

Министерство сельского хозяйства РФ
Мичуринский филиал
ФГБОУ ВО "Брянский государственный аграрный университет"

Монтаж холодильных установок.

Учебное пособие

Брянск, 2015

УДК 621.3.035.9 (07)
ББК 31.392 я 73
М 77

М 77

Монтаж холодильных установок: учеб. пособ./ Сост. К.А.Бохан.– Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015.- 116с.: ил.

В учебном пособии рассмотрена организация монтажных работ; изложены основные сведения об оборудовании и механизмах, применяемых при монтаже; описан монтаж компрессоров, компрессорных агрегатов и холодильных машин, а также теплообменных и вспомогательных аппаратов, приборов автоматики; уделено внимание вопросам безопасности при проведении монтажных работ.

Данное пособие предназначено обучающимся по специальности 15.02.05. Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании; 15.02.06. Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям).

Печатается по решению методического совета Мичуринского филиала ФГБОУ ВО «Брянского государственного аграрного университета».

Рецензенты:

С.А. Никишонков начальник компрессорного цеха ООО БМПК

С.А. Костикова председатель ЦМК профессиональных модулей Мичуринского филиала ФГБОУ ВО Брянского ГАУ

УДК 621.3.035.9 (07)
ББК 31.392 я 73

© Бохан К.А., 2015
© Мичуринский
филиал ФГБОУ ВО
«Брянский государственный
аграрный университет», 2015.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	6
1.1. Организационно-техническая подготовка к производству монтажных работ. Современные методы монтажа оборудования, конструкций и коммуникаций.	6
1.2. Грузоподъемные средства для перемещения и монтажа оборудования.	12
1.3. Такелажные работы и основные требования к их проведению.	17
1.4. Строповка оборудования.	27
1.5. Техника безопасности при выполнении монтажных работ.	29
ГЛАВА 2. ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	34
2.1. Назначение и устройство фундаментов. Приемка фундаментов.	34
2.2. Разметочные работы.	39
2.3. Выверка и закрепление оборудования на фундаменте.	41
ГЛАВА 3. МОНТАЖ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.	46
3.1. Монтаж холодильных установок производительностью до 4 кВт.	46
3.2. Монтаж холодильных установок производительностью до 4-20 кВт.	52
ГЛАВА 4. МОНТАЖ КОМПРЕССОРОВ.	55
4.1. Монтаж поршневых компрессоров.	55
4.2. Монтаж винтовых и ротационных компрессоров.	58
ГЛАВА 5. МОНТАЖ ОСНОВНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОДЫ.	61
5.1. Монтаж конденсаторов.	61
5.2. Монтаж испарителей для охлаждения хладоносителей (кожухотрубного и панельного).	64
5.3. Монтаж воздухоохладителей.	66
5.4. Монтаж пристенных и потолочных батарей.	68
5.5. Монтаж устройств для охлаждения оборотной воды.	70
ГЛАВА 6. МОНТАЖ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.	71
6.1. Монтаж ресиверов.	71
6.2. Монтаж маслоотделителей и маслосборников.	73
6.3. Монтаж отделителей жидкости.	74
6.4. Монтаж промежуточных сосудов.	75
6.5. Монтаж воздухоотделителей.	75
6.6. Монтаж насосов.	76
6.7. Монтаж вентиляторов.	78
ГЛАВА 7. МОНТАЖ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.	80
7.1. Основные сведения о трубопроводах.	80
7.2. Способы соединения труб. Прокладочные и набивочные материалы.	82
7.3. Разметка трубопроводов.	84
7.4. Сборка трубопроводов.	87

ГЛАВА 8. МОНТАЖ ПРИБОРОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ.	89
8.1.Реле температуры.	89
8.2.Реле давления.	93
8.3.Манометры и мановакуумметры.	95
8.4.Реле уровня жидкости.	96
8.5.Терморегулирующие вентили.	98
8.6.Реле контроля смазки.	100
8.7.Реле протока воды.	101
8.8.Соленоидные вентили.	101
ГЛАВА 9. ИСПЫТАНИЕ СИСТЕМ И ПУСК УСТАНОВОК.	102
9.1.Испытание систем.	102
9.2.Заполнение систем хладагентом и хладоносителем.	105
9.3.Пуск и сдача установок в эксплуатацию.	111
ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ	113

ВВЕДЕНИЕ

Надежность и долговечность холодильных установок в эксплуатации в большой степени зависят от качества монтажных работ, квалификации монтажников, которые должны знать особенности устройства машин, аппаратов и трубопроводов, владеть прогрессивными методами их монтажа и испытаний. Данное пособие составлено для студентов, обучающихся по специальностям 15.02.05. Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании; 15.02.06. Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям).

Цель данного пособия - помочь в организации самостоятельной работы обучающихся, облегчить им изучение теоретического и практического курса профессиональных модулей по выбранной специальности.

Общие задачи учебного пособия:

- ✓ изложение системы знаний по указанным специальностям;
- ✓ раскрытие содержания профессиональных модулей в форме, удобной для изучения и усвоения;
- ✓ управление познавательной деятельностью обучающихся.

Частные:

1. Ознакомить с процессом подготовки монтажных работ, а именно: выбором методов и способов монтажа; грузоподъемными средствами и прогрессивными специальными приспособлениями и механизированным инструментом для его выполнения; правилами техники безопасности при выполнении монтажных работ. (Этому посвящена глава 1. данного пособия.);

2. Рассказать об устройстве фундаментов; порядке приемки фундаментов; последовательности проведения разметочных работ; о процессе выверке и закрепления оборудования на фундаменте (см. главу 2);

3. Описать процесс монтажа холодильных установок малой производительности (глава 3);

4. Подробно и последовательно изложить технологию проведения работ по монтажу основного и вспомогательного холодильного оборудования, трубопроводов и приборов автоматики (гл. 4-8);

5. Сформировать представление и выработать четкий алгоритм действий при испытании систем; заполнении систем хладагентом и хладоносителем; послемонтажном пуске холодильной установки (глава 9).

Основные функции, выполняемые учебным пособием:

- ✓ информационно-познавательная;
- ✓ справочная;
- ✓ стимулирующая или мотивационная;
- ✓ самообразования;
- ✓ самоконтроля или закрепления знаний.

При написании пособия составитель руководствовался действующими нормативными документами (см. использованные источники). При работе были использованы труды следующих ученых и специалистов: Тыркина Б.А.; Гальперина Д.М.; Невейкина В.Ф.; Игнатьева В.Г.; Онищенко Н.П. и др. Информационной и справочной базой послужили разнообразные интернет-ресурсы.

ГЛАВА 1. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ.

- 1.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА К ПРОИЗВОДСТВУ МОНТАЖНЫХ РАБОТ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНТАЖА ОБОРУДОВАНИЯ, КОНСТРУКЦИЙ И КОММУНИКАЦИЙ.***
- 1.2. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И МОНТАЖА ОБОРУДОВАНИЯ.***
- 1.3. ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ПРОВЕДЕНИЮ.***
- 1.4. СТРОПОВКА ОБОРУДОВАНИЯ.***
- 1.5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МОНТАЖНЫХ РАБОТ.***

1.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА К ПРОИЗВОДСТВУ МОНТАЖНЫХ РАБОТ.

Под монтажом следует понимать всю совокупность операций, как подготовительных, так и исполнительных, включающих расконсервацию оборудования, ревизию, агрегатную сборку, установку на фундаменты, выверку, подключение к коммуникациям и индивидуальные испытания.

Монтаж холодильного оборудования - это комплекс работ по его установке, наладке и пуску в эксплуатацию. Монтаж холодильного оборудования включает монтаж компрессоров, аппаратов, вспомогательных механизмов и систем трубопроводов для холодильного агента, хладоносителя, масла, воды и др.

Объем монтажных работ зависит от степени агрегатирования оборудования. В соответствии с классификацией холодильных машин, оборудование производительностью до 200 Вт, а также более производительное специальное оборудование (торговые агрегаты, автономные транспортные кондиционеры и т.д.) поставляются в виде агрегата и монтаж сводится к закреплению этой холодильной установки на предназначенном месте и подключению к электросети.

Оборудование средней производительности (до 116 кВт), используемое в пищевой промышленности, на предприятиях торговли, в сельском хозяйстве и т. д., поставляется в виде компрессорно-конденсаторных и аппаратных агрегатов, монтаж которых заключается в размещении агрегатов согласно проекту, в специально предназначенных помещениях, после чего монтируются трубопроводы агента, хладоносителя и др.

Оборудование производительностью свыше 116 кВт поставляется неагрегатированным или частично агрегатированным. Крупногабаритные машины и аппараты (например, некоторые горизонтальные компрессоры, испарительные конденсаторы, градирни и т.д.) поставляются по узлам. Их монтаж наиболее трудоемок

Монтажные работы могут производиться как на вновь строящемся, так и на действующем предприятии при оснащении его дополнительным оборудованием или реконструкции отдельных цехов.

Монтаж холодильного оборудования выполняется в тесном взаимодействии со строительными, санитарно – и электротехническими работами. Строительные подразделения создают фундаменты под оборудование, опорные конструкции, площадки для размещения оборудования, каналы для прокладки

трубопроводов в грунте, эстакады для прокладки трубопроводов по территории, железобетонные резервуары, конструкции градирен. Подразделения, ведущие санитарнотехнические работы, прокладывают подземные подводящие трубопроводы для воды и слива отработанных вод в канализацию. Подразделения, ведущие электротехнические работы, обеспечивают монтаж всего комплекса, связанного с электроснабжением и электроосвещением. Устройства по автоматизации выполняются соответствующими специализированными организациями.

Монтаж оборудования должен осуществляться на основе разработанного монтажной организацией проекта, в котором отражены следующие основные вопросы и технические решения:

- 1) календарные планы работ по монтажу в целом, а также по монтажу отдельных объектов и виду оборудования;
- 2) план площадки для монтажных работ;
- 3) методы работ и их механизация, мероприятия по безопасному ведению работ;
- 4) технологические схемы процессов монтажа отдельных объектов оборудования в планах и разрезах;
- 5) потребность в подъемно-транспортном оборудовании, приспособлениях, опорных устройствах и инструменте для механизации монтажных работ;
- 6) потребность в рабочей силе, расстановка специализированных и монтажных бригад;
- 7) схема совмещения монтажных работ со строительными и специально монтажными;
- 8) сметы на производство монтажных работ.

Полный комплект технической документации включает следующие документы: рабочие чертежи, сметы, детализированные чертежи на трубопроводы и на металлоконструкции индивидуального заказа, паспорта на монтируемое оборудование и сосуды с комплектовочными ведомостями, инструкции заводоизготовителей по монтажу и наладке оборудования.

Рабочие чертежи на монтаж металлоконструкций должны включать: монтажные схемы, планы и разрезы, планы фундаментных (анкерных) болтов, узлы крепления конструкций, сечения, расчетные усилия в конструкциях и узлах.

Сметная документация содержит: сметы по рабочим чертежам объекта на монтаж оборудования, металлоконструкций, технологических трубопроводов, водопровода, канализации, вентиляции и отопления, силового электроснабжения, строительной части объекта; сводную смету по строящемуся предприятию и сметно-финансовый расчет.

На основе проектно-сметной документации, полученной от заказчика, монтажная организация, которая будет проводить монтаж, разрабатывает, согласовывает и утверждает проект производства монтажных работ.

Способы производства монтажных работ

Производство монтажных работ может быть осуществлено следующими способами: хозяйственным, подрядным и субподрядным.

При *хозяйственном* способе монтажные работы выполняются непосредственно предприятием, на котором монтируется оборудование. Предприятие обеспечивает проведение всех монтажных работ рабочей силой и всеми потребными материалами. При хозяйственном способе стоимость монтажных работ, как правило, повышается и срок их удлиняется, поэтому этот способ проектируется при небольших объемах монтажных работ (обычно на действующем предприятии).

При *подрядном* способе монтажные работы ведет специальная монтажная организация, называемая подрядчиком (генподрядчиком). Этот способ является основным и обеспечивает выполнение всех работ высококвалифицированными специалистами с использованием необходимых механизмов и специализированного транспорта.

При *субподрядном* способе генподрядчик часть монтажных работ передает другой специализированной монтажной организации. Организация, ведущая эту часть работ, называется субподрядчиком.

Подготовка к монтажу

Своевременная подготовка монтажных работ и правильная организация их производства обеспечивают максимальную производительность труда, сокращение сроков продолжительности монтажа оборудования и высокое качество монтажных работ.

При большом объеме монтажных работ специализированная проектная организация разрабатывает проект организации монтажа. Поэтому, прежде чем приступить к монтажу, необходимо детально ознакомиться с проектом и, в первую очередь, с проектными материалами: монтажным проектом, проектом организации монтажных работ, сметной документацией, технической документацией на оборудование, рабочими и установочными чертежами, спецификациями. Эти материалы необходимо проверить с целью выявления их полноты и достаточности для производства монтажных работ.

К началу производства монтажных работ должна быть проведена в соответствии со СНиП организационно-техническая подготовка, включающая:

- получение монтажной организацией проектно-сметной и технической документации от генподрядчика или заказчика;
- разработку, согласование и утверждение в установленном порядке проекта производства монтажных работ (ППМР);
- организацию складов, открытых площадок для хранения и укрупнительной сборки технологического оборудования, узлов трубопроводов и металлоконструкций;
- сооружение постоянных или временных подъездных путей;
- возведение необходимых для производства монтажных работ временных сооружений, производственных и бытовых помещений;
- прокладку внешних сетей для подвода к строящемуся объекту электроэнергии, воды, пара и сжатого воздуха, необходимых для производства монтажных работ;
- устройство внутреннего и наружного электроосвещения; -проверку строительной готовности объекта;

-комплектную поставку оборудования, узлов трубопроводов, материалов в объеме, предусмотренном планом производства работ;

-оснащение монтажной организации монтажными механизмами, транспортными средствами, приспособлениями и инструментами в объеме, предусмотренном проектом производства работ;

-монтаж эксплуатационного и монтажного подъемнотранспортного оборудования, предназначенного для производства монтажных работ;

-выполнение мероприятий по технике безопасности и охране труда.

Временные мастерские для изготовления непоставляемого оборудования (каркасы, трубопроводы и др.) и обеспечения ремонта оборудования, монтажных приспособлений и инструментов создаются в соответствии с указаниями проекта производства монтажных работ.

По окончании устройства складов, навесов, площадок, временных мастерских и организации монтажной площадки выполняют следующие работы:

- приемку оборудования и организацию его хранения;

- приемку строительных работ объекта для производства монтажных работ;

- проведение разметочных работ;

- распаковку оборудования, общий просмотр его и проверку комплектности;

- ревизию оборудования (разборка и сборка оборудования с промывкой и прочисткой деталей) - ее проводят в том случае, если обнаружены дефекты заводского изготовления и сборки, если оборудование было ранее демонтировано, если оборудование пролежало на складе более года;

- частичное оснащение оборудования - комплектовка его изделиями и пригонку их (патрубки, коробки, ограждения и др.);

- сборку отдельных узлов оборудования (например, секций станины, норийных труб, вентиляционных трубопроводов);

- выборочную проверку оборудования на холостом ходу от временных электродвигателей;

- изготовление приспособлений и оснастки, предусмотренных проектом производства монтажных работ.

В зданиях и сооружениях (градирня, открытая площадка), сдаваемых под монтаж оборудования и трубопроводов, должны быть выполнены строительные работы, которые предусмотрены ППРМ. Например, в машинном отделении должны быть возведены стены, кровля, выполнены фундаменты под оборудование, черный пол, каналы для трубопроводов, установлены закладные детали в устройствах для крепления трубопроводов. В камерах холодильника должна быть закончена отделка внутренней поверхности теплоизоляционных ограждений, установлены закладные детали (анкерные болты, пластины) для крепления охлаждающих приборов и трубопроводов.

При приемке помещений проверяют наличие и правильность нанесения главных осей и высотных отметок (реперов) на строительных конструкциях, выполнения отверстий для прохода трубопроводов в стенах и перекрытиях, установки закладных деталей и прочность заделки закладных деталей.

При приемке фундаментов проверяют: соответствие их чертежам (геометрические размеры фундамента, колодцев, отверстий и закладных деталей);

взаимное расположение фундаментных болтов и закладных деталей, колодцев и просверленных отверстий под анкерные болты; наличие закладных пластин с отметками главных осей оборудования и реперов; состояние поверхности (недопустимы трещины, сколы); прочность бетона методами разрушающего или неразрушающего контроля. К приемке под монтаж предъявляются одновременно помещения, сооружения, фундаменты и опорные конструкции, необходимые для установки оборудования и технологических трубопроводов, образующих функциональный блок. Приемку фундаментов, зданий и сооружений констатируют актами с указанием результатов проверки и замечаний. Акты приемки, подписанные представителями строительной, монтажной организаций и заказчика, свидетельствуют о готовности объектов к производству монтажных работ.

Приемка и хранение оборудования

Приемка оборудования, поступающего на монтаж, производится комиссией заказчика с привлечением подрядчика. При этом проверяются: соответствие оборудования по проекту, а по заводской документации - выполнение заводом-изготовителем контрольной сборки, обкатки и других испытаний в соответствии со стандартами и техническими условиями на оборудование; комплектность оборудования по заводским спецификациям, отправочным и упаковочным ведомостям, в том числе наличие специального инструмента и приспособлений, поставляемых заводом-изготовителем; отсутствие повреждений и дефектов оборудования, сохранность окраски, консервирующих и специальных покрытий, сохранность пломб; наличие и полнота технической документации завода-изготовителя, необходимой для производства монтажных работ.

В случае установления комиссией некомплектности оборудования или дефектов составляется акт. Составление актов и предъявление рекламаций и претензий заводу-изготовителю или поставщику оборудования являются обязанностью заказчика.

Оборудование, предназначенное для монтажа, должно храниться на специальном складе, отвечающем требованиям пожарной безопасности. Оно должно быть установлено на деревянные подкладки или уложено на стеллажи.

Размещение оборудования в складе должно проводиться в соответствии с очередностью его подачи на монтаж. К каждой машине или ящику прикрепляется бирка с указанием наименования и краткой характеристикой оборудования.

Хранимое на складе оборудование должно быть очищено от грязи и периодически протираться с одновременной проверкой состояния смазки на обработанных поверхностях. Для предохранения металлических частей оборудования от коррозии их покрывают антикоррозионной смазкой. Передача оборудования со склада в монтаж оформляется актом.

Документация на оборудование

На поставляемое под монтаж оборудование должна быть следующая документация:

- Сведения об условиях работы аппарата или машины (P , t , среда, агрессивность).
- Способы и параметры испытаний.
- Данные о материале прокладок и набивок.

- Спецификация деталей с указанием веса материала.
- Карта назначения штуцеров.
- Указания о футеровке или других защитных покрытиях.
- Зарегистрированная книга для аппаратов, подведомственных Госгортехнадзору.
- Комплектовочная и маркировочная ведомость для негабаритных и разобранных аппаратов и инструкция по сборке и сварке.
- Указания по установке и креплению аппарата.
- Указания по тепловой изоляции.
- Данные о документации, оформляемой в процессе приемки, монтажа, испытаний, сдачи в эксплуатацию.

Современные методы монтажа оборудования, конструкций и коммуникаций.

Методы монтажа технологического оборудования, конструкций и трубопроводов, в зависимости от последовательности производства строительно-монтажных работ, делятся на поточно-совмещенный и последовательный и в зависимости от организации производства - на комплектноблочный, крупноблочный, поточно-узловой и бесподкладочный.

