорания торфоплит, в кг/м² · час,

поставить известные числовые величины, то скорость выгорания торфоплит составит:

$$n = \frac{q}{\tau} = \frac{294}{24} = 12,5 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{час}.$$

Сравнительно небольшая скорость выгорания торфоплит указывает на то, что процесс горения здесь происходил при недостатке кислорода воздуха. Зная скорость выгорания торфоплит (n), их теплотворную способность (q) и площадь горения (F), можно определить, какое количество тепла (Q) выделялось в помещениях камер в единицу времени:

$$Q = \frac{q \cdot n \cdot F}{3600} = \frac{4500 \times 12,5 \times 170}{3600} = 260 \text{ ккал/сек}.$$

При известном объеме камер № 1 и 5 подвала (около 4500 м³) найденное количество тепловыделения при горении торфоплит не могло повысить температуру среды до величины порядка 500°, которая через определенный промежуток времени могла бы вызвать деформацию строительных конструкций. Обрушение перекрытия на площади 4 м² в данном случае носит локальный характер и связано, очевидно, с недоброкачеством плиты перекрытия, непосредственным воздействием пламени или другими факторами.

При тушении данного пожара инженерами было высказано интересное предложение по использованию в процессе тушения сухого углекислого льда и жидкой углекислоты. Было предложено использовать 3 т сухого льда и 300 сорокалитровых баллонов с углекислотой. РТП под предлогом опасности отравления людей, трудности ввода и реальности эффекта этих средств отклонил этот способ подавления горения.

Рассмотрим, прав ли был РТП, отклоняя предложение по использованию углекислоты в качестве средства подавления горения. Известно, что холодильные камеры представляют собой практически замкнутые объемы с соотношением площади пола к площади дверных проемов порядка 100—150. При таком соотношении условия герметизации помещений холодильных камер весьма благоприятны.

Объем холодильных камер № 1 и 5 составляет 4500 м³, в то время как в обычных условиях рекомендуется использовать углекислоту в качестве огнегасительного средства в помещениях с объемом не более 500 м³.

Известно, что 1 кг сухого углекислого льда при испарении поглощает 140 ккал; 3 т сухого льда поглотит при испарении 420 000 ккал.

При весе углекислоты в каждом баллоне 25 кг суммарный вес углекислоты в 300 баллонах составит 7500 кг. При испарении 7500 кг СО₂ будет поглощено из окружающей среды 1 050 000 ккал. Всего на испарение твердой и жидкой углекислоты будет затрачено 1 470 000 ккал. Чтобы веделить такое количество тепла, потребуется сжечь примерно 350 кг торфоплит.

При скорости горения торфоплит на площади 170 м² — 0,6 кг/сек, при условии, что указанное количество углекислоты будет одновременно введено в зону горения, вся теплота сгорания торфоплит в течение 10 мин. будет поглощаться при испарении СО₂.

При использовании углекислого газа в качестве огнегасительного средства необходимо стремиться к тому, чтобы воздухообмен в зоне горения был минимальным.

Следовательно, снижения температуры среды в помещениях камеры от испарения твердой и жидкой углекислоты за определенный промежуток времени и прекращения горения можно достигнуть, при условии, что будет организована ее подача в эти помещения в значительных количествах и за короткое время, но не менее 0,006 кг/сек · м³.

Расчет потребного количества углекислого газа для заполнения холодильных камер можно ориентировочно определить по уравнению:

$$P = V \cdot 1,636 \text{ кг},$$

где P — количество CO_2 в кг;

V — объем холодильных камер в м^3 ;

1,636 — расчетный коэффициент.