Поточно-совмещенный метод является наиболее прогрессивным и экономичным, требующим тщательной инженерно-экономической подготовки. Он способствует сокращению нормативных сроков продолжительности строительства объектов. Строительно-монтажные работы выполняются строго по разработанному графику, согласованному со всеми строительно-монтажными организациями, участвующими в строительстве, а также с заказчиком, который обеспечивает поставку оборудования и материалов в согласованные сроки. Работы выполняются в такой последовательности: устройство фундаментов, железобетонных и металлических площадок для монтажа оборудования, подъем и установка в проектное положение тяжеловесного оборудования и узлов внутрицеховых трубопроводов до монтажа плит междуэтажных перекрытий, устройство домонтажной изоляции аппаратов и сосудов, канализационных систем в полах до устройства гидроизоляции перекрытий и т.п. Недостатком этого метода являются дополнительные затраты на защиту смонтированного оборудования от повреждений в процессе общестроительных и отделочных работ.

Последовательный метод применяют при монтаже оборудования, которое по техническим условиям может быть установлено только в построенных зданиях и помещениях, а также при незначительном объеме монтажных работ.

Комплектно-блочный метод заключается в максимальном переносе работ с монтажной площадки в условия промышленного производства либо на производственные базы монтажных организаций. В результате этого обеспечивается поставка на стройки агрегатированного оборудования в виде комплектов блочных устройств, включающих опорные и обслуживающие конструкции, обвязочные технологические трубопроводы, элементы электротехнических и автоматизированных систем в пределах группы машин.

Крупноблочный метод обеспечивает минимальные сроки монтажа за счет поставки оборудования заводами-изготовителями в виде крупных

транспортабельных комплектных блоков либо укрупнительной сборки на монтажной площадке до предоставления фронта работ для установки оборудования и коммуникаций.

Поточно-узловой метод используется при монтаже оборудования, поступающего с низкой степенью заводской готовности (подвесные бесконвейерные и конвейерные пути, нории и т.п.) Основным принципом метода является непрерывное и равномерное во времени производство работ, которое обеспечивается следующими организационнотехническими мероприятиями: разделением технологического процесса монтажа на составляющие процессы и операции, созданием производственного ритма, разделением труда между исполнителями, совмещением процессов укрупнительной сборки и монтажа во времени и пространстве.

Бесподкладочный метод заключается в монтаже оборудования без применения подкладок путем использования отжимных регулирующих устройств, вмонтированных в основание машин, инвентарных регулируемых подкладок и специального приспособления, установочных гаек специальной конструкции.

Успешно применяемый комплекс прогрессивных и экономичных методов монтажа оборудования и коммуникаций составил понятие «скоростной монтаж». Использование скоростного монтажа комплектно поставляемых технологических линий и установок позволило сократить нормативную продолжительность монтажа оборудования на 20-25 %.

1.2. Грузоподъемные средства для перемещения и монтажа оборудования.

К средствам для перемещения и монтажа оборудования и конструкций в монтажной зоне относят самоходные стреловые краны (автомобильные, гусеничные, пневматические), башенные, козловые краны, автопогрузчики, трубоукладчики. Подъем и установку технологического оборудования выполняют также с помощью проектных (штатных) мостовых кранов и электротельферов.

Высокие вертикальные аппараты поднимают грузоподъемными мачтами. Аппараты небольшого диаметра можно устанавливать на фундаменты с помощью одной мачты, однако, при этом затрудняется наводка на фундамент. Поэтому обычно используют две мачты, работающие в паре. В некоторых случаях для подъема особенно тяжелых аппаратов применяют четыре попарно объединенных мачты. При монтаже оборудования находят применение П-образные порталы. Но они применяются в основном в химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Мачтовые подъемники

Мачтовые подъемники являются наиболее распространенным средством монтажа любых тяжеловесных крупногабаритных аппаратов, установленных на любой высоте, в том числе на высоких фундаментах и постаментов. Как универсальное средство монтажа мачтовые подъемники выпускаются определенных типоразмеров грузоподъемностью от 20 до 500 т. С их помощью выполняются все

вспомогательные операции. На базе мачтовых подъемников могут быть изготовлены порталы и шевры.

Монтажная мачта, оснащенная лебедкой и полиспастом и удерживаемая в устойчивом положении расчалками, используется для монтажных работ в тех случаях, когда отсутствуют краны необходимой грузоподъемности. Металлические мачты могут быть трубчатой или решетчатой конструкции (рис. 1.1. а, б). Грузоподъемность мачт зависит от их высоты и от размеров труб и уголков, использованных для изготовления мачты. В вертикальном или наклонном положении мачта удерживается с помощью расчалок. Расчалки одним концом крепятся к оголовку мачты, другим - за якоря. Расчалок должно быть не менее трех. Угол наклона расчалок к горизонту для обеспечения устойчивости мачты не должен превышать 45° . Поскольку якорь должен находиться вне опасной зоны, длина расчалок обычно превышает длину мачты в 1,5 раза. Если необходима передвижка мачты, наклон расчалок мачт к горизонту не должен превышать 30° .

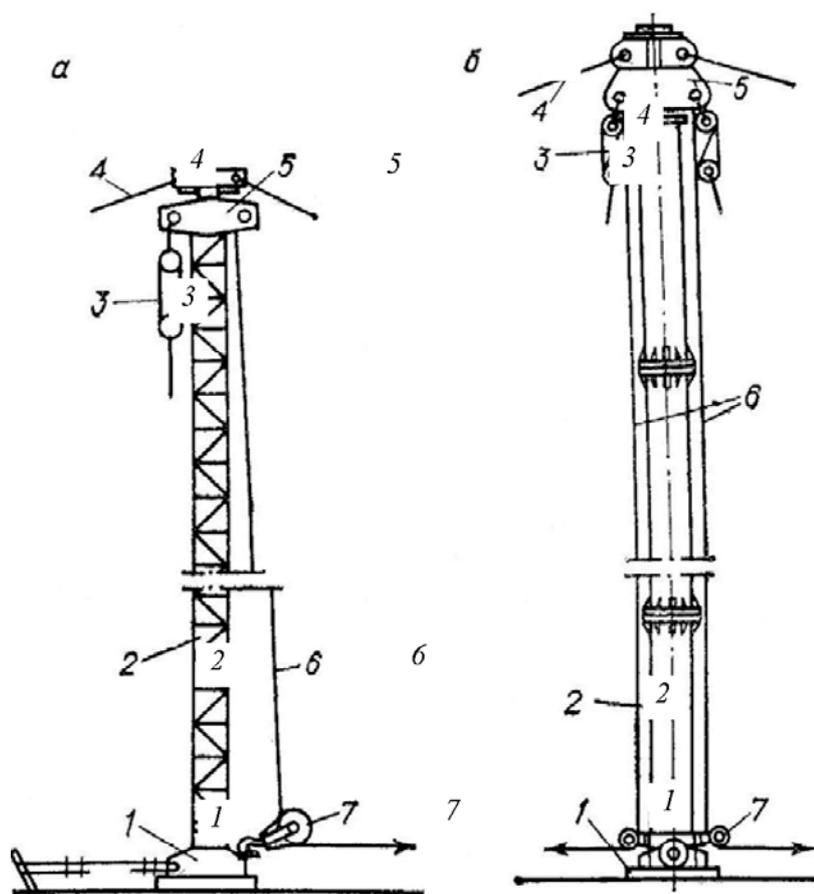


Рис. 1.1. Монтажные мачты:
 а - решетчатые; б - трубчатые; 1 - опорная пята; 2 - мачта; 3 - полиспаст;
 4 - расчалка; 5 - оголовок; 6 - сбегающий канат; 7 - отводной блок

Оголовок мачты служит для крепления расчалок и полиспаста, основание мачты - для создания опоры (неподвижной или поворотной) и установки отводного блока. Расчалки крепятся к проушинам, приваренным к оголовку мачты. Оголовок может быть вращающимся и неподвижным. Трубчатые мачты изготавливают из труб диаметром более 400 мм, решетчатые мачты - из уголков, соединенных раскосами. Разборные мачты состоят из отдельных секций, соединенных фланцами. Это позволяет изменять высоту мачты. При увеличении высоты грузоподъемность мачты снижается. Для наклона мачт предусматривается шарнирная опора.

Используются также поворотные опоры, позволяющие осуществлять поворот мачты с грузом на 180° . Грузоподъемность от 3 до 50 т и высота до 30 м.

В этом случае на расчалках мачт устанавливаются полиспасты, дающие возможность изменять длину расчалок при наклоне и повороте мачты. Низ мачты при этом крепится на горизонтальном шарнире в башмаке, который в свою очередь, крепится вертикальным шарниром к фундаменту. Поворот мачты осуществляется только в наклонном положении. Шаровые опоры мачты применяются для возможности монтажа самой мачты методом поворота вокруг шарнира.

Удельная металлоемкость монтажных мачт большой высоты и грузоподъемности равна 0,25 - 0,35, т. е. вес мачты составляет $1/3 - 1/4$ от веса поднимаемого груза. Высота мачт колеблется в пределах 0,75 - 1,15 высоты аппарата на постаменте.

Порталы

Порталы имеют П-образную форму (прямоугольная плоская рама). Якоря и расчалки, удерживающие его в наклонном положении, находятся в плоскости качания. Трубчатые порталы П-образного типа изготавливают из труб диаметром 1400 мм и более. Ригель решетчатого портала изготавливается из трубы. (рис. 1.2.).

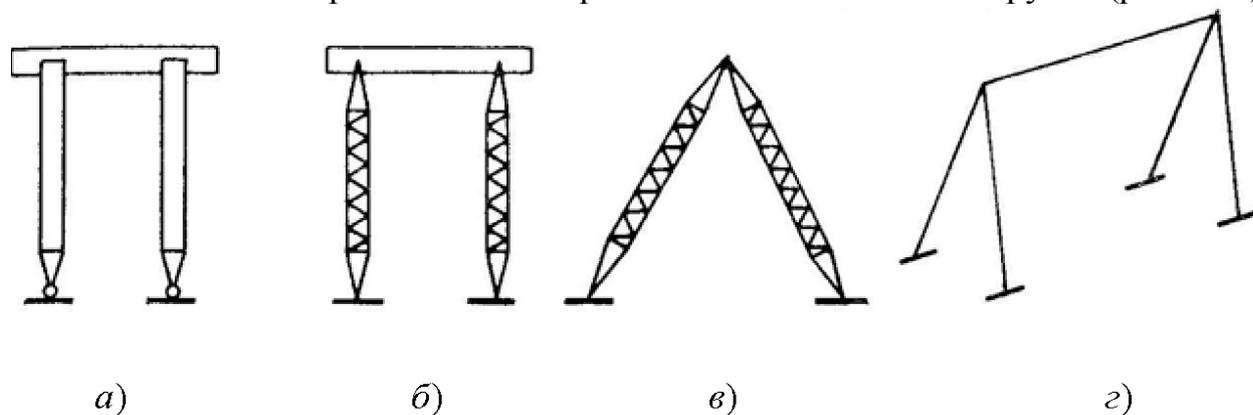


Рис. 1.2. Схема порталов:

а - трубчатый; б - решетчатый; в - А-образный подъемник; г - подъемник козлового типа

Шевра

Шевром называется А-образный подъемник. Кроме грузового полиспаста шевр оснащается отводным блоком и тяговым полиспастом, служащим для изменения наклона шевра (рис. 1.3.).

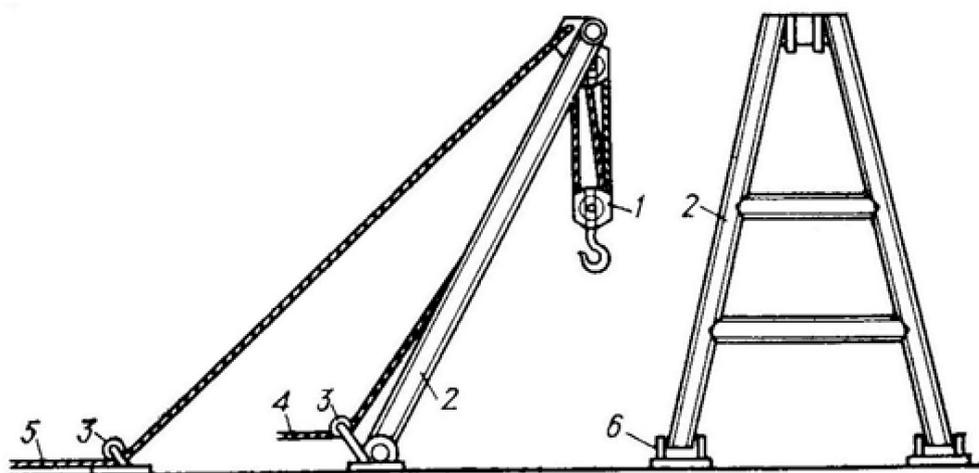


Рис. 1.3. Схема шевра:

*1 - грузовой полиспаст;
2 - шевр; 3 - отводной блок;*

4 - ветвь грузового полиспаста; 5 - канат для изменения угла наклона шевра; 6 - шарнирная опора

Козловые краны

Внутри цехов, где невозможно использовать для такелажных работ автомобильные краны и автопогрузчики, применяют самомонтирующиеся козловые краны. Козловые краны находят применение на открытых складах и укрупнительно-сборочных площадках (рис. 1.4.).

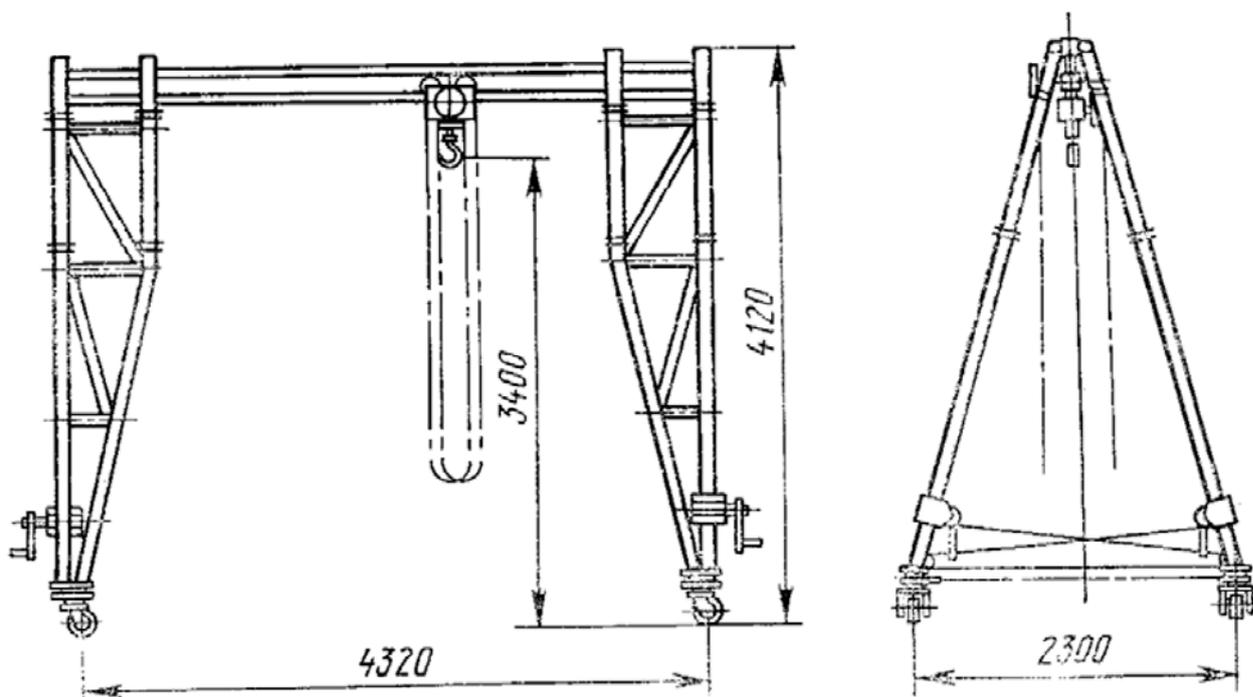


Рис. 1.4. Козловой кран

Козловые краны применяются с пролетом между опорами от 11,3 до 44 м и высотой подъема крюка до 24 м. Их используют для тех же целей, что и башенные краны. Опоры козлового крана устанавливают на ходовые тележки с механизмами передвижения крана. Управление краном производится из кабины, расположенной на опоре или ригеле. Перемещение крана осуществляется по рельсовым путям с колес, равной пролету крана.

Самомонтирующиеся козловые краны применяют при монтаже оборудования в помещениях с большим числом фундаментов (в компрессорных и насосных станциях и т.д.), а также оборудования, имеющего значительные габариты по длине

(хлебопекарные печи, сушилки туннельного типа и т.п.). Опорные конструкции крана имеют вставки, что позволяет изменять высоту подъема крюка с 24 до 34 м. Кран снабжен двумя ручными лебедками, при помощи которых его поднимают в вертикальное положение, а также устройством, повышающим маневренность крана и безопасность работы на наклонных участках и самоцентрирующимися колесами с гуммированными ободами.

Треноги

Треноги изготавливают из металлических труб, реже из дерева. Для подъема грузов массой до 1 т на высоты до 2,5 м служат легкие треноги. Для подъема грузов массой до 3 т с лебедкой используют тяжелые треноги. Диаметр опор 102 мм (рис. 1.5.).

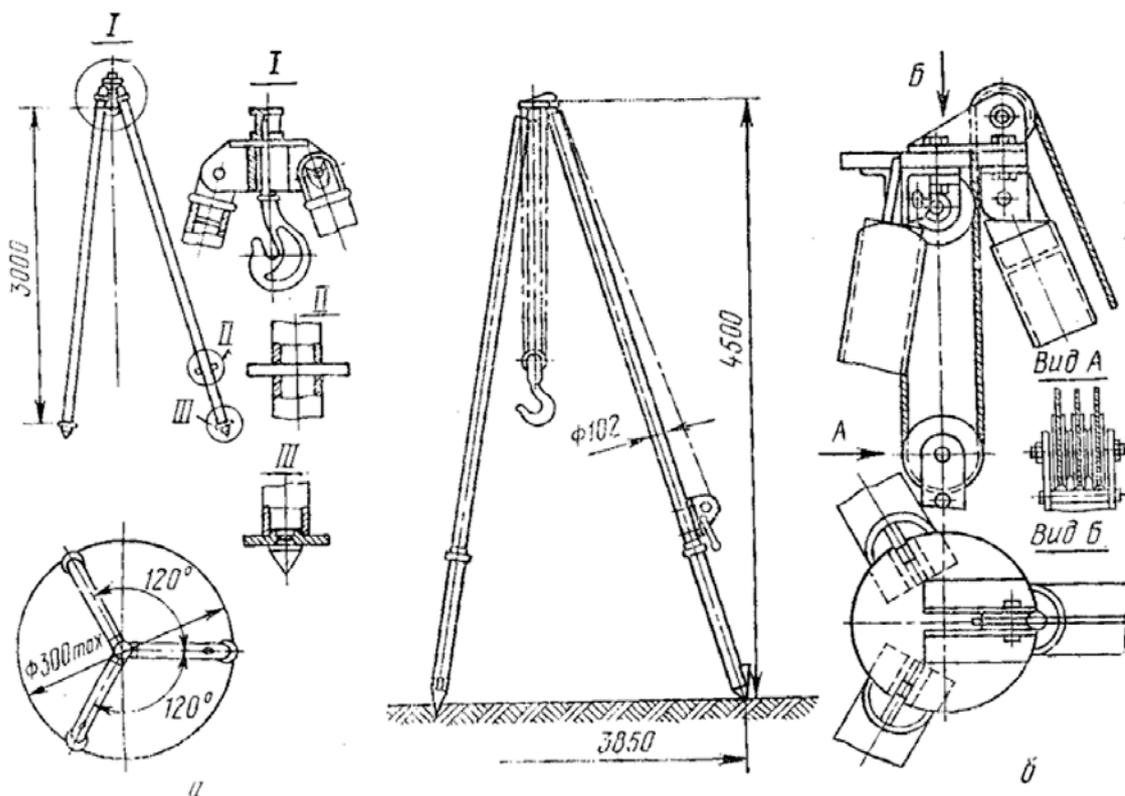


Рис. 1.5. Схема тренога: а - легкий; б - тяжелый

Мостовые краны могут быть ручные и электрические. Они устанавливаются в машинных залах, помещениях котельных и других зданиях и являются эксплуатационными, монтажными и ремонтными механизмами. Краны мостовые ручные, штатные применяют для перемещения и монтажа технологического оборудования и конструкций. На стоящихся предприятиях их монтируют до начала основных механомонтажных работ. Конструктивно они подразделяются на одно- и двухбалочные. *Однбалочные* краны пролетом 4,5 - 16,5 м имеют грузоподъемность 3,2 - 8 т; *двухбалочные* пролетом 7,5 - 16,5 м - 12,5 - 20 т.



Электротельферы

Кроме ручных тельферов при монтаже и ремонте широкое применение находят электротельферы. Электротельферы перемещаются по подвесным путям, выполненным из двутавровых балок. Грузоподъемность тельферов от 0,5 до 5 т. Максимальная высота подъема 12 м. (рис.1.6.)

Рис. 1.6. Электротельферы

1.3. ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ПРОВЕДЕНИЮ.

Такелажные работы - наклонное, горизонтальное перемещение и вертикальный подъем оборудования, аппаратов и т.д. На долю такелажных приходится значительная часть общего объема монтажных работ. Их значение особенно возросло в связи с индивидуализацией монтажа, т. е. с увеличением степени сборности монтируемого оборудования.

Такелажные работы весьма разнообразны, их выполнение требует опыта, навыков и знаний, а также неукоснительного соблюдения основных положений, обеспечивающих безопасность и безаварийность. Наиболее продолжительной по времени частью такелажных работ являются подготовительные работы, которые включают выбор и доставку на монтажную площадку такелажной оснастки, приспособлений и инструментов, установку в рабочее положение подъемных мачт, механизмов, канатов, стропов и т. д.

При проведении такелажных работ необходимо учитывать ряд особенностей.

- 1) Такелажные работы, как правило, проводят днем.
- 2) Такелаж нельзя проводить на наружных установках при скорости ветра в шесть баллов, при дожде, гололедице и снегопаде.
- 3) Начатый подъем груза должен быть закончен в тот же день. Если это сделать не удалось, то груз должен быть опущен на землю или постамент.
- 4) Груз, подвешенный к крюку подъемного механизма, должен быть прочно и надежно застропован, при этом:
 - ✓ стропы должны быть наложены на груз равномерно, без узлов и перекруток;
 - ✓ следует выбирать стропы такой длины, чтобы угол между их ветвями не превышал 90°;
 - ✓ стропы должны обеспечивать устойчивость груза во время его подъема и перемещения;
 - ✓ усилие в стропе должно быть направлено по оси рым-болта;

- ✓ на ребрах поднимаемого груза под стропы надо подкладывать деревянные или металлические подкладки;
- ✓ расстроповку груза проводят только после его установки и надежного закрепления.

Запрещается, строповка груза без подкладок под поверхности, которые могут быть повреждены в результате такелажа и монтажа.

Такелажные механизмы и приспособления

При подъеме груза пользуются пеньковыми и стальными канатами и различными механизмами. Канаты связывают друг с другом определенными узлами. Вязка узлов стальных и пеньковых канатов имеет несколько способов (рис. 1.7).

Во избежание развязывания узлов под тяжестью поднимаемого груза, при затяжке узла оставляют свободный конец каната, длиной не менее 20 диаметров каната. Пеньковые канаты применяют при подъеме грузов небольшой массы вручную через блоки, а также для оттяжек и расчалок.

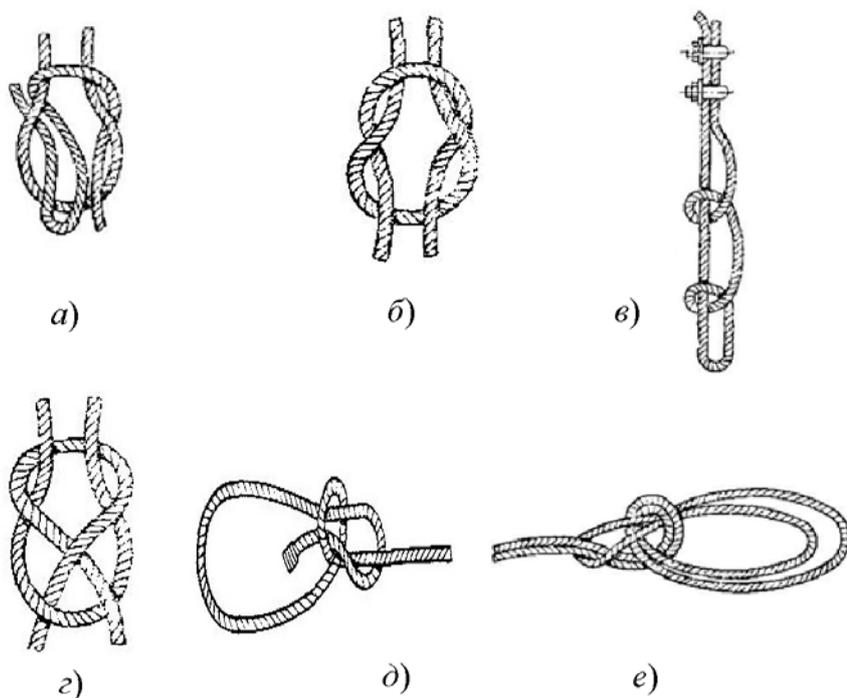


Рис.1.7. Способы вязки узлов:
а - прямой; б - рифовый; в - штыковой для толстых пеньковых канатов; г - вязка в коуш или петлю; д - беседочный (морская петля); е - двойной беседочный

На монтажно-такелажных работах пользуются смоляными канатами, обработанными горячей смолой. Пеньковые канаты смазывают мазью следующего состава, %: технического вазелина - 83; канифоли - 10; озокерита - 4; графита - 3.

Стальные канаты изготавливают из светлой или оцинкованной проволоки. Их свивают из шести круглых прядей, расположенных вокруг органического (пенькового, джутового) сердечника, который пропитан смазкой, предохраняющей канат от коррозии. Стальные канаты используют в полиспастах, стропях, расчалках, тягах и других приспособлениях.

Для предотвращения коррозии канаты необходимо тщательно очищать от грязи и регулярно смазывать (не реже 1 раза в 1,5 месяца при работе и не реже 1 раза в 6 месяцев при хранении на складе) специальной канатной мазью. При износе или коррозии, достигших 40 % и более от первоначального диаметра проволок, канат должен быть выбракован.

Стропы

Стропами (в буквальном переводе «петля») называют грузоподъемное устройство для подвешивания грузов к крюкам грузоподъемных машин и механизмов или к траверсам. Стропы представляют собой отрезок стального каната (троса) или цепи, замкнутый в кольцо или образующий петлю. Стропы грузовые канатные выпускают нескольких типов. Стропы должны легко надеваться на крюк, сниматься с него и свободно освобождаться от груза (рис. 1.8).

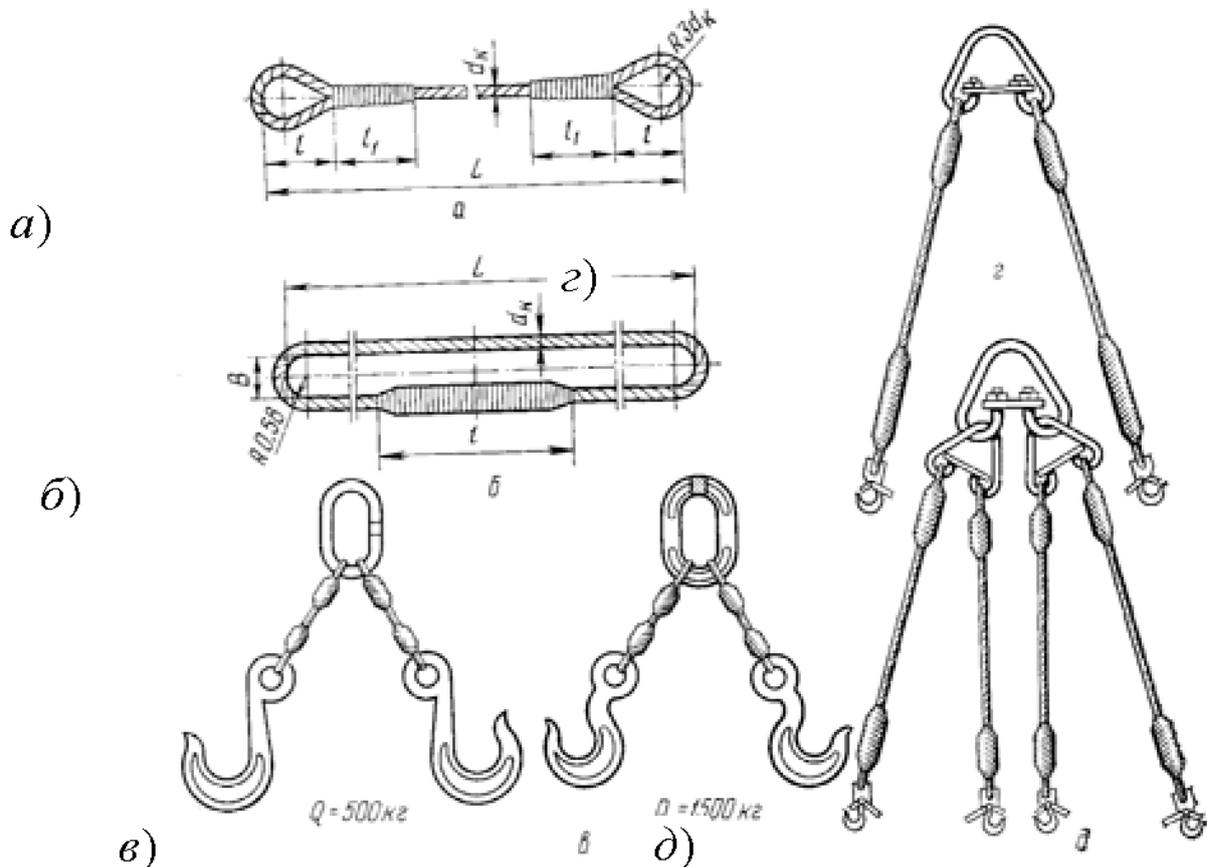


Рис. 1.8. Схемы строп:

а - универсальные исполнения 1: (L - общая длина; l - длина петли; l_1 - длина заплетки, замотанной проволокой; d_k - диаметр каната); *б* - то же исполнения 2: (L - общая длина стропы; l_1 - длина заплетки, замотанной проволокой; d_j - диаметр каната; B - ширина уложенной петли стропа по внутренней стороне); *в* - двухветвевые с коренным кольцом; *г* - то же, с подъемной скобой; *д* - четырехветвевой с подъемной скобой

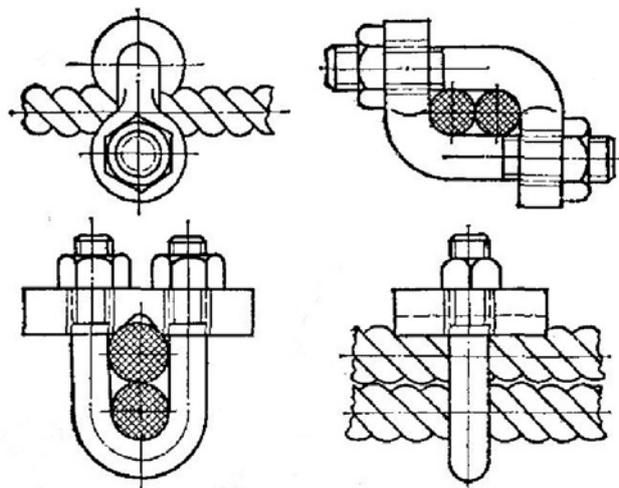
Приспособления для захвата оборудования

Захваты значительно сокращают время строповки и расстроповки грузов. К ним относятся: автоматические строповые замки, полуавтоматические строповые замки, универсальные и самозапирающиеся захваты. Автоматический строповый замок служит для подъема технологического оборудования массой до 3 т разной конфигурации с несимметричным расположением центра тяжести. Полуавтоматические строповые замки изготавливают грузоподъемностью от 1 до 20 т.

В тех случаях, когда требуется выполнить легко разъёмное соединение тросов, их концы закрепляют стальными сжимами различных конструкций. Число сжимов и расстояние между ними определяют по специальным таблицам в зависимости от

диаметра троса. Болты сжима затягивают равномерно до такой степени, чтобы поперечный размер сжатого троса составлял 0,6 его первоначального диаметра.

Сжимы располагают так, чтобы их гайки оказались со стороны рабочей ветви каната. Надежность закрепления проверяют с помощью сигнальной петли, которая при работе троса должна оставаться неизменной по длине и форме. Соединять концы тросов сжимами на прямых участках не рекомендуется (рис. 1.9.).



а)

б)



в)

Рис. 1.9. Схема сжимов:

а - скобы из одинаковых элементов;
б - из скобы и планки; в - устройство сигнальной петли

Коуши

Коуши устанавливают в петлю стропов с целью предохранить канаты от крутых перегибов и увеличить срок пользования ими. Обычно коуши огибают стальным канатом так, чтобы длина свободного конца последнего была достаточной для установки необходимого числа сжимов. Материал коушей - Ст3. Размеры коушей зависят от диаметра канатов, т.е. от 10,2 до 49,5 мм. Размеры коушей D от 40 до 130 мм, а длина L от 65 до 217 мм (рис. 1.10.).

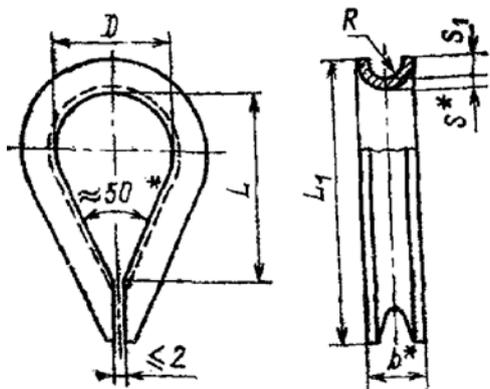


Рис. 1.10. Коуш сердцевидный.

Рым-болты

Рым-болты устанавливаются на оборудовании, на узлах оборудования для крепления за них стропов. Грузоподъемность рым-болтов должна соответствовать табличным данным. При подъеме груза направление стропа под углом от вертикальной оси рым-болта свыше 45° не допускается. Грузоподъемность рым-болта может быть при М8 - 45 кг; при М100 х 6 - 20 000 кг (рис. 1.11).

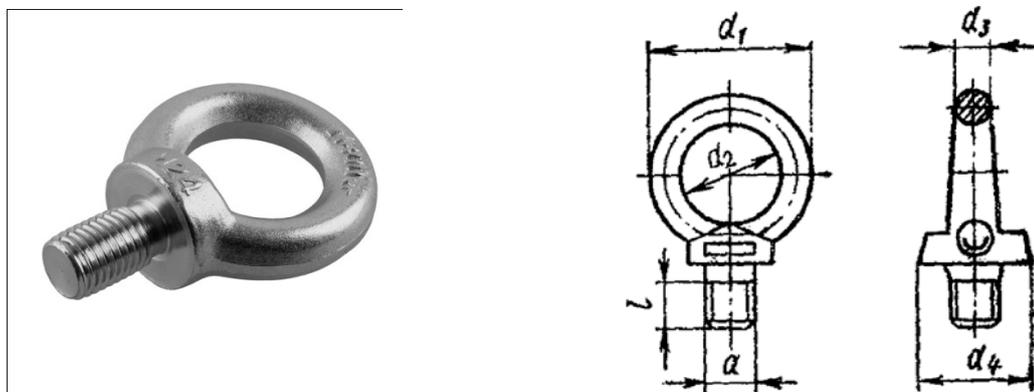


Рис. 1.11. Рым-болты

Стрелы

Стрелы устанавливаются на строительных конструкциях здания и применяются в качестве основного грузоподъемного механизма для монтажа оборудования при отсутствии грузоподъемных кранов. Вертикальные и горизонтальные нагрузки от стрел передаются на основные узлы здания. Стрелы изготавливаются из бесшовных труб.

Стрелы находят широкое применение при небольших объемах работ, связанных с реконструкцией, техническим перевооружением и капитальным ремонтом оборудования, на монтажных предприятиях для подъема оборудования и конструкций используют переносные монтажные стрелы. Стрелу можно поворачивать вручную в горизонтальной плоскости на угол до 180° , в вертикальной плоскости - в пределах угла наклона стрелы к горизонту $30 - 80^\circ$.

Полиспасты

Полиспаст представляет собой пару многороликовых блоков, соединенных канатом. Канат последовательно огибает ролики обоих блоков. Один конец каната прикрепляется к одному из блоков полиспаста, а другой крепится на тяговом устройстве (лебедка, трактор). Неподвижный блок полиспаста укрепляется на какой-либо опоре (якоре, оголовке мачты или кране). К подвижному блоку крепится перемещаемый или поднимаемый груз. Один конец каната, называемый глухим, крепится к проушине верхнего или нижнего блока, а другой конец, называемый сбегающим, крепится к барабану лебедки. Ветви каната, соединяющие блоки, называются рабочими нитками (ветвями) полиспаста. Полиспасты используются для получения выигрыша в усилиях подъема за счет уменьшения скорости подъема (рис. 1.12.).

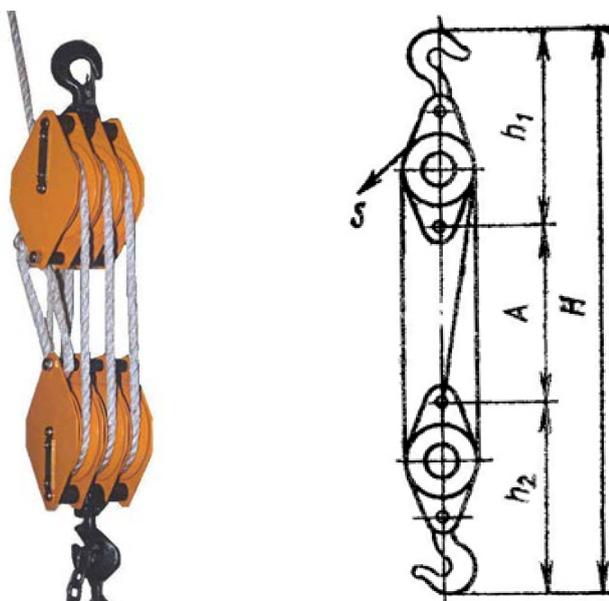


Рис. 1.12. Полиспаст

Траверсы

Траверсы служат для распределения усилия подъема на несколько точек строповки. Двухлучевая траверса позволяет осуществлять подвеску аппарата не в одной точке, а в двух, вследствие чего уменьшается прогиб аппарата под действием собственного веса (рис. 1.13, а). Трехлучевая траверса дает возможность подвешивать цилиндрическую обечайку в трех точках (рис. 1.13, б).