Принимая величину утечки CO_2 в количестве 80%, а количество газа, получаемого из 1 кг углекислоты — 0,50 м^3 , для прекращения горения в холодильных камерах объемом 4500 м^3 потребуются:

$$P = 1,636 \times 4500 = 7500 \text{ кг } \text{CO}_2.$$

Для определения количества баллонов с углекислым газом, необходимого для прекращения горения в приведенном примере, можно воспользоваться уравнением:

$$n = 0,065 \cdot V \text{ баллонов},$$

где n — количество баллонов с CO_2 ;

V — объем холодильных камер в м^3 ;

0,065 — расчетный коэффициент.

$$n = 0,065 \times 4500 = 293 \text{ баллона}.$$

Таким образом, описанный пожар мог бы быть потушен за более короткий срок и с меньшим напряжением сил, если бы руководитель тушения пожара и его штаб:

получили более точные данные о размещении изоляционных материалов, наличии и состоянии противопожарных поясов;

был обеспечен своевременный контроль за нагреванием перекрытий;

приняли решение по использованию углекислого газа в качестве огнегасительного средства.

Следует отметить, что так называемое объемное тушение с помощью углекислого газа будет иметь эффект при открытом горении продукции, тары, упаковки и изоляции.

При тушении пожара в период максимального сосредоточения сил и средств была обеспечена высокая интенсивность подачи воды (около 1 $\text{л}/\text{м}^2 \cdot \text{сек}$), однако и это не дало должного эффекта.

Здесь важную роль играет тот факт, что вода как огнегасительное средство обладает плохой смачивающей способностью (способностью проникать в твердые вещества: торфоплиты, дерево и др.). Смачивающую способность воды можно существенно увеличить путем добавления к ней небольших количеств поверхностно-активных веществ (смачивателей), которые резко снижают поверхностное натяжение воды. Не останавливаясь подробно на свойствах смачивателей, приведем только оптимальные концентрации их в растворе (табл. 5).

Применение смачивателей при тушении пожаров в холодильниках значительно увеличит эффективность воды как при подаче ее в очаг горения, так и при обработке сгораемой теплоизоляции при контрольных вскрытиях.

Таблица 5

Оптимальные концентрации смачивателей

Наименование смачивателя	Оптимальная огнегасительная концентрация в %	Расход смачивателя на 1000 л воды в кг
Сульфонол НП-1	0,3—0,5	3—5
Сульфонол НП-5	0,3—0,5	3—5
Сульфонол Б	1,5—1,8	15—18
Сульфонат	0,4—0,6	4—6
Пенообразователь ПО-1	3,5—4,5	35—46

Одним из перспективных огнегасительных средств при тушении пожаров в холодильниках как в действующих, так и в строящихся является высокочрезвычайная воздушно-механическая пена. Эту пену получают в результате интенсивного перемешивания раствора воды и пенообразователя ПО-1 с воздухом. Кратность пены (отношение объема воздушно-механической пены к раствору) — порядка 200—250. Ее зернистость (диаметр пузырьков) колеблется в значительных пределах: от 2—5 до 10—20 мм. В связи с этим стойкость этой пены значительно ниже, чем пены, полученной в обычных аппаратах с кратностью порядка 10.

Для получения высокочрезвычайной воздушно-механической пены обычно используются четырех-шести процентный раствор пенообразователя ПО-1.

На рис. 31 показана принципиальная схема генератора для получения пены. Производительность генератора — 25 м³/мин пе-

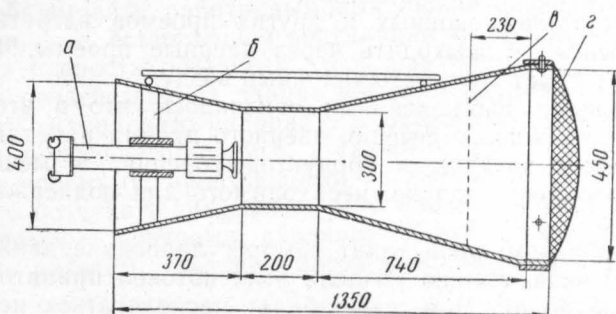


Рис. 31. Принципиальная схема генератора для получения высокочрезвычайной воздушно-механической пены:

а — ствол РС-Б; б — крестовина; в — сетка-рассеиватель; г — съемные сетки.

ны. При заполнении помещения, где происходит горение, высокочрезвычайной пеной происходит интенсивное охлаждение среды и горючих материалов, а также адсорбция несгоревших частиц дымовых газов.