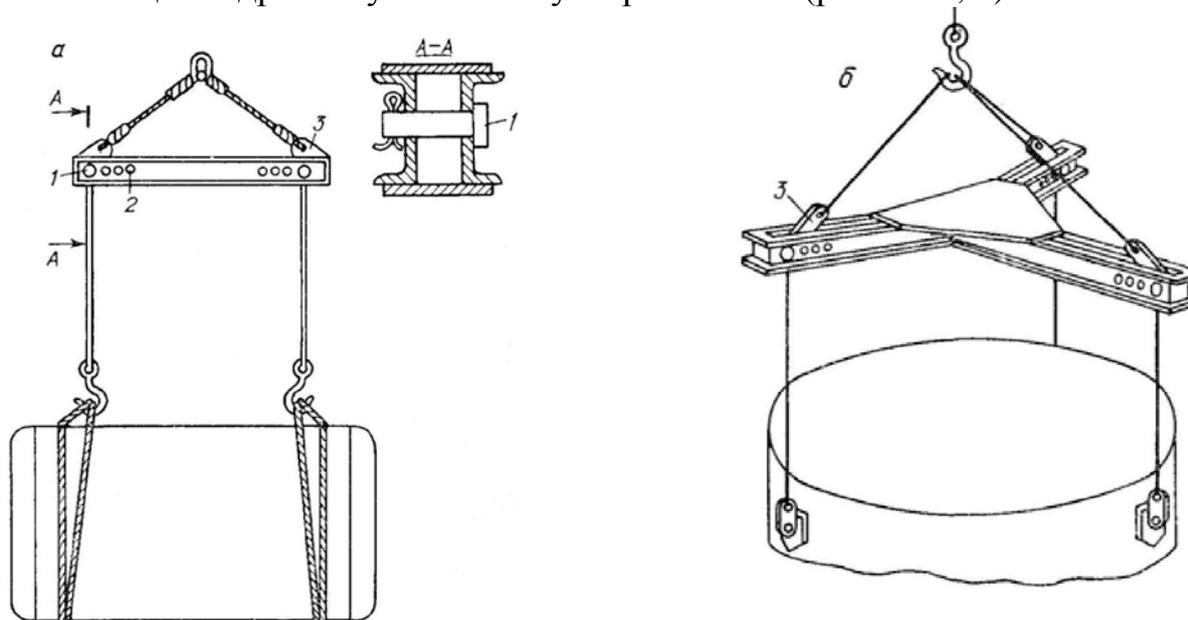


Рис. 1.13. Траверсы.

а - двухлучевая траверса: 1 - ось; 2 - отверстия; 3 - проушина; б - трехлучевая траверса

При использовании траверсы сжимающие усилия, возникающие в поднимаемых элементах при наклонном положении стропов, заменяются усилиями направленными вертикально вверх. Это позволяет избежать деформирования поднимаемых элементов. Изготавливаются траверсы из швеллеров, двутавровых балок или листового металла в виде жесткой конструкции, снабженной проушинами (ушками) для присоединения стропов. Отверстия в лучах траверсы позволяют

делать перестановку и менять расстояние между вертикальными грузовыми стропами.

Тали

При монтаже насосов, компрессоров и тяжелой трубопроводной арматуры в труднодоступных местах применяют тали. Тали применяются для подъема грузов на небольшую высоту, обычно до 10 м. По роду привода различают тали: ручные-шестеренчатые и червячные, механизированные электротали и пневмотали, приводимые в действие сжатым воздухом (рис. 1.14.). Все тали имеют тормоза, автоматически препятствующие спуску поднятого груза.

Тали с ручным приводом могут использоваться для подъема и горизонтального перемещения грузов на небольшие расстояния, главным образом для выполнения вспомогательных операций при монтаже и ремонте оборудования. Грузоподъемность талей - от 0,5 до 10 т. Каждая таль должна иметь клеймо завода-изготовителя и паспорт, удостоверяющий ее грузоподъемность. Применение талей, не имеющих клейма и паспорта, не допускается.

Тяговым устройством талей являются пластинчатые или сварные калиброванные цепи. Верхний крюк талей подвешивается к существующим конструкциям или специально установленным козлам или треногам.

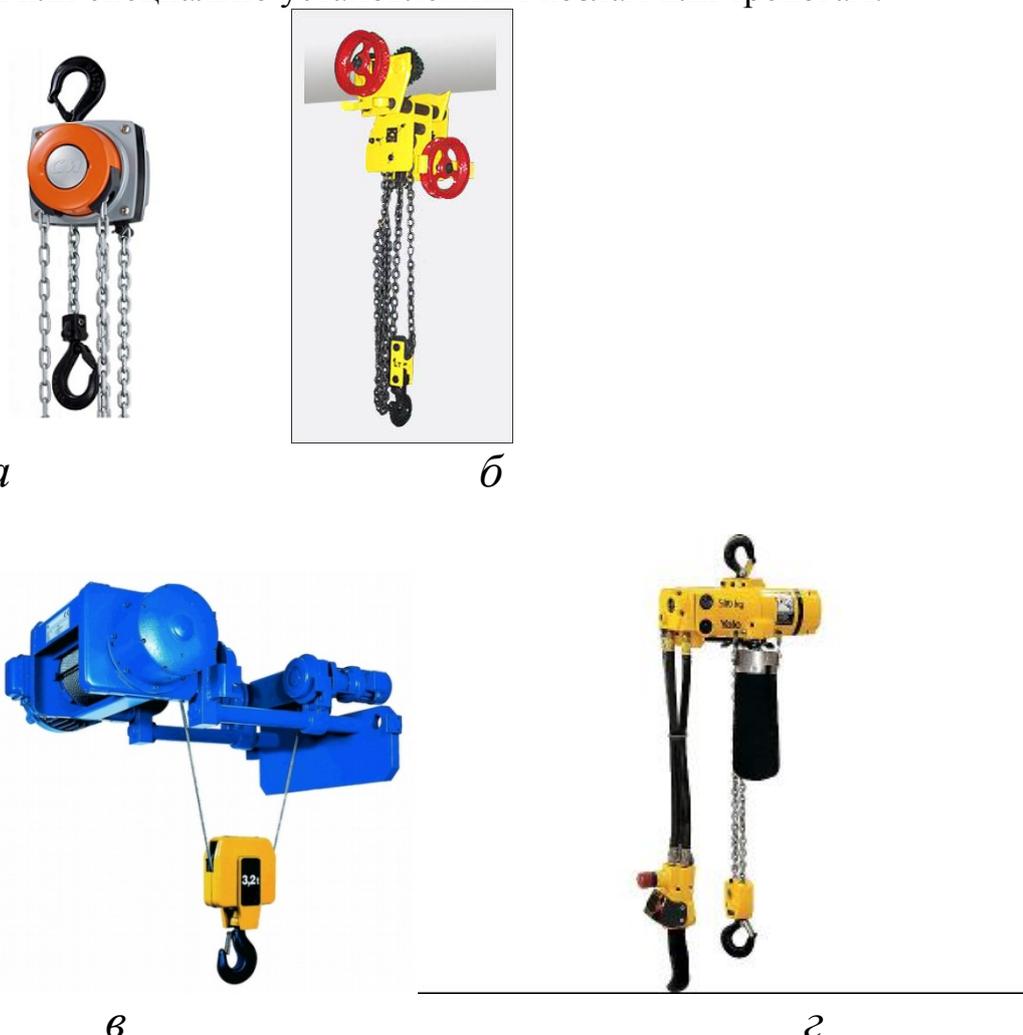


Рис. 1.14. Тали

а - ручные- червячные; б - ручные-шестеренчатые; в - механизированные электротали; г - пневмотали

Домкраты

Домкраты это переносные подъемные устройства. С их помощью при монтаже и ремонтных работах поднимают оборудование на небольшое расстояние. Домкраты бывают реечные, винтовые, гидравлические и клиновые.

Реечный домкрат (рис.1.15.) предназначен для подъема грузов массой до 7 т на высоту 350 мм. Эти домкраты громоздки и тяжелы, не имеют надежного стопорного устройства, не обеспечивают плавного перемещения груза, однако поднимают груз непосредственно с земли (при помощи лапы).



GoodBoop.ru

Рис. 1.15. Реечный домкрат

Винтовые домкраты (рис. 1.16.) поднимают грузы (массой от 5 до 20 т) на высоту до 350 мм.



board.com.ua

Рис. 1.16. Винтовой домкрат

Клиновые домкраты используются для незначительных (до 15 мм) вертикальных перемещений оборудования при его выверке (рис. 1.17.).



Рис. 1.17. Клиновой домкрат

Гидравлические домкраты поднимают большие грузы (массой от 100 до 200 т) на небольшую высоту (рис. 1.18.).

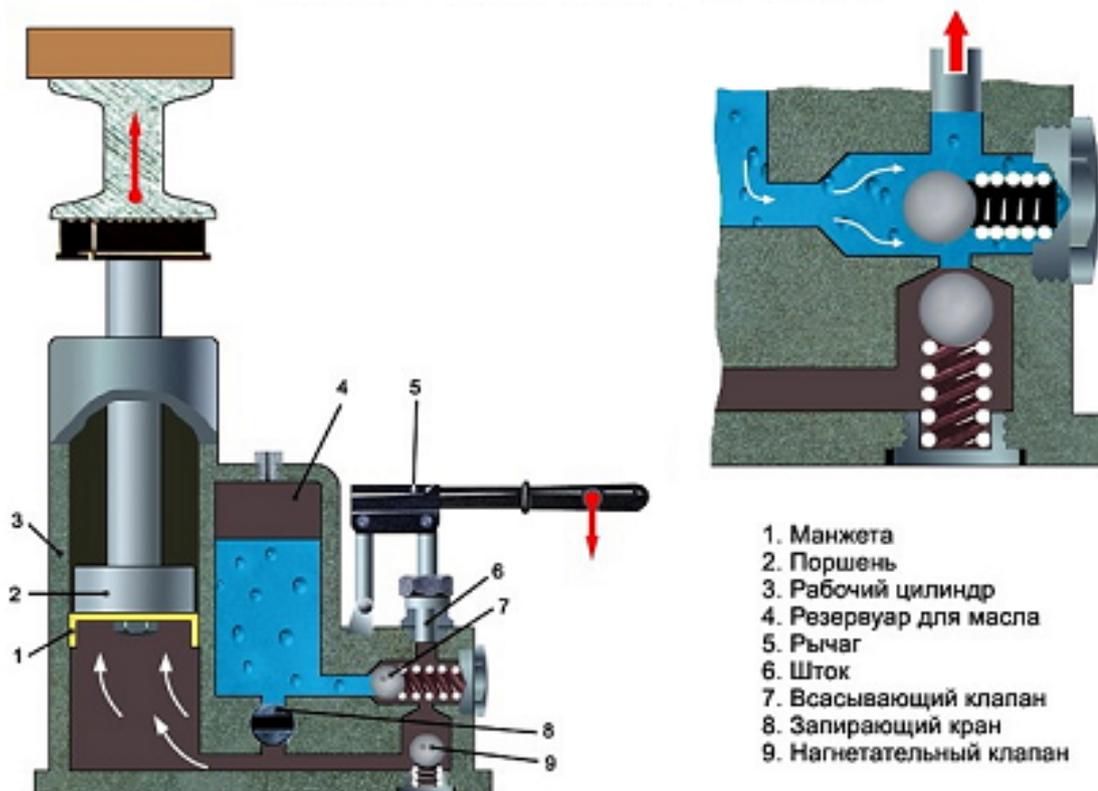


Рис. 1.18. Гидравлический домкрат

Якоря

Якоря применяются для крепления расчалок (вант), лебедок, полиспастов при невозможности использования для этих целей строительных конструкций. Они бывают нескольких видов: деревянные свайные, бревенчатые с заложением в грунт, наземные инвентарные якоря.

Якоря располагают так, чтобы не повредить кабели электрических сетей, а также действующие подъемные коммуникации. Использование в качестве якорей

действующих конструкций (зданий, оборудования, фундаментов) допустимо только после тщательной проверки их на надежность.

Лебедки

При монтажных работах применяют ручные, рычажные и приводные лебедки. Последние могут иметь привод от электродвигателя, от двигателя внутреннего сгорания или пневматического двигателя. Лебедки характеризуются величиной тягового усилия, испытываемого последним рядом намотки троса на барабан, скоростью движения троса и канатоемкостью барабана. Все лебедки должны быть снабжены надежными тормозными устройствами. Трос, наматываемый на барабан лебедки, должен быть параллелен основанию лебедки, наматываться на барабан снизу и составлять примерно прямой угол с осью барабана (рис. 1.19).

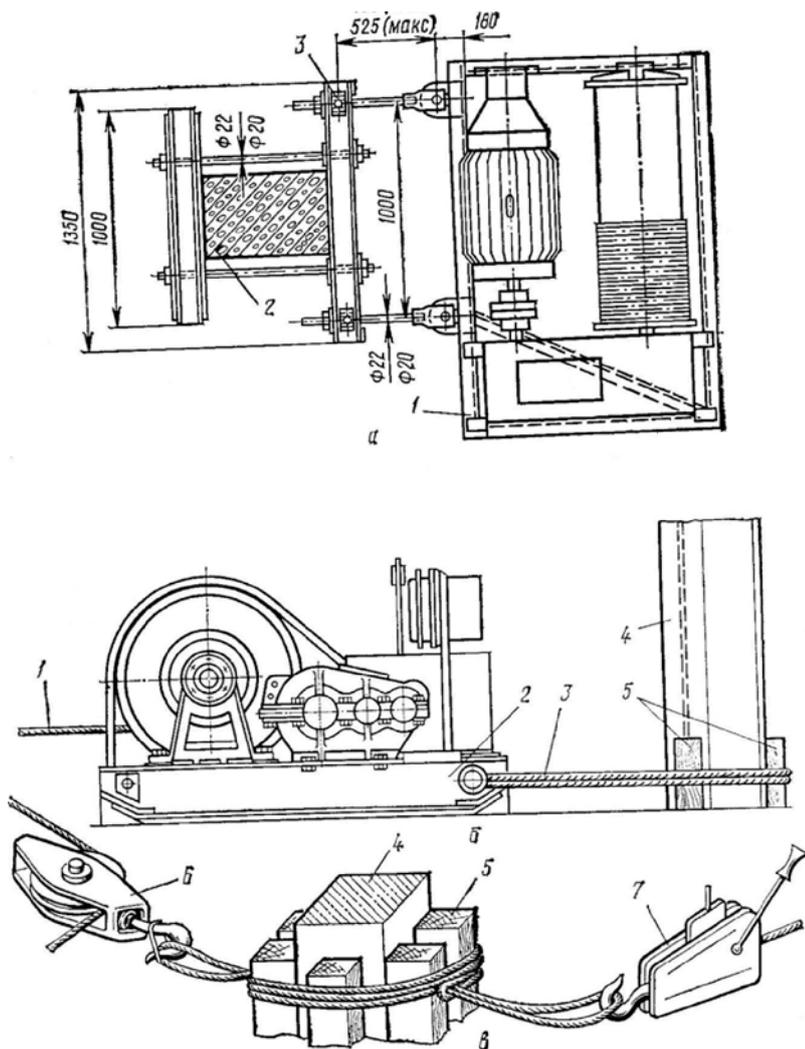


Рис. 1.19. Схемы крепления лебедок к колоннам здания:
а - электрической с помощью инвентарного приспособления (1 - рама лебедки; 2 - колонна; 3 - инвентарное приспособление); б - то же, с помощью стального каната; в - ручной рычажной и отводного блока (1 - сбегаящая нитка полиспаста; 2 - рама лебедки; 3 - стальной канат; 4 - колонна; 5 - подкладки; 6 - отводной блок; 7 - рычажная лебедка)

Все это способствует уменьшению сил и моментов сил, стремящихся сместить лебедку, оторвать ее от основания или опрокинуть. Ближайший к лебедке отводной блок устанавливают на расстоянии, которое не менее чем в 20 раз превышает длину барабана лебедки. В этом случае при намотке на барабан направление троса меняется только на $1,5^\circ$, благодаря чему канат наматывается равномерно по всей длине барабана.

Для более рационального использования канатоемкости к началу подъема на барабане оставляют не более 5-6 витков. Через каждые 12 месяцев работы лебедки должны подвергаться ревизии и техническому освидетельствованию.

Лебедки с электрическим приводом реверсивные грузоподъемностью от 0,5 до 5 т и канатоемкостью от 80 до 150 м. Тяговое усилие электролебедок достигает 0,12 МН.

Для такелажных работ широко применяют тракторные лебедки, установленные на раме гусеничного трактора и имеющие привод от его мотора. Такие самоходные лебедки обладают достаточным тяговым усилием, а для их установки не требуется больших подготовительных работ. Устойчивость лебедок обеспечивается большой собственной массой (более 15 т) и наличием винтовых упоров, предотвращающих сдвиг трактора. Под винтовые упоры подкладывают деревянные брусья или устраивают основания из инвентарных железобетонных плит.

Ручные рычажные лебедки имеют грузоподъемность 1,5 и 3 т и предназначены для подъема грузов и перемещения их в горизонтальном или наклонном направлении. Лебедку приводят в действие рукояткой. При использовании полиспастов лебедками можно поднимать грузы весом, превышающим тяговое усилие лебедки.

Ручные однобарабанные лебедки выпускают грузоподъемностью от 1,25 до 8 т. Их назначение - подъем, опускание или перемещение грузов по наклонной или горизонтальной поверхности при выполнении монтажных и разгрузочно-погрузочных работ. Приводные рукоятки надеваются на квадратные головки ведущего вала.

1.4. СТРОПОВКА ОБОРУДОВАНИЯ.

Важнейшая и трудоемкая операция по подготовке оборудования к установке его в проектное положение - строповка. На *строповку* и *расстроповку* отводится 10 - 15 % общего времени монтажа. При выборе способа строповки учитывают: массу, габарит, конфигурацию, материал и расположение центра масс поднимаемого аппарата или конструкции; метод подъема и установки на фундамент аппарата или конструкции; количество и характеристику грузоподъемных средств, а также конструкцию захватного устройства (крюк, серьга грузоподъемного полиспаста мачты); высоту и конфигурацию фундамента под аппарат или конструкцию.

К строповке технологического оборудования предъявляют следующие требования: возможно меньшая трудоемкость и продолжительность строповки и расстроповки, инвентарность строповых устройств и их надежность. Наиболее трудоемка строповка аппаратов колонного типа. При подъеме и установке оборудования большой массы монтажными полиспастами применяют стропы невитой и витой конструкции. Строп невитой конструкции выполняют непосредственно на месте монтажа путем однослойной укладки каната с возможно равномерным размещением витков строп на поверхности грузозахватного устройства, обеспечивая максимальную равномерность их наложения.

При креплении стропов витой конструкции на цилиндрических захватных устройствах такелажных средств и монтажных штуцерах используют специальные коуши, обеспечивающие равномерную передачу рабочей нагрузки на поверхность захватного устройства и нормальные условия работы стропа.

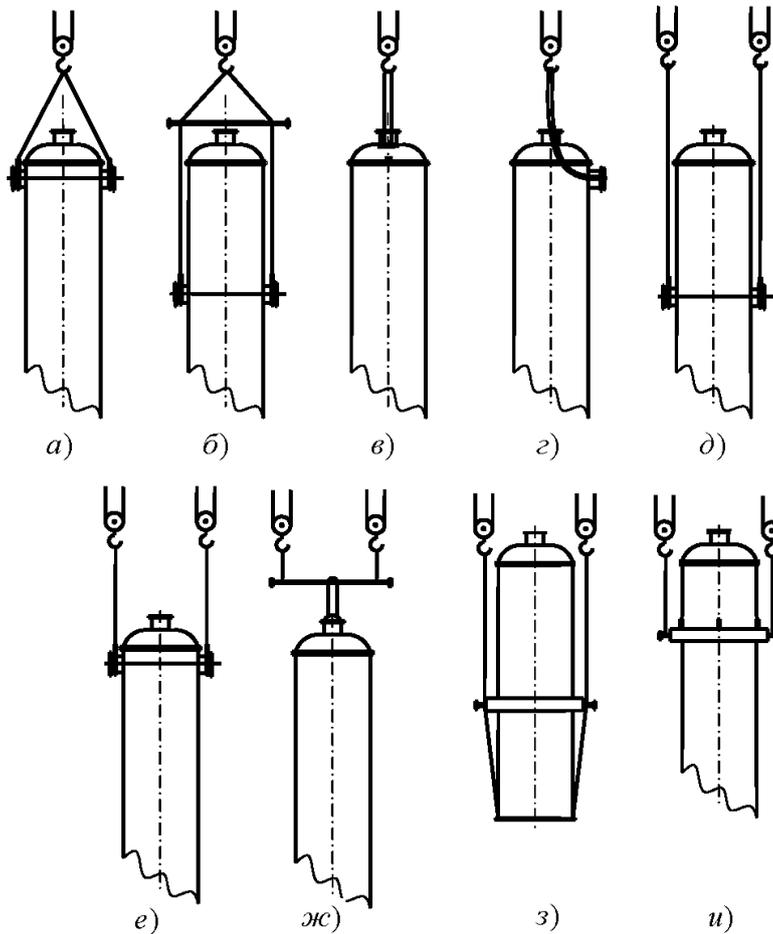


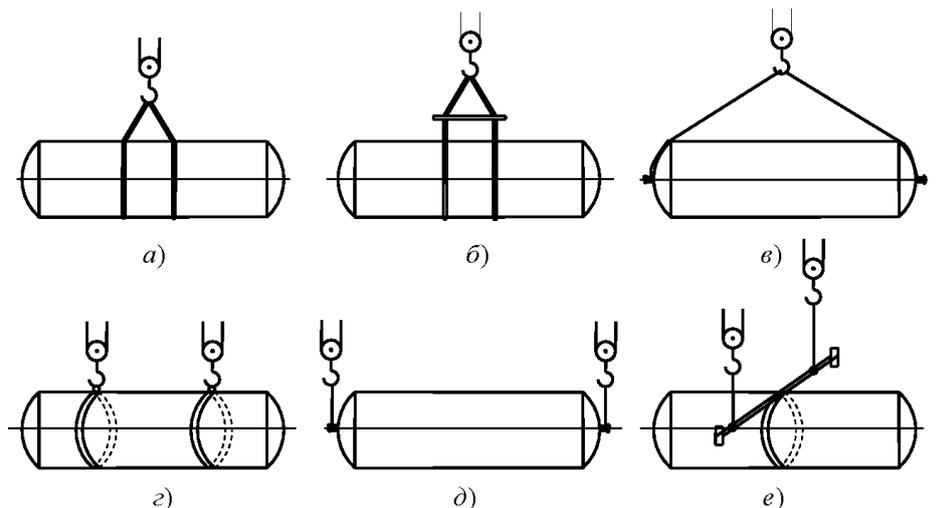
Рис. 1.20. Схемы строповки аппаратов колонного типа:

а - за монтажные итуцера одним стропом; *б* - то же через универсальную (распорную) траверсу; *в* - за центральный итуцер с поперечиной; *г* - за боковой технологический итуцер с поперечиной; *д, е* - за два монтажных итуцера, приваренных соответственно за среднюю часть аппарата и за головку; *ж* - за балансирующую траверсу, закрепленную за центральный итуцер; *з* - за бандажное кольцо, соединенное с основанием аппарата канатом; *и* - за бандажное кольцо, удерживаемое ограничительными планками

поворота вокруг шарнира такелажными средствами, часто применяют бесконтактную строповку, обеспечивающую возможность вращения подвески как вокруг монтажного итуцера, так и вокруг оси, перпендикулярной оси монтажного итуцера (рис. 1.20.). Стropовку горизонтальных аппаратов производят следующими способами (рис. 1.21.)

Рис. 1.21. Схемы строповки горизонтальных аппаратов:

а - канатом за среднюю часть аппарата; *б* - универсальной траверсой; *в* - за два монтажных итуцера; *г* - спаренными кранами с обвязкой канатом по краям аппарата; *д* - спаренными кранами за два или четыре итуцера; *е* - балансирующей траверсой с креплением к аппарату за среднюю часть



При ограниченной высоте подъема крюка крана места строповки можно расположить на днище аппарата ниже его горизонтальной оси, но в этом случае на каждом днище (по обе стороны его вертикальной оси) следует приварить два монтажных (ложных) итуцера.

Технологическое оборудование (компрессоры, насосы, редукторы, крышки аппаратов и машин) заводы-изготовители снабжают грузовыми винтами (рым-

болтами) различной грузоподъемности, за которое стропят оборудование при его монтаже и ремонте. Насосы и редукторы, находящиеся на одной фундаментной плите или раме, можно обвязывать канатами в четыре нитки «накрест» или инвентарными стропами.

1.5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МОНТАЖНЫХ РАБОТ.

Подготовка к выполнению монтажных работ должна производиться следующим образом. К началу монтажа оборудования должны быть закончены работы по монтажу железобетонных конструкций, устройству стеновых заполнений, рабочих площадок, фундаментов и оснований под оборудование и металлоконструкций, каналов для прокладки трубопроводов, черновых полов, а также изоляции и стен. Помещения и фундаменты должны быть освобождены от строительных лесов, опалубки и очищены от строительного мусора. В зданиях и сооружениях, сдаваемых под монтаж, строительная организация должна нанести главные оси и высотные отметки. При приемке особое внимание обращают на состояние фундаментов под компрессоры, компрессорные агрегаты, насосы, а также закладных деталей для крепления потолочных и пристенных охлаждающих батарей, подвесных и навесных охладителей, элементов каркаса подвесных путей и конвейеров, трубопроводов, термоизоляции и др.

Акт готовности объекта к производству монтажных работ составляют представители строительной и монтажной организаций в присутствии технического надзора заказчика.

До начала монтажных работ организуют монтажную площадку, на которой располагают конторские помещения для линейного персонала, бытовые помещения для рабочих (гардеробные, душевые, помещения для отдыха, приема пищи и обогрева в зимнее время), складские помещения для хранения монтажных механизмов, приспособлений, инструментов и материалов, требующих закрытого хранения; временные коммуникации и устройства для подачи электроэнергии, воды, сжатого воздуха, ацетилен, кислорода к рабочим местам. В холодильных камерах, машинном и аппаратном отделениях оборудуют постоянное или временное низковольтное освещение (машинное отделение должно отапливаться и иметь вентиляцию).

На территории монтажной площадки определяют зоны, опасные для работы и прохода людей, ограждают их и снабжают предупреждающими надписями. Места производства работ, особо опасные в пожарном отношении, оборудуют противопожарными средствами, а работы выполняют в присутствии дежурного пожарной охраны строительства (предприятия). Для оказания первой медицинской помощи монтажную площадку снабжают аптечками с необходимым набором медикаментов, перевязочных средств и др.

К зонам постоянно действующих опасных производственных факторов относятся зоны вблизи от неизолированных токоведущих частей электроустановок; вблизи от неогражденных перепадов по высоте на 1,3 м и более; в местах перемещения машин и оборудования, или их частей и рабочих органов; в местах с содержанием вредных веществ в концентрациях, выше предельно допустимых, или

воздействия шума, уровень которого превышает допустимые по ГОСТ нормы; в местах, над которыми осуществляют перемещение грузов грузоподъемными кранами.

К зонам потенциально действующих опасных производственных факторов относят участки территории вблизи строящегося здания, этажи зданий и сооружений, над которыми осуществляют монтаж конструкций или оборудования.

На монтажном объекте оборудуют сварочный пост, верстак с тисками, комнату для хранения инструментов, комплектующих узлов, материалов и спецодежды. В соответствии с требованиями техники безопасности баллон с кислородом располагают от ацетиленового генератора на расстоянии не менее 10 м и прикрепляют его к стенке хомутом. На такое же расстояние должен быть удален генератор от места сварки. Электросварочный аппарат по согласованной схеме подключается к сети электриком согласно правилам устройства электроустановок.

Рабочие места сварщиков в помещении при сварке открытой дугой для защиты глаз и лица от лучистой энергии, брызг и искр должны быть отделены от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами (ширмами, щитами) высотой не менее 1,8 м. При сварке на открытом воздухе такие ограждения следует ставить при одновременной работе нескольких сварщиков вблизи и на участках интенсивного движения людей.

Газовые баллоны должны быть предохранены от ударов и действия прямых солнечных лучей, а также удалены от отопительных приборов на расстояние не менее 1 м.

Газопроводящие рукава на ниппелях горелок, резаков и редукторов, а также места наращивания рукавов, необходимо закреплять стяжными хомутами. При прокладке или перемещении сварочных проводов необходимо принимать меры против повреждения их изоляции и соприкосновения с водой, маслом, стальными канатами и горячими трубопроводами.

Сварочные работы на аппаратах и трубопроводах, заполненных взрывоопасными средами, выполнять категорически запрещается. К демонтажу аппаратов и трубопроводов разрешается приступать только после удаления из них остатков взрывоопасных сред.

Бригада по монтажу должна состоять из слесарей-монтажников, электросварщиков ручной сварки, газосварщиков и электромонтажников. Эти специальности может совмещать один или несколько рабочих. В состав бригады должны входить не менее двух человек. При выполнении пусконаладочных работ в составе бригады должны быть слесарь-наладчик холодильного оборудования и слесарь-электроналадчик. Все рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и защитными средствами.

Монтажная бригада получает от мастера или другого лица инженерно-технического персонала монтажной организации задание, наряд, план организации работ, план расстановки оборудования по проекту, схемы трубопроводов, рабочие чертежи отдельных узлов и деталей, спецификации оборудования и материалов, монтажный инструмент и приспособления, монтажные материалы, спецодежду, проходит инструктаж по правилам техники безопасности на рабочем месте. К плану организации работ прилагаются график поставки оборудования, материалов и их

монтажа, инструкции по выполнению основных монтажных операций; рабочие схемы расстановки такелажных приспособлений и механизмов; схемы подачи на монтажную площадку электроэнергии, воды и сжатого воздуха и порядок доставки кислорода, карбида кальция или ацетилена.

Для обеспечения безопасности работ при монтаже холодильного оборудования наряду со строгим выполнением действующих правил техники безопасности необходимо выполнять следующие требования.

- 1) Все рабочие, занятые на монтаже, должны пройти вводный инструктаж по технике безопасности, пожарным мероприятиям, производственной санитарии и оказанию первой (доврачебной) помощи. Кроме того, все рабочие должны быть обучены методам безопасной работы в конкретных условиях по специально составленной программе. Грузоподъемные приспособления должны быть проверены и испытаны перед началом монтажа.
- 2) Монтаж оборудования должен выполняться в соответствии с проектом производства монтажных работ (при малом объеме работ допускается замена проекта технологической картой или запиской). Все основные и вспомогательные аппараты стороны нагнетания и стороны всасывания после монтажа проверяют на прочность и плотность.

При испытании технологических трубопроводов на прочность и герметичность запрещается стоять вблизи и против заглушек, ходить по трубопроводам и устранять дефекты трубопроводов и арматуры, находящихся под давлением. Места выброса воздуха из продуваемого и испытываемого трубопровода должны быть надежно ограждены. Доступ лиц в охраняемую зону в период испытания трубопроводов запрещается. Обстукивание сварных швов непосредственно во время испытания трубопроводов и оборудования не допускается.

- 3) Материалы, детали, узлы и арматура, используемые для изготовления и монтажа трубопроводов, должны соответствовать требованиям стандартов, нормалей и технических условий. Обязательно наличие сертификатов или паспортов заводов-изготовителей.
- 4) Сборочные работы на высоте разрешается производить только с подмостей или лесов. Разрешается применять только инвентарные леса, подмости, люльки, лестницы и стремянки. Устройство неинвентарных лесов и подмостей допускается только с разрешения главного инженера монтажной организации по утвержденным чертежам. Леса и подмости допускают к эксплуатации после приемки прорабом или мастером. Ширина настилов лесов и подмостей должна быть не менее 1 м, высота прохода не ниже 1,8 м. При расположении настила выше 1,1 м от уровня пола устанавливают перила высотой не менее 1 м, имеющие поручни, один горизонтальный брус и бортовую доску высотой 0,15 м.

Приставные лестницы должны иметь высоту не более 5 м. Высоту лестницы выбирают с таким расчетом, чтобы рабочий работал на ступени, удаленной от верхнего конца лестницы не менее чем на 1 м. Ступени деревянных лестниц врезают в боковые тетивы. Использование деревянных лестниц со ступенями, прибитыми к тетивам без врезки, не разрешается. Не реже чем через каждые 2 м тетивы

скрепляют между собой стяжными болтами. Верхние концы лестниц крепят к строительным конструкциям, нижние концы снабжают наконечниками для предохранения от сползания или скольжения. Для мягких оснований (земля, дерево, асфальт) лестницы оборудуют металлическими наконечниками, для твердых оснований (бетон, железо, керамическая плитка)—резиновыми. Приставные лестницы испытывают не реже раза в 6 мес статической нагрузкой 1200 Н (120 кгс), приложенной к одной из ступеней в середине пролета лестницы, установленной под углом 75° к горизонтальной плоскости.

При работе на высоте необходимо пользоваться предохранительным поясом, испытанным статической нагрузкой 3000 Н (300 кгс) в течение 5 мин. Пояс испытывают не реже раза в 6 мес, после чего его снабжают клеймом с указанием его номера и даты испытаний.

Места работы, проходы и проезды с недостаточным естественным освещением оборудуют источниками искусственного освещения. Неосвещенные места, в которых работы не производят, закрывают для прохода. Монтажные проемы в стенах и перекрытиях ограждают или закрывают сплошными щитами достаточной прочности. В местах переходов через траншеи, каналы и ямы устраивают переходы шириной не менее 0,8 м с перилами высотой 1 м. Вдоль перил и ограждений устанавливают бортовую доску высотой не менее 0,15 м.

Должна соблюдаться электробезопасность при проведении строительно-монтажных работ. Клеммы электродвигателей должны быть постоянно закрыты крышкой, которую снимают только при отключении электродвигателя от сети. Вращающиеся части электродвигателей ограждают. Снятие ограждений допускается только после отключения электродвигателя от сети. Корпуса электрооборудования должны быть надежно заземлены. Включать электроустановки может только специально обученный рабочий.

Электроинструмент должен быть безопасным в работе, иметь недоступные для случайного прикосновения токонесущие части, быстро включаться в электросеть и отключаться от нее. Напряжение электроинструмента в помещениях без повышенной опасности не должно превышать 220 В, с повышенной опасностью и вне помещений — 36 В, в особо опасных помещениях и при неблагоприятных условиях (работа в баках, котлах, колодцах) — 36 В с обязательным применением индивидуальных защитных средств. Для подключения электроинструмента к сети используют только шланговый провод со специальным штепсельным разъемом с заземляющим штифтом.

Переносные светильники должны соответствовать классу взрывоопасности помещения, в котором они применяются (например, в помещениях аммиачных установок обязательно применение взрывозащищенного исполнения), иметь устройство для крепления корпуса светильника на месте работы. Напряжение переносных светильников в помещениях с повышенной опасностью не должно превышать 36 В, в особо опасных помещениях и вне помещений — не выше 12 В. Переносные светильники присоединяют к источнику питания шланговым проводом. Проверку на отсутствие замыкания на корпус и состояния изоляции проводов переносных электрических светильников производят мегомметром не реже раза в месяц. Понижающие трансформаторы должны быть установлены снаружи.

Должна соблюдаться безопасность при электросварке, а также при газовой сварке и резке. К выполнению этих работ допускаются сварщики, прошедшие специальное обучение и аттестацию. При сварочных работах необходимо руководствоваться техническими условиями на изготовление сосудов и Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Рабочие места для газовой сварки и резки в закрытых помещениях должны быть оборудованы вентиляцией с местными отсосами. Газосварщики и газорезчики должны иметь специальную одежду и защитные очки. Сварка или резка тары из-под горючих материалов или кислот может производиться только после промывки и пропаривания.

При выполнении электросварочных работ кроме общих мер электробезопасности должна быть предусмотрена защита глаз и лица сварщика от воздействия световой радиации. Защитные шлемы или щитки должны иметь стекло-светофильтры, которые подбираются в зависимости от характера выполняемых работ. Защиту окружающих людей от влияния радиации обеспечивают установкой щитов или устройством кабин для сварщиков. Для защиты от вредных газов рекомендуется устройство местных отсосов при производстве работ в стационарных условиях, а также общеобменной вентиляции.

Должна обеспечиваться безопасность при работе на станках (заточных, металлорежущих) и ручных машинах (электродрели, пневматические молотки и сверла, строительные пистолеты). Эксплуатацию подобного оборудования необходимо осуществлять в соответствии с инструкциями, с которыми должен быть ознакомлен каждый рабочий.

В пределах движущихся частей станков создается постоянная опасная зона. При попадании в эту зону человека или его одежды возможны травмы. Станки обычно оборудованы ограждениями, защитными и предохранительными устройствами, блокировкой, однако не все движущиеся части могут быть ограждены или защищены от соприкосновения с ними человека. Поэтому работа на станках требует повышенного внимания.

При работе на металлорежущих станках соблюдают следующие основные меры безопасности. Перед пуском станок освобождают от посторонних предметов. Деталь надежно закрепляют, к инструменту подают эмульсию для охлаждения. Проверяют наличие ограждений, предохранительных сеток и срабатывание блокирующих устройств. Во время работы станка не разрешается трогать обрабатываемую деталь, измерять ее на ходу, чистить или смазывать станок, удалять стружку рукой, передавать через станок какие-либо предметы.

При работе на заточных станках возможны ранения осколками разорвавшегося абразивного круга, поражения мелкими частицами круга или металла, травмы от соприкосновения рук с вращающимся кругом. Разрыв абразивного круга может произойти из-за чрезмерно большой частоты его вращения, наличия трещин, неправильной установки и неравномерного его износа, защемления обрабатываемого предмета между кругом и подручником, чрезмерно большого давления обрабатываемой деталью на боковую поверхность круга, усиленного нагревания при его засаливании. На заточных станках запрещается установка кругов большего диаметра, чем это предусмотрено инструкцией, работа с кругами,

имеющими трещины; работа боковыми (торцевыми) поверхностями кругов. До установки на станок абразивный круг должен быть испытан на прочность вращением без нагрузки с частотой, превышающей рабочую в 1,5 раза. После испытания на круг наносят клеймо.