Необходимое условие успешного использования пены — непрерывность ее подачи в зону горения. Пена обладает хорошей подвижностью и малым объемным весом. Благодаря этим качествам она быстро заполняет свободные пространства и позволяет людям свободно продвигаться и производить необходимые работы по окончательной ликвидации отдельных очагов горения с помощью водяных струй.

4. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ВОЗДУХООБМЕНА ПРИ ПОЖАРАХ В ЗДАНИЯХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

В практике тушения пожаров в холодильниках известно много случаев, когда пожарные, несмотря на их самоотверженность и риск, не в состоянии вести эффективной борьбы с пожаром до тех пор, пока в помещениях, где происходит горение, а также в смежных задымленных помещениях, не будет организован воздухообмен с помощью технических средств и вскрытием стен, перегородок, перекрытий и покрытий.

Замечено, что температура среды в помещении, где происходит горение, иногда достигает 1000—1200° С.

В связи с этим представляют практический интерес вопросы, связанные с эффективными мерами по снижению температуры и удалению продуктов горения из камер холодильников, чему способствуют легкооткрывающиеся дымовые люки.

Действительно, расширение газов, происходящее при горении в холодильной камере, приводит к увеличению давления внутри помещения по сравнению с давлением в смежных помещениях. Нагретый воздух вместе с продуктами горения проникает в смежные камеры, в коридоры, вестибюли, шахты подъемников и лестничные клетки, что в значительной мере усложняет обстановку пожара.

При отсутствии оконных и других проемов нагретый воздух будет, в основном, выходить через дверные проемы, через него же в камеру будет поступать холодный воздух.

Визуальными наблюдениями отмечалось, что в этом случае большая часть живого сечения дверного проема работает на пропуск нагретого воздуха и продуктов горения, а меньшая — на пропуск холодного воздуха, необходимого для поддержания горения.

Таким образом, происходит саморегулирование движения воздушных потоков. Линию раздела этих потоков принято называть нейтральной зоной. Чем выше будет располагаться нейтральная зона в помещении, тем легче будет работать при тушении пожара или эвакуации продукции. Положение нейтральной зоны между геометрическими центрами проемов, работающих на пропуск нагретого и холодного воздуха, можно определить по следующей формуле:

$$h = \frac{H}{\left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{\gamma_{г}}{\gamma_{н}}\right) + 1} \text{ м,}$$

где h — расстояние от зоны до геометрического центра нижнего проема в м;

H — расстояние между геометрическими центрами верхнего и нижнего проемов в м;

F_1 и F_2 — живые сечения нижнего и верхнего проемов в m^2 ;

γ_{θ} — объемный вес наружного воздуха в $кг/м^3$;

γ_n — объемный вес нагретого воздуха в $кг/м^3$.

Пример. Пусть живое сечение нижнего проема $F_1 = 4 m^2$, а верхнего — $F_2 = 3 m^2$. Расстояние между геометрическими центрами проемов $H = 4 m$. Объемный вес наружного воздуха $\gamma_{\theta} = 1,3 кг/м^3$, а температура среды в камере $\gamma_i = 100^\circ C$. Определить высоту нейтральной зоны.

Решение.

1. Определить объемный вес нагретого воздуха

$$\gamma_n = \frac{\gamma_{\theta} \cdot T}{T + t_c} = \frac{1,3 \times 273}{273 + 100} = 0,9 кг/м^3,$$

где T — абсолютная температура, равная $273^\circ K$.

2. Определить высоту нейтральной зоны

$$h = \frac{H}{\left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{\gamma_{\theta}}{\gamma_n}\right) + 1} = \frac{4}{\left(\frac{4}{3}\right)^2 \times \frac{1,3}{0,9} + 1} = 1,14 m.$$

Следовательно, для того, чтобы поднять выше нейтральную зону, необходимо увеличить площадь живого сечения верхнего проема.

В последнее время предпринимают попытки конструктивными мерами регулировать положение нейтральной зоны с помощью так называемых дымовых люков.