При работе на металлорежущих и заточных станках пользуются защитными очками. Рабочая одежда должна быть застегнута, волосы убраны под головной убор.

Противопожарные мероприятия должны включать правильную организацию хранения всех видов материалов и поддержание строительной площади в надлежащем состоянии. Место проведения огневых работ должно быть обеспечено средствами пожаротушения. Легковоспламеняющиеся жидкости должны храниться в обособленных (но не в подвальных или полуподвальных) помещениях.

Каждый рабочий и инженерно-технический работник, допускаемый к производству работ по оперативному обслуживанию и эксплуатации электрических сетей и токоприемников, должен иметь на руках удостоверение о присвоении ему соответствующей квалификационной группы по электробезопасности. Неэлектротехнический персонал (станочники, строители, работающие с электромеханизмами и электроинструментом) должен пройти специальный производственный инструктаж по электробезопасности. Присваивать им квалификационную группу необязательно. Указанные лица допускаются к работе только после проверки изоляции оборудования и при наличии исправных (проверенных) индивидуальных диэлектрических средств защиты.

Не разрешается допускать к монтажу холодильного оборудования без предварительного инструктажа по технике безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии и правилам внутреннего трудового распорядка; проводить какую бы то ни было работу с машинами, аппаратами и другим оборудованием, если они находятся в приподнятом положении (на лебедках, домкратах, подъемных кранах); применять случайные подпорки и подкладки под оборудование; стоять под оборудованием, находящимся в приподнятом положении; оставлять незатянутыми болты на фланцевых соединениях; пользоваться неисправным ручным инструментом; применять ключи большего размера, чем это требуется, устанавливая металлическую прокладку между гранью ключа и гайкой; удлинять рукоятку ключа металлической трубкой или вторым ключом.

Руководитель работ несет ответственность перед законом во всех случаях, когда несоблюдение правил техники безопасности приводит к травмам.

ГЛАВА 2. ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

2.4. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ. ПРИЕМКА ФУНДАМЕНТОВ.

2.5. РАЗМЕТОЧНЫЕ РАБОТЫ.

2.6. ВЫВЕРКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ФУНДАМЕНТЕ.

2.1. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ. ПРИЕМКА ФУНДАМЕНТОВ.

Фундамент - монолитное сооружение под машиной или аппаратом, предназначенное для передачи грунту давления, производимого массой машины или аппарата и силами, возникающими при их работе. Фундамент жестко связан с

установленным на нем оборудованием и придает дополнительную жесткость и устойчивость. Фундаменты рассчитывают с учетом статистической и динамической нагрузки (динамическая нагрузка возникает при работе оборудования). Фундаменты, воспринимающие оба вида нагрузок, изготавливают в виде монолитных, сборных и виброизоляционных конструкций из бетона или железобетона.

Монолитные и сборные фундаменты. При монтаже средних и крупных холодильных машин обычно применяют монолитные фундаменты. Как правило, фундаменты размещают на грунте для предотвращения осадки фундамента.

Фундамент (рис. 2.1.) состоит из оголовка *A*, выступающего над полом, на котором размещается оборудование, и нижней части *B*, опирающейся на грунт. Нижнюю плоскость фундамента называют подошвой, а грунт, на который опирается подошва,— основанием. Правильный выбор основания предотвращает осадку фундамента и обеспечивает устойчивое состояние оборудования, монтируемого на фундаменте.

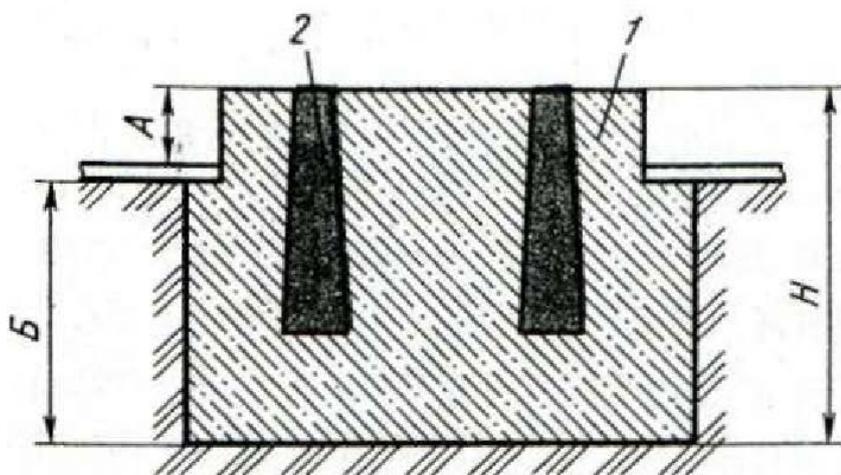


Рис. 2.1. Фундамент под оборудованием.

Высоту подземной части фундамента называют глубиной заложения. Глубина заложения фундамента зависит от многих факторов: характеристики грунта, глубины промерзания, уровня грунтовых вод.

Виброизоляционные фундаменты. Такие фундаменты (рис. 2.2.) применяют при монтаже агрегатов малой и средней производительности в помещениях для снижения шума (в машинном отделении и соседних помещениях). Виброизоляционные фундаменты обычно состоят из двух железобетонных плит с виброизоляционным слоем между ними. Виброизоляционный слой может быть выполнен в виде пружин или резиновых прокладок. На верхней плите монтируют оборудование, нижняя является основанием фундамента (наиболее целесообразно эту плиту размещать в бетонной подготовке чистого пола).

Для ограничения распространения вибрации на строительные конструкции фундаменты таких машин, как компрессоры, крупные насосы, отделяют от конструкции зданий экранами в виде траншеи шириной 200—250 мм по всему периметру фундамента. Траншею заполняют сухим песком или неутрамбованным шлаком.

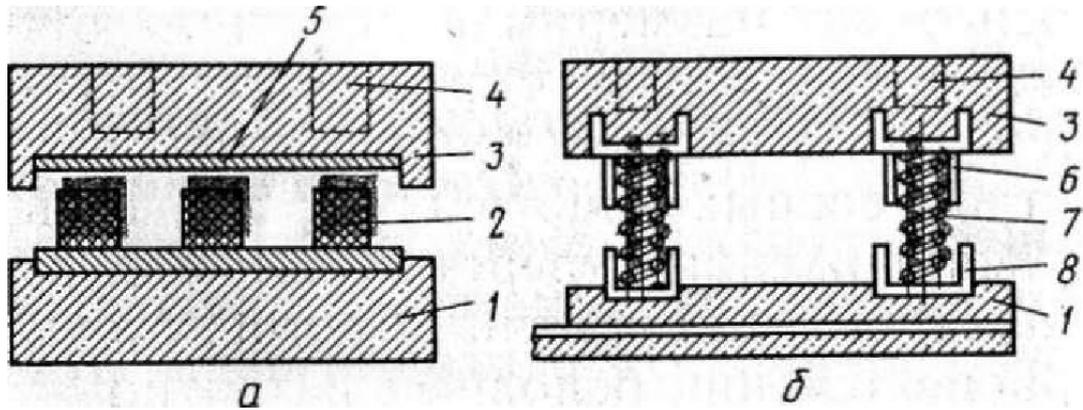


Рис. 2.2. Виброизоляционные фундаменты на резиновых (а) и пружинных амортизаторах (б):
 1 — железобетонные плиты; 2 — резиновые пластины; 4 — колодцы для болтов; 5 — антисептированные доски; 6 — верхний стакан; 7 — пружина; 8 — нижний стакан

Фундамент состоит из двух частей: нижней - подушки и верхней - собственно фундамента.

В качестве материала для подушки фундамента применяют:

- ✓ бутовый камень, укладывают на цементном растворе, состоящем из одной части цемента и двух частей песка (по объему);
- ✓ бетон, состоящий из одной части цемента, двух частей песка и четырех частей щебня (по объему).

Материалом для фундамента служат нормально обожженный, не имеющий трещин и деформаций кирпич и бетон, состоящий из одной части цемента, двух частей песка и четырех частей щебня (по объему).

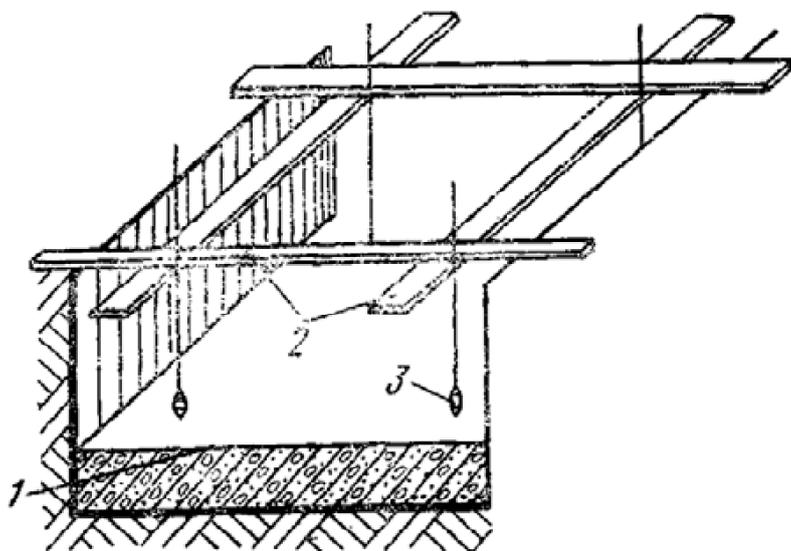
Фундаменты изготавливают на основании чертежей, которые разработаны заводом-изготовителем оборудования. Они состоят из планов и разрезов фундамента и содержат расчет его массы. В чертежах конкретизированы конструкции фундамента, расчеты его устойчивости, а также привязки к строительным конструкциям.

При постройке фундамента следует не допускать превышения допустимого давления на грунт, так как это приводит к оседанию и деформации фундамента. Чтобы снизить нагрузки на грунт делают подушку, тем самым увеличивая площадь основания фундамента.

Если грунт выдерживает нагрузку, то работа по устройству подушки под фундамент сводится к ее планировке.

В случае мягкого глинистого или илистого грунта делают бетонную подушку (толщиной 300 - 400 мм), на которой и возводят фундамент. Подушка должна равномерно выступать во все стороны за границы основания фундамента.

Глубина заложения фундамента зависит от характера грунта, глубины его промерзания, от типа и размеров монтируемого оборудования. Обычно глубина заложения фундамента принимается не менее 0,7 глубины промерзания - для неотапливаемых помещений и 0,5 глубины промерзания - для отапливаемых помещений.



При устройстве бетонных и железобетонных фундаментов по окончании укладки подушки изготавливают опалубку из вертикальных дощатых щитов толщиной 22 - 25 мм. Щиты устанавливают вдоль наружных контурных линий фундамента и прочно соединяют между собой (рис. 2.3.).

Рис. 2.3. Разметка шаблонов под анкерные болты:

1 - опалубка; 2 - шаблон; 3 - отвес

При наличии грунтовых вод, а также для защиты от воздействия агрессивных растворов (сверху и с боков), фундамент изолируют или пронизывают различными кислотостойкими материалами (битум, толь, рубероид или полиизобутилен).

Разметку осей фундаментных болтов производят при помощи шаблона на опалубке фундамента, к нему прикрепляют фундаментные болты с анкерными щитами, шайбами и гайками.

Разметку колодцев для фундаментных болтов производят при помощи шнуров или специальных шаблонов.

Минимальный размер сечения колодца 100 x 100 мм. Глубина заложения фундаментных болтов должна быть на 100 - 300 мм меньше глубины заложения фундамента. Расположение колодцев для фундаментных болтов должно допускать возможность смещения фундаментной плиты машины на 10 - 20 мм в любую сторону. При отсутствии шаблона в местах, где должны быть колодцы для фундаментных болтов, устанавливают гладко оструганные деревянные пробки или суживающиеся к низу трубы из тонких досок или фанерные цилиндры. Деревянные пробки до полного схватывания фундамента рекомендуется слегка раскатать, что позволит их легко удалить.

Приготовленный бетон для фундамента укладывают слоями толщиной 8 - 10 см и тщательно утрамбовывают до появления воды на поверхности слоя. Сооружение фундамента должно вестись непрерывно. Если допущен перерыв, то в последний на глубину 25 - 30 см вставляют металлические стержни длиной 50 - 60 см на расстоянии 30 - 40 см один от другого, а поверхность ранее уложенного бетона насекают, тщательно очищают, промывают и покрывают слоем цементного раствора (одна часть цемента и две части песка) толщиной 20 мм.

Отметка верха фундамента должна находиться на 25 - 40 см ниже проектной отметки, чтобы между фундаментом и рамой машины можно было установить монтажные прокладки для выверки и произвести подливку цементным раствором.

Приемка фундаментов.

Фундаменты под оборудование должны быть выполнены в строгом соответствии с проектом и не иметь поверхностных трещин, повреждений углов и

оголенной арматуры. До сдачи фундаментов под монтаж засыпают пазухи, образовавшиеся при земляных работах, снимают опалубку и извлекают пробки; поверхность тщательно очищают от остатков раствора, бетона и строительного мусора; прочищают колодцы для анкерных болтов.

Анкерные отверстия в бетонных и железобетонных фундаментах устраивают при бетонировании путем закладки сборно-разборных пробок. Пробивать отверстия в готовых фундаментах не разрешается. В исключительных случаях отверстия в готовом фундаменте пробивают с разрешения проектной организации способом, исключающим разрушение бетона в прилегающих зонах.

Отметку верхней поверхности фундаментов (относительно нулевого репера) показывают на фундаменте или на закладной детали, забетонированной в тело фундамента. После нанесения осей и отметок по реперам и планкам составляют исполнительную схему фундаментов.

Готовые фундаменты под монтаж принимают только- при соответствии проекту геометрических размеров и схемы расположения закладных деталей и отверстий (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Допустимые отклонения геометрических размеров фундаментов и схемы расположения закладных деталей и отверстий от проектных, мм

Основные размеры в плане	±30
Высотные отметки поверхности фундамента без учета высоты подливки	±30
Размеры уступов в плане	-20
Размеры колодцев в плане	+20
Отметки уступов в выемках и площадках	-20
Оси анкерных болтов в плане	±5
Оси закладных анкерных устройств в плане	±10
Отметки верхних торцов анкерных болтов	+20

Если допускаемые отклонения установлены паспортами на технологическое оборудование, следует руководствоваться ими.

Вдоль главных осей фундамента по осевым строительным отметкам следует натянуть струны из гонкой металлической проволоки. В первую очередь необходимо проверить расположение этих осей: привязку к осям здания, параллельность осей компрессора, электродвигателя и перпендикулярность к ним оси редуктора. Расположение колодцев для анкерных болтов, прямиков, ниш и т. п. проверяют с учетом расстояний до главной оси фундамента (до струны). При приемке фундамента следует обратить внимание на нижние части сквозных колодцев для анкерных болтов. Опорные поверхности для анкерных плит должны быть горизонтальными и ровными (отклонение от горизонтали допускается не более 0,5 мм на 1 м).

В процессе приемки фундаментов контрольные кубики, отлитые из того же бетона, что и фундамент, испытывают в лаборатории на сжатие и результаты испытаний сопоставляют с требованиями СНиП или техническими условиями на производство и приемку работ.

Таким образом, подготовленный к сдаче фундамент, должен отвечать следующим требованиям:

- ✓ общее состояние поверхностей фундамента (на всех фундаментах, сдаваемых под монтаж, должны быть заделаны металлические планки с нанесенными на них осевыми и высотными отметками; они не должны иметь раковин, поверхностных трещин и других дефектов);
- ✓ соответствие проекту по основным размерам и высотным отметкам, наличие и размеры проходов до соседних фундаментов или строительных конструкций;
- ✓ точность расположения отверстий для анкерных или фундаментных болтов;
- ✓ схему расположения основных и контрольных осей и высотных реперов (рис. 2.4.).

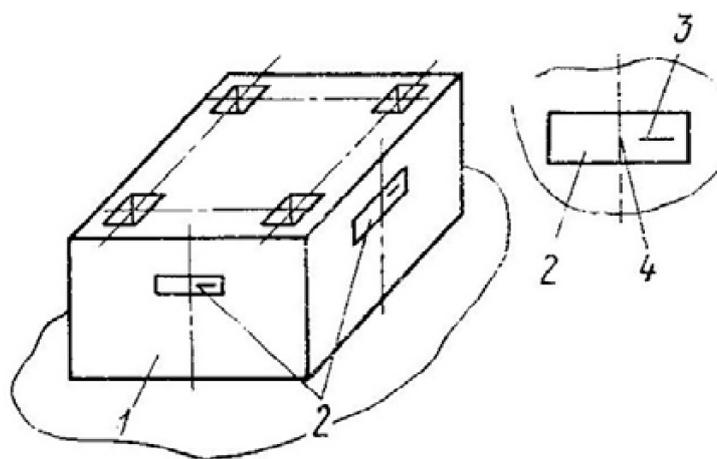


Рис. 2.4. Схема планки для нанесения на фундаментах осей и высотных отметок:

1 - фундамент; 2 - планка; 3 - высотная отметка; 4 - осевая отметка

2.2. РАЗМЕТОЧНЫЕ РАБОТЫ.

Разметочные работы проводят для размещения оборудования и коммуникаций в вертикальной и горизонтальной плоскостях в полном соответствии с проектом. Разметкой в горизонтальной плоскости определяют положение оборудования, осей фундаментных болтов относительно монтажных осей или строительных конструкций помещения.

Монтажные оси — это две взаимно перпендикулярные оси, проходящие через характерные точки основных деталей машин и аппаратов (оси валов компрессоров и электродвигателей, плоскости рамы и др.). В помещении монтажные оси обозначают с помощью капроновой нити или стальной проволоки, натянутой между закрепленными в стенах скобами.

Проекция осей оборудования и фундаментных болтов наносят на пластины, заделанные в бетон фундамента в виде тонких рисок, очерченных кругами белой или красной краски.

При разметке в вертикальной плоскости определяют высоту фундаментов и размещения оборудования относительно пола. Для отсчета высоты служат высотные отметки. Высотная отметка (репер) представляет собой стальной винт, заделанный в бетон фундамента. Верхняя сферическая часть репера соответствует проектной высоте фундамента.

Разметочный инструмент. Для выполнения разметочных работ применяют мерные и контрольные линейки, отвесы, уровни, нивелиры, чертилки. Уровни применяют слесарные, монтажно-рамные и гидростатические.

Слесарный уровень (рис. 2.6, а) состоит из корпуса и герметичной стеклянной ампулы, заполненной спиртом, с пузырьком воздуха внутри. Ампула размещается в корпусе таким образом, чтобы при горизонтальном положении корпуса пузырек воздуха находился в среднем участке ампулы. При разметочных работах применяют уровни II группы (цена деления шкалы 0,1 мм на 1 м) и III группы (0,2 мм на 1 м).

Промышленностью выпускаются слесарные уровни с постоянным и регулируемым положением ампулы. В регулируемых уровнях положение ампулы изменяется с помощью микрометрического винта. Это позволяет проверять уклоны величиной 1 мм и более на 1 м длины.

Монтажно-рамные уровни (рис. 2.6.,б) Позволяют выверять одновременно и горизонтальные и вертикальные плоскости, так как в уровне предусмотрены две ампулы, расположенные в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Гидростатические уровни (рис. 2.6,в) состоят из двух мерных цилиндров / (со шкалами) и резиновой трубки 2 для соединения цилиндров между собой. Такие уровни позволяют переносить высотные отметки в соседние помещения, если невозможно сделать отверстие в стене. При переносе высотных отметок мерные цилиндры располагают на уровне высотных отметок и замечают по градуировке высоту переносят высотные отметки, уровни устанавливают так, чтобы высота жидкости в них соответствовала ранее отмеченной.

Выполнение разметочных работ. Разметочные работы начинают с определения положения монтажных осей. Проекция монтажных осей переносят на строительные конструкции.

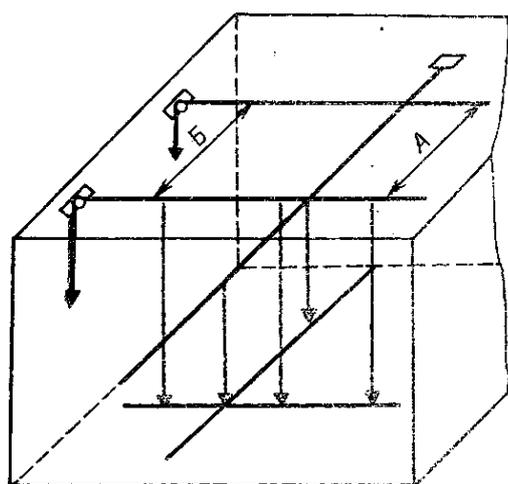


Рис. 2.5. Схема проверки монтажных осей

Для определения положения монтажных осей с помощью измерительного инструмента (стальной рулетки или линейки) откладывают по проекту расстояния от поверхностей оборудования или строительных осей. Один конец натягиваемой нити или проволоки закрепляют неподвижно на скобе, а второй пропускают через ролик, закрепленный на противоположной стене. Натяжение обеспечивают с помощью груза, масса которого равна 60—70 % от разрывного усилия проволоки.

В зависимости от проекта и особенностей оборудования в одном помещении может быть несколько монтажных осей. Их размещают горизонтально в одной плоскости на 150—200 мм выше рабочей зоны монтируемого оборудования. Такое расположение монтажных осей позволяет переносить их проекции на фундаменты

при выполнении монтажных работ. При необходимости параллельность осей проверяют выверенной рейкой или стальной лентой: расстояния L и B (см. рис. 2.5.) должны быть равны.

В том случае, если агрегаты поступают на сборку в виде отдельных узлов, с помощью монтажных осей выполняют и проверочные операции (например, проверяют параллельность осей компрессора и электродвигателя).

2.3. ВЫВЕРКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ФУНДАМЕНТЕ.

Выверкой называют определение положения оборудования относительно осей, опорных конструкций и смежного оборудования по выполненной разметке и приведение его в соответствие с допусками на отклонения, не превышающими требований инструкций по монтажу. Иногда выверку оборудования совмещают с его установкой. *Установкой оборудования* называют процесс его перемещения грузоподъемными средствами или такелажной оснасткой от места хранения оборудования на монтажной площадке до места расположения на опорных конструкциях, предусмотренного проектом. Оборудование устанавливают на деревянные брусья, на металлические подкладки, на установочные домкраты или винты или непосредственно на опорные конструкции. После установки оборудование выверяют.

При разметке и выверке оборудования используют разнообразный инструмент и приспособления (рис. 2.6.).

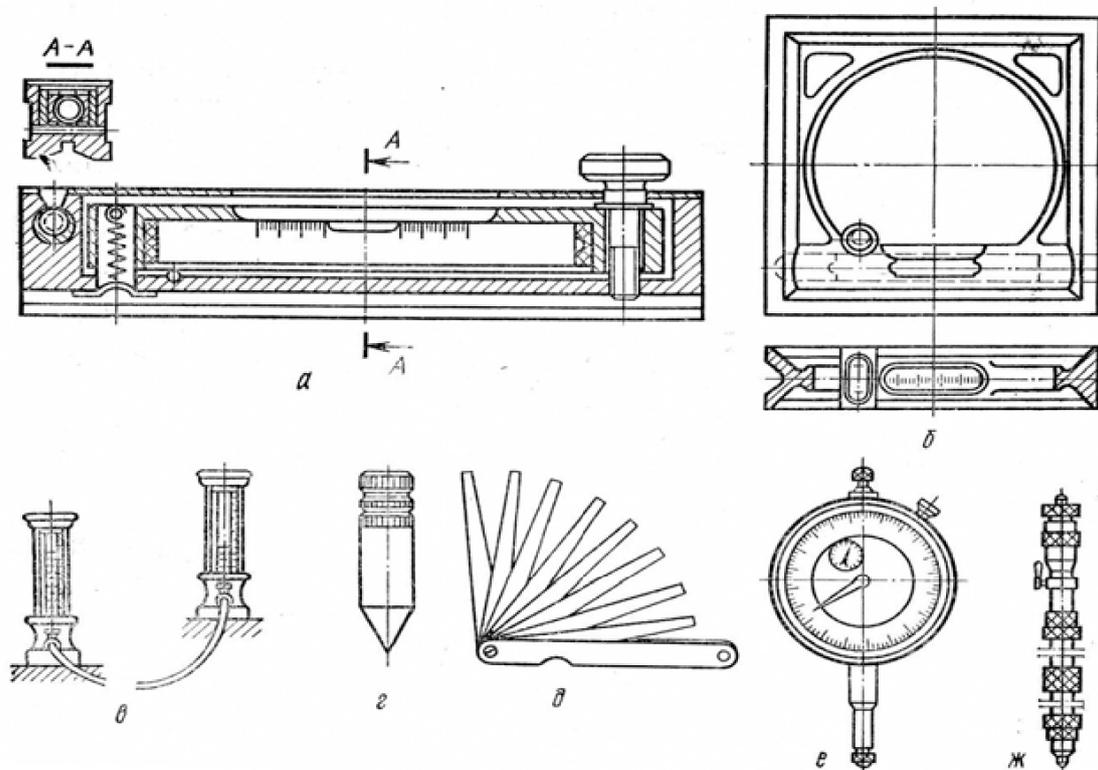


Рис. 2.6. Инструмент, применяемый при монтажных работах:

а - слесарный (брусковый) уровень с микрометрическим винтом регулировки наклона ампулы; *б* - рамный уровень; *в* - гидростатический уровень; *г* - весок отвеса; *д* - щуп; *е* - индикатор циферблатного типа; *ж* - нутромер (штихмасс).

При проверке вертикальности используют отвесы, горизонтальности-слесарные уровни с ценой деления 0,1 или 0,2 мм на 1 м. При проверке уклонов применяют уровни с регулируемым положением ампулы. Для проверки горизонтальности и вертикальности служат рамные уровни. Для измерения линейных размеров применяют металлические линейки с ценой деления 1,0 и 0,5 мм и длиной до 1000 мм, а для измерения больших расстояний пользуются рулетками. Для измерения зазоров используют щупы длиной 50, 100 и 200 мм с набором пластин толщиной от 0,003 до 2 мм и погрешностью не более 0,01 мм. Для измерения наружных и внутренних линейных размеров с погрешностью не более 0,05 мм применяют штангенциркули и штангенглубиномеры.

При измерении биения вращающихся деталей, деформации деталей при затяжке болтов, при центровке валов и муфт применяют индикаторы со шкалой циферблатного типа с ценой деления 0,01 и 0,002 мм. При проверке разности высот удаленных точек, переносе высотных отметок в смежных помещениях, разметке уклонов прокладываемых трубопроводов используют гидростатические уровни с погрешностью измерения до 1 мм, а с применением гидростатической измерительной головки - не более 0,02 мм.

Перед установкой оборудования верхнюю очищенную поверхность фундамента насекают зубилом, стенки колодцев тщательно очищают и промывают водой, намечают места укладки металлических подкладок или установки домкратов и тщательно их выравнивают. Затем на фундамент укладывают балки или катки таким образом, чтобы концы фундаментных болтов не мешали перемещению рамы оборудования и совмещению осей отверстий в раме с осями колодцев, после чего оборудование грузоподъемным краном опускают на балки или катки.

В процессе выверки замеряют отклонения положения оборудования от проектной высотной отметки, от горизонтальности или вертикальности, а также отклонения от соосности, параллельности или перпендикулярности его осей с соосности, параллельности или перпендикулярности его осей с приводом. Оборудование выверяют на соответствие высотной отметке и горизонтальность на плоских или клиновых подкладках (рис. 2.7., а) или бесподкладочным методом.

Количество подкладок в пакете должно быть не более пяти, а их уклон - 1: 10 или 1: 20. Подкладки располагают как можно ближе к фундаментным болтам, не перекрывая колодцев. После выверки на горизонтальность (отклонение не более 0,3 мм на 1 м) подкладки в пакетах прихватывают друг к другу электросваркой.

Бесподкладочный метод предусматривает применение винтовых, клиновых или гидравлических домкратов, установочных (регулируемых) отжимных винтов, установочных (регулируемых) гаек, а при монтаже оборудования с механически обработанными установочными поверхностями - путем установки его на жесткие опоры.

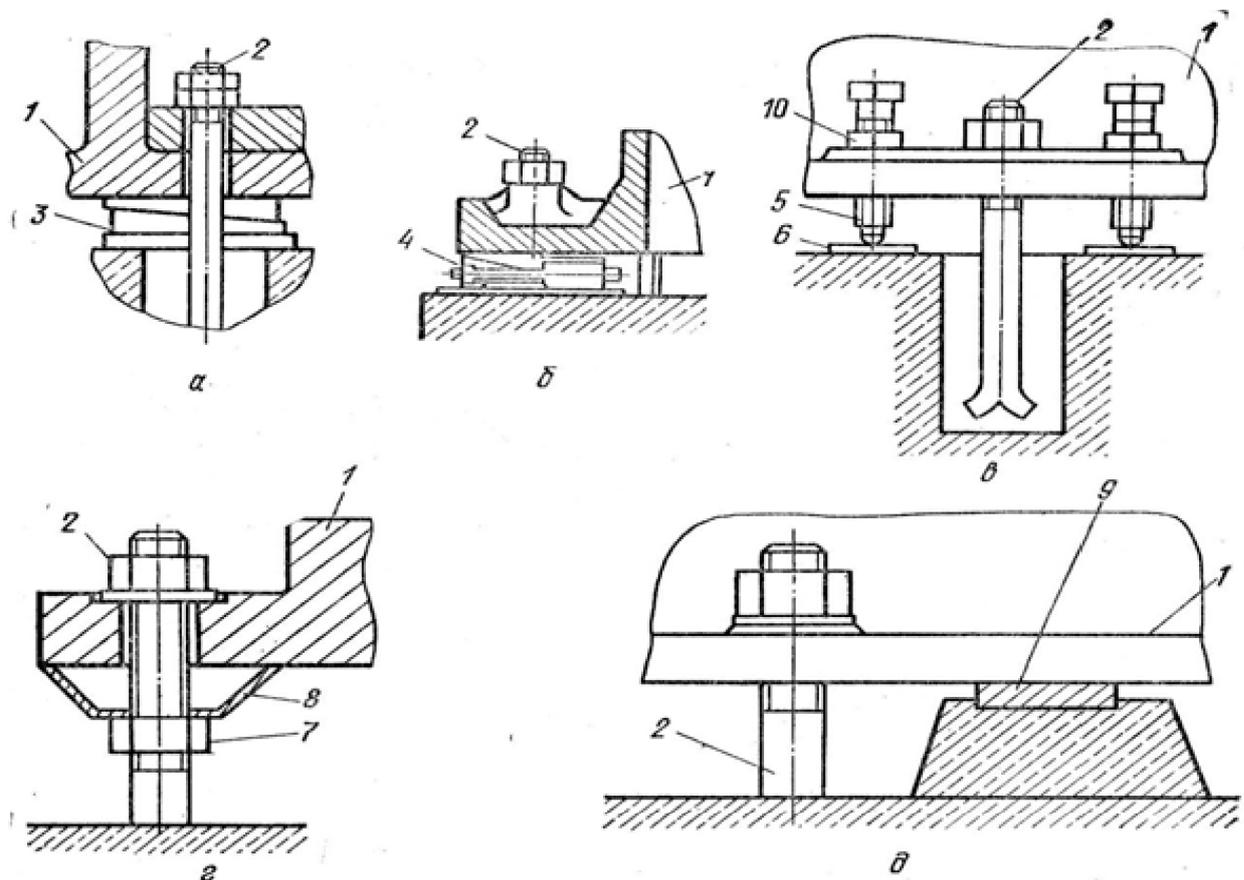


Рис. 2.7. Установка и выверка оборудования на подкладках и бесподкладочным методом:
а - на клиновых подкладках; б - с помощью инвентарных винтовых домкратов; в - на установочных винтах; г - на установочных гайках; д - на жестких опорах;
1 - рама оборудования; 2 - фундаментный болт; 3 - клиновые подкладки;
4 - установочный домкрат; 5 - установочный винт; 6 - подкладная установочная пластина; 7 - установочная гайка; 8 - тарельчатая шайба; 9 - металлическая пластина с жесткой опорой; 10 - стопорная гайка.

Домкраты (рис. 2.7.,б) для выверки устанавливают в четырех местах рамы. После выверки между рамой и опорной поверхностью домкратов или подкладок не должен проходить щуп толщиной 0,05 мм.

Применение установочных винтов (рис. 2.7.,в) позволяет совместить процессы установки и выверки оборудования. Перед опусканием оборудования на фундамент винты ввинчивают в раму так, чтобы они выступали за ее опорную поверхность на одинаковую величину (10 - 30 мм). Опустив оборудование краном на фундамент, поочередно регулируют его положение винтами, добиваясь горизонтальности с отклонением не более 0,3 мм на 1 м, если нет более жестких требований в технической документации. После выверки оборудования положение установочных винтов фиксируют стопорными гайками и приступают к подливке фундамента. После подливки и схватывания бетона установочные винты вывинчивают на 1 - 2 оборота перед затяжкой фундаментных болтов.

Подобным же образом выверяют оборудование установочными гайками (рис. 2.7.,г) с тарельчатыми шайбами или без них в том случае, если фундаментные болты заделаны в массив фундамента. При установке оборудования на жестких опорах (рис. 2.7.,д) выверку на горизонтальность не проводят, так как установочные пластины опор выверяют при заделке в фундамент.

Выверку соосности (центровку) машин проводят различными способами в зависимости от конструкции муфты, а также от быстроходности и мощности машины. За базу при центровке берут машину, и после выверки ее рамы, проверки торцевого и радиального биения вала и полумуфты (рис.2.8.,а) стоечными индикаторами прицентровывают электродвигатель. Обычно электродвигатель крепят на раме на салазках, что позволяет перемещать его в горизонтальной плоскости в двух направлениях. В вертикальном положении при выверке соосности электродвигатель перемещают установочными винтами. Допуск на радиальное биение составляет для валов 0,01 - 0,02 мм, втулочных и пальцевых полумуфт - 0,03 - 0,04 мм на 100 мм радиуса.

Различают такие виды несоосности, как параллельное смещение осей S и перекос, или излом осей A. Параллельное смещение при одинаковом диаметре полумуфт можно измерить щупом и жесткой линейкой (см. рис. 2.8,а). О перекосе осей судят по изменению торцевого (осевого) зазора, а между полумуфтами -при повороте вала по отношению к диаметру D, где эти замеры проводят (рис. 2.8,б).

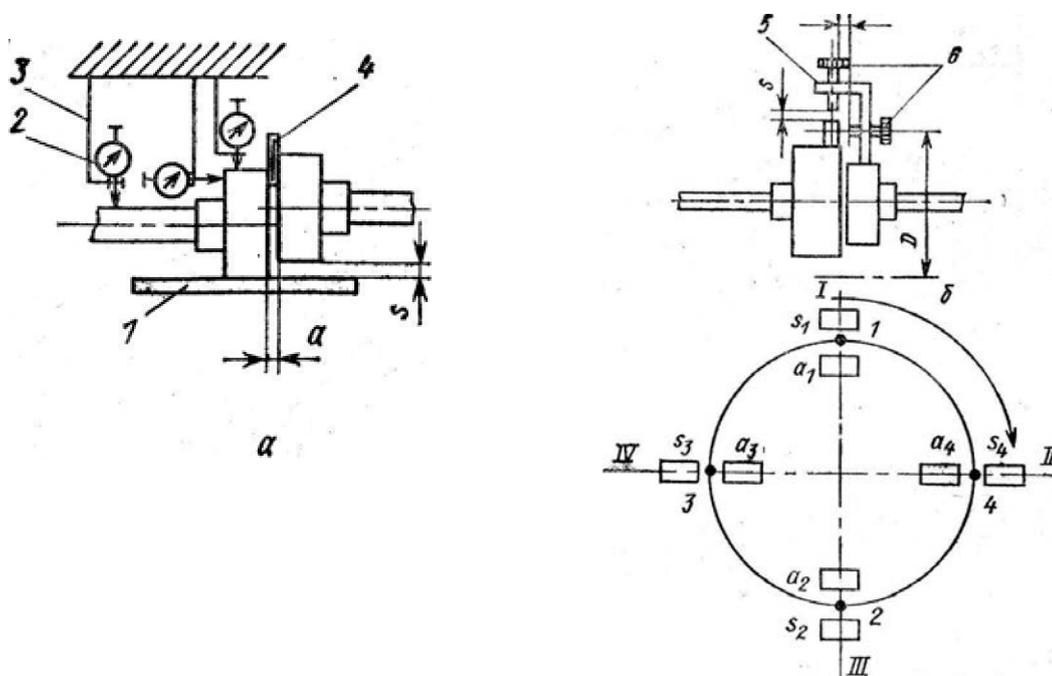


Рис.2.8. Схемы центровки валов:

а - измерение биения вала и полумуфты, параллельного смещения и перекоса осей валов при одинаковых диаметрах полумуфт; б - измерение торцевых и радиальных зазоров приспособлением в виде прикрепляемых к полумуфтам скоб в случае неодинакового размера полумуфт; в - форма таблицы для записи результатов измерения зазоров; 1 - линейка; 2 - индикатор; 3 - стойка индикатора; 4 - щуп; 5 - скобы приспособления; 6 - установочные винты.

Если полумуфты имеют сложную конфигурацию или диаметры валов или полумуфт различаются по величине, радиальные и торцевые зазоры замеряют щупом или индикаторами между установочными местами приспособлений.

При правильно выполненных ихмерениях радиальные зазоры в вертикальной и горизонтальной плоскостях равны: $S_1 = S_2$, $S_3 = S_4$.

Перекос осей рассчитывают по средним значениям зазоров между торцами полумуфт или соответствующим им зазорам на приспособлениях. Измерения ведут

в четырех точках в четырех положениях вала, поворачивая оба вала на 90 одновременно в направлении вращения.

Зазоры замеряют при затянутых фундаментных болтах. После окончания монтажа и подливки фундамента проводят окончательную центровку и результаты замеров записывают в формуляр машины или в акт сдачи под пусконаладочные работы.

Проверку перпендикулярности или параллельности осей валов машин и привода выполняют с помощью струн, линеек, рейсмусов, угольников, индикаторов (рис. 2.9., а, б).