Во многих зданиях в качестве дымовых люков используют оконные проемы, световые фонари, вытяжные вентиляционные шахты и т. д. В камерах холодильников устройство этих проемов исключается по соображениям уменьшения потерь холода.

В общем виде работа дымовых люков базируется на законах аэрации, т. е. естественной вентиляции помещений, происходящей за счет разности объемных весов наружного и внутреннего воздуха и воздействия на здание ветра. Воздухообмен в помещении зависит от теплового напора, т. е. от разности температур наружного и внутреннего воздуха, а также от расстояния по вертикали между проемами, работающими на выпуск нагретого и впуск холодного воздуха в помещение. Чем больше расстояние между геометрическими центрами входного и выходного проемов и чем больше разность удельных весов воздуха, тем больше тепловой напор.

Расчет дымовых люков обычно ведут на основании известных законов гидравлики:

$$F = \frac{W_z}{V} m^2,$$

где F — площадь живого сечения дымовых люков в m^2 ,

W_z — объем дымовых газов, образующихся на пожаре, в $м^3/сек$;

18 окон
и 2 фонари

V — скорость движения дымовых газов в м/сек.

Ориентировочный расход воздуха, необходимого для горения твердых веществ на пожаре, можно производить по упрощенной формуле профессора С. Я. Корницкого:

$$W_o = \alpha \frac{Q_n^p + 6W^p}{1000} \text{ м}^3/\text{кг},$$

где α — коэффициент избытка воздуха.

Можно предположить, что коэффициент избытка воздуха при горении в холодильных камерах будет не более 1;

Q_n^p — низшая теплотворная способность топлива в ккал/кг;

W^p — влажность твердых сгораемых веществ в %.

Так, например, для сжигания 1 кг торфоплиты, имеющей теплотворную способность $Q_n^p = 4170$ ккал/кг и влажность $W^p = 10\%$ при коэффициенте избытка воздуха, равном 1, расход воздуха будет равен:

$$W_o = 1 \frac{4170 + 6 \times 10}{1000} = 4,23 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Объем дымовых газов, возникающих при горении твердых веществ, можно ориентировочно определить по следующей формуле:

$$W_z = (1,15\alpha + 0,18) \frac{Q_n^p}{1000} \times \frac{100 - q}{100} \text{ нм}^3/\text{кг},$$

где α — коэффициент избытка воздуха;

Q_n^p — низшая теплотворная способность топлива в ккал/кг;

q — коэффициент химической и механической полноты сгорания. Эта величина в условиях пожара не определяется. Ориентировочно ее можно считать равной 1.

Тогда, используя известные величины из предыдущего примера, получим:

$$W_z = (1,15 \times 1 + 0,18) \frac{4170}{1000} = 5,5 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Если принять скорость выгорания торфоплит равной $0,0035 \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{сек}$, площадь горения 200 м^2 , то за одну секунду будет выгорать $0,7 \text{ кг}$ торфоплиты и выделяться $3,85 \text{ м}^3$ дымовых газов. При отсутствии дымовых люков этого будет достаточно, чтобы холодильную камеру объемом 4500 м^3 ($1000 \text{ м}^2 \times 4,5 \text{ м}$) заполнить дымовыми газами в течение 19,5 мин.

Скорость истечения дымовых газов через проемы (дымовые люки) можно определить по формуле:

$$V = 0,11 \sqrt{H(t_c - t_a)} \text{ м}/\text{сек},$$

где H — высота от центра проема, работающего на выпуск дымовых газов, до пола в м;

t_c — температура среды в помещении в °С;
 t_a — температура наружного воздуха в °С.

Пример. При горении торфоплит на пятом этаже пятиэтажного холодильника температура среды в холодильной камере равна 300°С, а температура наружного воздуха 0°С. Площади проемов для впуска холодного воздуха и выпуска дымовых газов равны между собой. Высота от центра выпускного проема до пола холодильной камеры 4,5 м. Определить скорость движения дымовых газов.

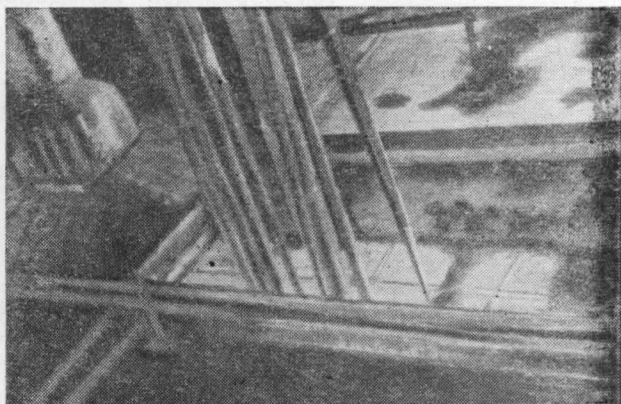


Рис. 32. Монтажный проем, через который огонь перешел из четвертого в пятый этаж холодильника.

При этих условиях скорость истечения дымовых газов через выпускной проем будет равна:

$$V = 0,11 \sqrt{4,5 (300 - 0)} \approx 4 \text{ м/сек.}$$

В настоящее время отдельными пожарными специалистами предлагается определять площадь дымовых люков из расчета 0,2% от площади пола. Следует отметить, что эта величина является весьма спорной и, по крайней мере, заниженной. Площадь дымовых люков в общем виде находится в пропорциональной зависимости от количества сгораемого материала, скорости его горения, объема дымовых газов, скорости их истечения и температурного напора, установившегося в помещении. Поэтому в каждом конкретном случае площадь дымовых люков следует определять расчетом.

Вопрос об удалении дымовых газов в новостроящихся холодильниках может быть решен за счет монтажных проемов, которые должны располагать, как правило, в наружных стенах или в совмещенных покрытиях.

На одном из пожаров, происшедшем в новостроящемся пятиэтажном холодильнике (рис. 32), в перекрытиях четвертого и пятого этажей и в крыше были оставлены монтажные проемы, расположенные друг над другом. При возникновении горения на чет-

вертом этаже холодильника дымовые газы стали выходить через монтажные проемы, а установившаяся зона равных давлений или нейтральная зона, примерно, на высоте 1—1,5 м от пола позволила пожарным продолжительное время находиться в помещениях без противогазов.

Однако нельзя забывать о том, что монтажные проемы в перекрытиях часто являются удобными путями для быстрого развития пожара по этажам. Это особенно относится к проемам, используемым для пропуска трубопроводов холодильной установки.

Здесь же следует заметить, что обычно в холодильниках не наблюдается интенсивного горения, за исключением тех случаев, когда при устройстве сгораемой теплоизоляции ее поверхность в этажах будет неоштукатуренной или помещения камер будут использованы для хранения сгораемых теплоизоляционных материалов.

Например, при строительстве одного пятиэтажного холодильника на всех этажах была установлена сгораемая теплоизоляция без слоя штукатурки. При возникновении пожара огнем в течение нескольких минут было охвачено всё здание. Это лишний раз подтверждает необходимость своевременного выполнения штукатурных работ.

При тушении пожара необходимо иметь в виду, что монтажные проемы в стенах могут положительно работать только в том случае, если будет исключена возможность обратного задувания дымовых газов. Они не должны находиться в зоне так называемой «аэродинамической тени», где возможен подпор воздуха при определенных направлениях ветра.

Но если удаление дымовых газов из помещений с высокой температурой среды по отношению к наружному воздуху можно в какой-то мере решить за счет заранее предусмотренных проемов или сделанных в период тушения пожара, то этого практически сделать нельзя в тех холодильных камерах, где отсутствует температурный напор и куда попали дымовые газы.

В этом случае наиболее эффективным способом удаления дымовых газов является использование дымососов и плотное закрывание дверных и других проемов (рис. 33).

Вообще следует в большинстве случаев отдавать предпочтение механическому способу удаления дымовых газов. Для этой цели могут быть использованы дымососы, находящиеся не только на вооружении пожарной охраны, но и других организаций.

Испытывая известный недостаток в дымососах, во многих случаях работники пожарной охраны с целью быстрой ликвидации пожара вынуждены производить частичную разборку стен, на что тратится много времени и сил, а должного эффекта не получается. Поэтому было бы целесообразно, чтобы в строящихся, реконструируемых и в отдельных случаях в эксплуатируемых холодильниках предусматривалось устройство таких проемов, с помощью которых можно было бы быстро проникать к очагу

пожара и производить работу как по тушению, так и по эвакуации материальных ценностей. В отдельных случаях их можно использовать для выпуска дымовых газов и частичного снижения температуры среды в камерах.

Здесь имеется в виду заблаговременное устройство проемов в наружных стенах, заполненных теплоизоляционным пенобетоном, газобетоном, пеностеклом, имеющих расчетную прочность не

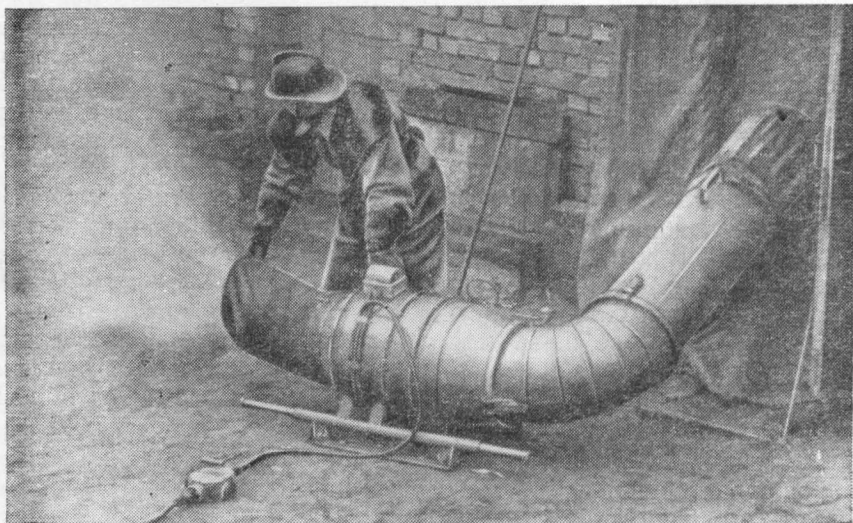


Рис. 33. Установка дымососа и брезентовой перемычки для удаления дымовых газов.

более $10\text{--}15 \text{ кг/см}^2$. При этом следует стремиться к тому, чтобы каждая камера, примыкающая к наружной стене, имела не менее одного такого проема. Если это условие не выполнено, то размещение проемов можно рекомендовать через каждые $50\text{--}60 \text{ м}$ по периметру здания на каждом этаже, начиная со второго. Размеры каждого проема целесообразно было бы принять не менее $0,9 \times 1,2 \text{ м}$.

Стальная сетка по контуру проема должна иметь прорезь, обеспечивающую быстрое удаление ее при разборке. Целесообразно около каждого такого проема предусматривать устройство балконов. Если на вооружении пожарная охрана имеет автомеханические лестницы, то устройство балконов можно не предусматривать.

Контуры проемов следует отметить цветной атмосфероустойчивой краской.

Изнутри эти проемы не должны загромождаться холодильным оборудованием и продукцией.

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Как уже отмечалось, тушение пожаров в зданиях холодильников действующих, реконструируемых, ремонтируемых или новостроящихся всегда связано с серьезной опасностью для жизни людей. Значительная концентрация дымовых газов и их высокая температура, способствующая деформации и обрушению строительных конструкций, наличие продуктов неполного сгорания (окиси углерода), а также других отравляющих веществ при разложении синтетических теплоизоляционных материалов (мипора, полистирол, пенополиуретан и др.) и другие явления, сопровождающие процесс развития пожара, представляют серьезную угрозу. Знание этих особенностей позволит РТП принять своевременные меры по предупреждению несчастных случаев и организовать эффективную борьбу с пожаром.

Незнание этих особенностей приводит к несчастным случаям. На одном пожаре РТП с целью ускорения работ по вскрытию изоляции стен холодильника, которая является трудоемкой операцией, привлек для этой цели группу курсантов, не имевших противогазов для защиты органов дыхания от дымовых газов.

В другом случае из-за отсутствия контроля за состоянием кирпичных перегородок при обрушении последних пожарные, находившиеся около одной из перегородок, были засыпаны обломками и получили серьезные повреждения.

Работа в условиях высокой температуры и задымленности сопровождается большой физической нагрузкой на организм человека. Это обязывает руководителя тушения пожара обеспечить необходимый резерв личного состава и организовать частую смену работающих. Но не везде, особенно в малочисленных гарнизонах пожарной охраны, эти условия выполнимы. В этом случае при разработке оперативных планов тушения пожара на эти объекты необходимо предусматривать мероприятия по сбору личного состава, находящегося в резерве.

Кроме того, следует обязать через соответствующие инстанции администрацию объекта создать из числа рабочих аварийные бригады с выдачей им кислородных изолирующих противогазов. С аварийными бригадами должны быть организованы регулярные занятия по изучению материальной части противогаза и работе в нем. При проведении пожарно-тактических учений на эти объекты аварийные бригады необходимо привлекать для проведения разведки и подачи огнегасительных средств в зону горения.

При тушении пожаров в зданиях холодильников одно из основных условий обеспечения безопасности личного состава — широкое использование противогазов. В связи с этим РТП должен организовать контрольно-пропускной пункт, в задачу которого входит: тщательный инструктаж личного состава; обеспечение непрерывной связи работающих звеньев с руководителем тушения пожара; организация мелкого ремонта противогазов и их пе-

резарядка; комплектование резерва личного состава; оказание первой помощи пострадавшим.

При использовании в качестве огнегасительного средства CO_2 следует помнить, что концентрация углекислого газа около 10% при одновременном падении концентрации кислорода может вызвать кислородное голодание и избыточное накопление CO_2 в организме человека. Поэтому во избежание несчастных случаев личный состав в смежных с изолируемым помещениях должен работать в противогазах. В отдельных случаях можно организовать подачу в эти помещения свежего воздуха с помощью дымососов. Избыточное давление воздуха в этом случае локализует поступление углекислого газа через различные неплотности из изолированного участка.

Особую осторожность следует проявлять при тушении теплоизоляции из синтетических материалов. Известно, например, что при сгорании 1 кг пенополиуретана в окружающую среду выделяется 0,003 мг цианистого водорода и 0,223 мг толуилendiизоционата.

Допустимая концентрация этих веществ в воздухе—0,0003 мг/л и 0,005 мг/л.

Характерно, что даже после ликвидации горения этих материалов продукты их разложения продолжают выделять токсичные газы.

Важными мероприятиями, обеспечивающими безопасные условия работы, является освещение места пожара, боевых позиций, а также создание условий по интенсификации воздухообмена в аварийном помещении. Кроме того, РТП совместно с администрацией объекта должен принять меры по удалению из испарительных батарей и трубопроводов аварийных камер взрывоопасных холодильных агентов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бьяжев М. П., Данилов М. В., Мялло В. Я., Платунов П. М. Пожарная тактика. Изд. МКХ РСФСР, 1963.
- Бушев М. А., Пчелинцев В. А., Федоренко В. С., Яковлев А. И. Огнестойкость зданий. Изд. МКХ РСФСР, 1963.
- Боевой устав пожарной охраны. Изд. МКХ РСФСР, 1963.
- Баратов А. Н., Годжелло М. Г. Пожарная опасность производств, применяющих газы и жидкости. Изд. МКХ РСФСР, 1961.
- Верескунов В. К., Шувалов М. Г. Пожарная безопасность при производстве строительно-монтажных работ, Госстройиздат, 1963.
- Годжелло М. Г., Демидов П. Г., Джалалов Е. М., Коршак З. В., Рябов И. В. Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, Изд. МКХ РСФСР, 1956.
- Горбатов В. И. Техника безопасности и противопожарная техника на строительно-монтажных работах. Изд. «Высшая школа», 1961.
- Грушман Р. П. Что нужно знать теплоизолировщику? Госстройиздат, 1959.
- Демидов П. Г. Горение и свойства горючих веществ. Изд. МКХ РСФСР, 1962.
- Дарковский А. К., Зубов А. И. Противопожарная техника на предприятиях химической промышленности. Госхимиздат, 1961.
- Журнал «Пожарное дело», 1955—1963.
- Емельянов А. С. Пожарная тактика в примерах. Изд. МКХ РСФСР, 1962.
- Комаров Н. С. Справочник холодильщика. Машгиз, 1962.
- Кнорре Г. Ф. Что такое горение? Госэнергоиздат, 1959.
- Лобзин А. А., Любарский Н. Т. Холодильники малой емкости. Госстройиздат, 1963.
- Михеев М. А., Михеева И. М. Краткий курс теплопередачи. Госэнергоиздат, 1960.
- Нечаев М. Л. Техника безопасности при транспортировке, распределении и использовании газового топлива. Гостоптехиздат, 1962.
- Пирог П. И. Теплоизоляция холодильников. Госторгиздат, 1961.
- Ройтман М. Я. Пожарная профилактика в строительном деле. Изд. МКХ РСФСР, 1961.
- Смирнов В. М. Автоматика и пожарная безопасность технологических процессов. Изд. МКХ РСФСР, 1962.
- Таубкин С. И., Баратов А. Н., Никитина Н. С. Справочник пожароопасности твердых веществ и материалов. Изд. МКХ РСФСР, 1961.
- Факультет инженеров противопожарной техники и безопасности высшей школы МООН РСФСР. Пожарная безопасность. Изд. МКХ РСФСР, 1963.
- Факлер, Траверс. Огнестойкость зданий (перевод с французского). Госстройиздат, 1963.
- Центральный научно-исследовательский институт противопожарной обороны (ЦНИИПО). Информационный сборник «Пожарная профилактика». Изд. МКХ РСФСР, 1961.
- Устав ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ. Госгортехиздат, 1960.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I. Краткий анализ причин возникновения пожаров в холодильниках и основные меры их предупреждения	5
Глава II. Противопожарные мероприятия при проектировании холодильников	9
1. Общие положения	9
2. Огнестойкость холодильников	15
3. Противопожарные мероприятия при планировке холодильников	19
4. Противопожарные пояса	22
5. Классификация теплоизоляционных материалов по возгораемости	26
Глава III. Противопожарные мероприятия при строительстве и реконструкции (ремонте) холодильников	43
1. Общие положения	43
2. Противопожарное водоснабжение	44
3. Противопожарные мероприятия при производстве теплоизоляционных работ	47
4. Противопожарные мероприятия при электромонтажных и сварочных работах	54
5. Противопожарные мероприятия при монтаже и эксплуатации холодильных установок	57
Глава IV. Особенности тушения пожаров в холодильниках	67
1. Общие положения	67
2. Развитие пожаров в зданиях холодильников	69
3. Тушение пожаров. Огнегасительные средства	74
4. Интенсификация воздухообмена при пожарах в зданиях холодильников	82
5. Техника безопасности	88
Литература	90

Михаил Григорьевич Шувалов

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
И ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ
В ХОЛОДИЛЬНИКАХ

Тем. план 1964 г. № 136

*Стройиздат,
Москва, Третьяковский проезд, д. 1*

Редактор издательства
Л. А. Савранская
Техн. редактор *Л. Я. Медведев*
Корректор *Е. С. Ивашкина*

Сдано в набор 25/III 1964 г.
Подписано к печати 23/V 1964 г.
Т-08425 Формат бум. 60 × 90^{1/16}
2,87 б. л. Печ. 5,75 л. Уч.-изд. 5,8 л.
Тираж 2700 экз. Изд. № 2081
Заказ 1227 Цена 29 коп.

Московская типография № 28
Главполиграфпрома Государ-
ственного комитета Совета Мини-
стров СССР по печати, Москва,
Е-398, ул. Плущева, 22