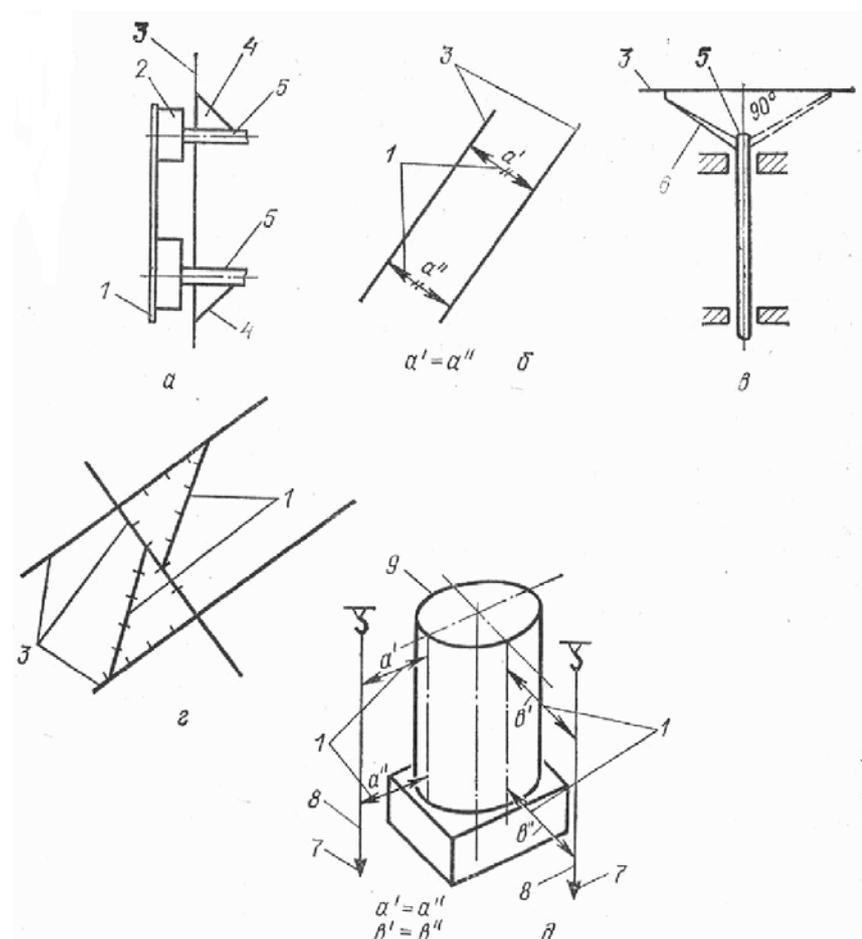


Рис. 2.9. Выверка параллельности и перпендикулярности осей, валов и аппаратов:

а - проверка параллельности валов шкивов линейкой и с помощью струны и угольника; б - проверка параллельности осей измерением расстояний между ними; в - проверка перпендикулярности осей приспособлением, поворачиваемым на 180° ; г - проверка перпендикулярности осей по закону Пифагора; д - проверка вертикальности аппарата измерением расстояний от струн отвесов до образующих; 1 - линейные меры (линейки, штихмассы); 2 - шкивы; 3 - струны; 4 - угольники; 5 - валы; 6 - поворотное приспособление; 7 - груз отвеса; 8 - струна отвеса; 9 - вертикальный аппарат.

Параллельность осей проверяют измерением расстояний между осями. Расстояния между осями должны быть одинаковыми. Перпендикулярность осей можно проверить по закону Пифагора: отложив на осях, как на катетах, 3 и 4 линейные меры, измеряют гипотенузу, которая должна быть равна 5 линейным мерам (рис. 2.9, в, г).

Вертикальность аппаратов, колонн, валов выверяют с помощью отвесов, а также измерением расстояний от них до оборудования (рис. 2.9, д).

ГЛАВА 3. МОНТАЖ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.

3.3. *МОНТАЖ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 4 кВт.*

3.4. *МОНТАЖ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 4-20 кВт.*

3.1. МОНТАЖ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 4 кВт.

Холодильные установки производительностью до 4 кВт применяются на предприятиях торговли и общественного питания для охлаждения витрин, прилавков, сборно-разборных холодильных камер. Прилавки, витрины, применяемые в торговле и общественном питании, имеют в основном *встроенное холодильное оборудование* (рис. 3.1.) и поставляются с завода полностью готовыми к эксплуатации.

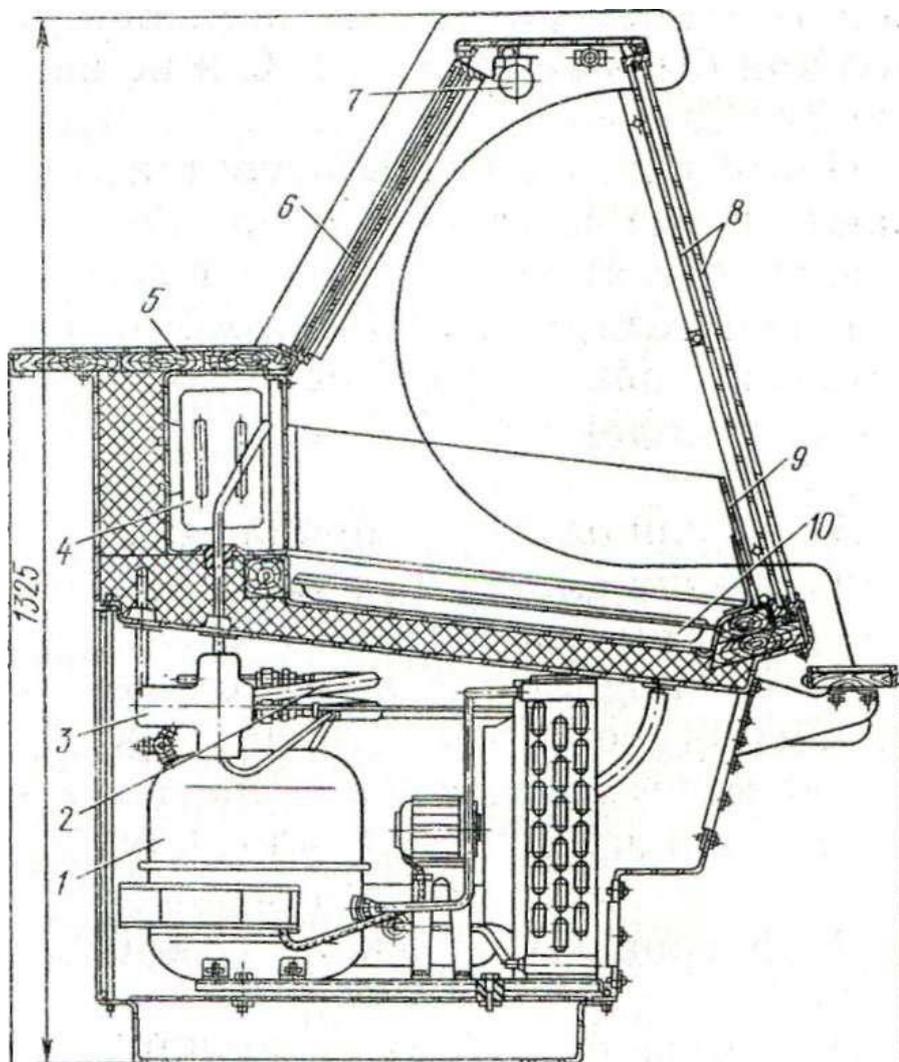


Рис. 3.1. Разрез прилавка-витрины «Пингвин-В»:

1 — холодильный агрегат; 2 - теплообменник; 3 - терморегулирующий вентиль; 4 - испаритель витрины; 5 - стол продавца; 6 - раздвижные дверцы; 7 - люминесцентная лампа; 8 - стекло витрины; 9 - стеклянный щиток; 10 - противень для продуктов

Оборудование распаковывают в присутствии представителя ремонтно-монтажного комбината. После распаковки оборудования проверяют наличие

паспорта и инструкции, комплектность поставки и проводят технический осмотр. При этом устанавливают, нет ли поломок, вмятин и других дефектов, не повреждены ли трубки. Кроме того, проверяют надежность крепления холодильного агрегата, электропанели, шлангов для слива конденсата, терморегулятора, состояние дверных запоров, резинового уплотнителя дверей, выключателей, плотность прилегания термочувствительных патронов ТРВ и термореле, герметичность холодильной системы.

Оборудование устанавливают на месте согласно проекту. Прилавки (витрины) устанавливают горизонтально. Прилавки и витрины размещают в сухом, хорошо проветриваемом помещении объемом не менее 15 м³ на один прилавок (витрину) в месте, защищенном от прямых солнечных лучей, и на расстоянии 1,5 м от отопительных и нагревательных устройств. Ширина прохода со стороны обслуживания холодильного агрегата должна быть не менее 0,7 м. Для обеспечения нормального притока воздуха к конденсатору холодильного агрегата расстояние от стены до прилавка (витрины) должно быть не менее 1 м. Температура в помещении должна быть не менее 12 °С и не выше 32 °С.

После установки оборудования на место его подключают к электросети согласно схеме. Электропроводку прокладывают ниже уровня пола в стальных трубах. Напряжение на оборудование подается только после ознакомления с актом проверки сопротивления изоляции и заземления.

Проверка герметичности.

Агрегат поставляется обычно с закрытыми вентилями. Надо приоткрыть на 1—2 с жидкостный вентиль и проверить галоидной горелкой герметичность соединений. В труднодоступных местах герметичность можно проверить мыльной пеной (с добавлением нескольких капель глицерина для вязкости). Для удобства фиксирования пузырьков можно использовать зеркальце.

При обнаружении утечек в местах, доступных для подтягивания соединений, двумя ключами без применения рычагов и чрезмерных усилий подтягивают соединения. Если устранить утечку не удастся, а также при обнаружении утечек в местах, где их ликвидация невозможна (корпус вентиля, ресивера и т. д.), составляют акт-рекламацию.

Пуск холодильной машины.

Для пуска надо открыть всасывающий и жидкостный вентили и нажать кнопку «Пуск» на автоматическом выключателе. Проверяют, совпадает ли направление вращения вентилятора с указательной стрелкой. При несовпадении меняют местами два разных провода на клеммах выключателя. Компрессор, вентилятор конденсатора должны работать плавно без шума, без посторонних звуков. В течение 1—2 ч испаритель должен покрыться слоем инея, обмерзание всасывающей трубки должно заканчиваться не менее чем за 100 мм до всасывающего вентиля и не менее чем на 100 мм выходить за пределы охлаждаемого объекта. Заполнение испарителя фреоном регулируют вращением шпинделя ТРВ. При достижении заданной температуры машина должна отключиться и не включаться в течение 5—10 мин. Для настройки на заданную температуру поворачивают ручку термореле. Коэффициент рабочего времени машины в зависимости от температуры окружающей среды должен быть равен 0,3—0,5. После пуска за работающим

холодильным оборудованием наблюдают в течение трех дней и составляют акт сдачи в эксплуатацию. Затем холодильное оборудование загружают продуктами.

Нормальную работу холодильного агрегата характеризуют следующие признаки: холодильный агрегат работает без резких шумов и вибраций, испаритель покрыт тонким слоем инея; всасывающая трубка холодная, но не покрыта инеем; машина работает циклично (без частых включений и выключений); нет утечки хладона, нет искрения в электроаппаратуре; после выхода на режим (50 мин после включения) устанавливается температура, указанная в паспорте прилавка (витрины). Сдача прилавка (витрины) в эксплуатацию оформляется актом, который подписывается представителем ремонтно-монтажного комбината и администрацией предприятия.

Для охлаждения сборно-разборных холодильных камер и некоторых охлаждаемых прилавков (на пример, ПХН-2-2, ПХС-2-2) применяют **выносные холодильные агрегаты**.

В объем поставки холодильных машин входит холодильный агрегат, батарея, комплект красномедных трубок для монтажа.

Компрессорно-конденсаторные агрегаты размещают в сухом помещении с температурой не ниже 5° и не выше 40 °С. Помещение располагается на том же этаже, что и охлаждаемое, или ниже него. Располагать холодильный агрегат выше камеры нежелательно, так как при этом затрудняется циркуляция масла в системе.

Компрессорно-конденсаторные агрегаты с водяным охлаждением разрешается устанавливать в производственных помещениях объемом не менее 1 м³ на каждые 0,5 кг хладона -12, содержащегося в машине, или 0,35 кг хладона -22. Агрегаты с воздушным охлаждением конденсаторов размещают в помещениях объемом 20 м³ на каждые 1000 Вт холодопроизводительности или в помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией производительностью 800 м³/ч на каждые 1000 Вт холодопроизводительности всех установленных в помещении агрегатов.

Помещения, где находятся компрессорно-конденсаторные агрегаты (особенно подвальные), оборудуют приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей удаление паров хладона в случае его утечки из машины. Запрещается устанавливать агрегаты в производственных помещениях, где используется оборудование с открытым пламенем.

Холодильные машины с воздушным охлаждением конденсатора рас полагают от стены на расстоянии не менее 300 мм; при этом с других трех сторон должен быть обеспечен проход шириной не менее 1 м.

Компрессорный агрегат ставят на фундамент, проверяют его горизонтальность, фиксируют положение фундаментных болтов и заливают гнезда бетоном.

У конденсаторов с водяным охлаждением монтируют трубопроводы для подвода воды с запорным и соленоидным вентилями и термометровой гильзой. Диаметр трубопровода, отводящего воду из конденсатора, принимают на один раз мер больше диаметра трубопровода, подающего воду на конденсатор. На сливном трубопроводе устанавливают термометровую гильзу и воронку для контроля за сливом воды из конденсатора.

Хладоновые батареи монтируют в камерах по проекту. В общем случае батареи располагают в верхней части стены по две, одна под другой. Батареи закрепляют на кронштейнах (рис. 3.2.).

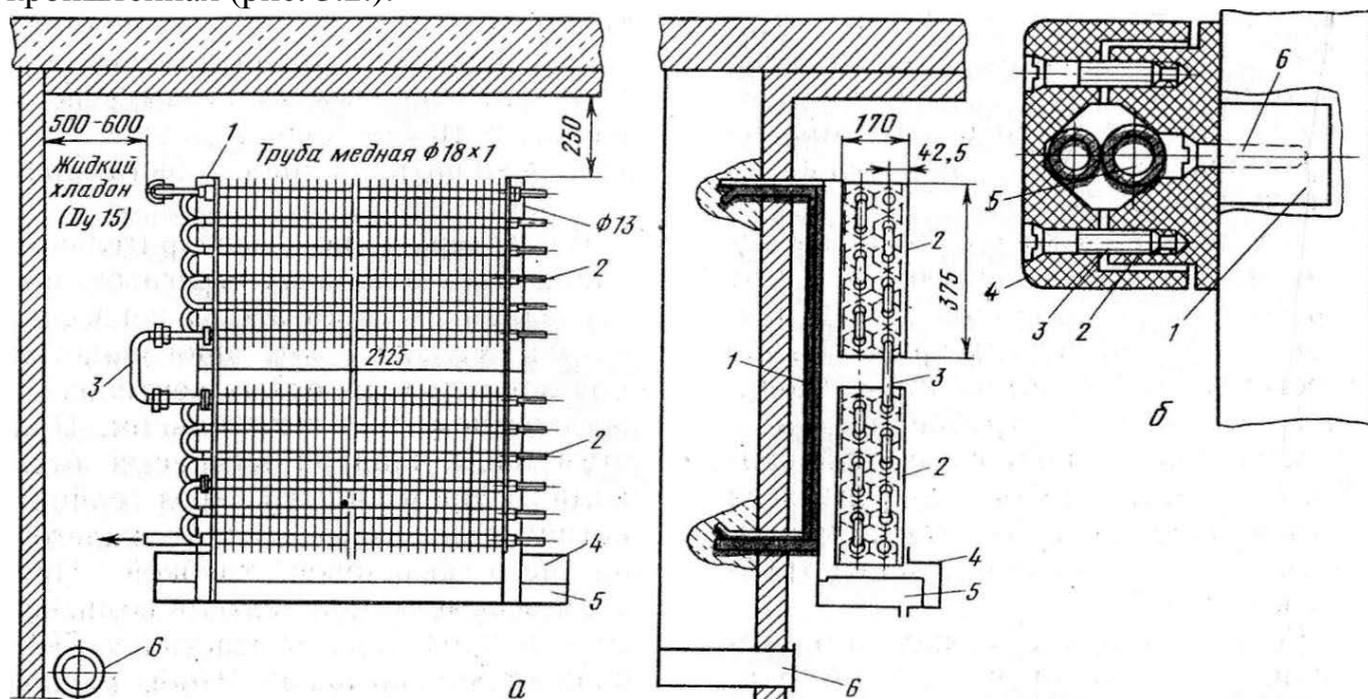


Рис. 3.2. Схема монтажа хладоновых батарей и трубопроводов:

а — батарей: 1 — кронштейн у батарей; 2 — батарея; 3 — «калач» у батарей; 4 — кронштейн у поддона; 5 — поддон с отводной трубкой; 6 — гильза в стене для трубопроводов; б — трубопроводов: 1 — деревянная пробка в стене; 2 — основная колодка; 3 — винт; 4 — крышка колодки; 5 — трубки медные; 6 — винт в пробке.

Хладоновые воздухоохладители монтируют на кронштейнах на расстоянии 200—250 мм от стены, чтобы обеспечить возможность прокладки электропроводки к электродвигателю вентилятора.

Жидкостные трубопроводы можно располагать в любом направлении, а газовые (всасывающие) — горизонтально, с уклоном в сторону движения хладагента к компрессору. Если необходимо расположить трубопровод так, чтобы хладагент двигался вверх, то следует монтировать маслоподъемные петли (рис. 3.3.), причем высота подъема не должна быть более 3 м. Если потребуется подъем выше 3 м, то необходимо монтировать вторую петлю, но следует учитывать, что холодопроизводительность установки от этого понижается.

В хладоновых холодильных машинах производительностью до 4 кВт трубопроводы выполняют в основном из красно-медных труб, обычно поставляемых в комплекте с машиной. Соединение трубопроводов с компрессором, аппаратами, приборами и между собой производится с помощью накидных гаек, прижимающих отбортованный конец трубки к штуцеру.

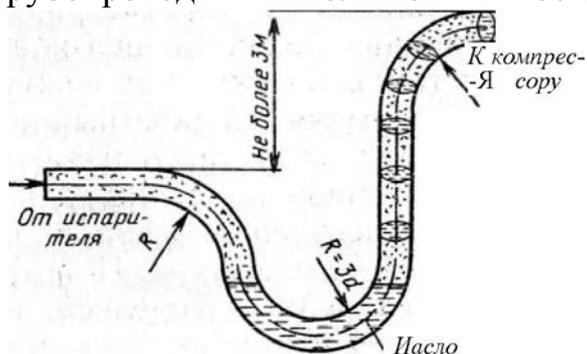


Рис. 3.3. Маслоподъемная петля

Если расстояние между компрессорным агрегатом и камерой окажется таким, что трубок, поставляемых с агрегатом, не хватает, то разрешается добавлять до 50 % труб того же размера и качества. Перед применением новые трубы отжигают, промывают бензином и высушивают при 120 °С в течение 24 ч.

При необходимости концы трубок соединяют пайкой с применением припоя Пср-45 с флюсом 209 или с помощью медно-фосфорного припоя МФ-3.

Если агрегаты устанавливают на виброизоляционных фундаментах, то вблизи компрессора обязательно предусматривают компенсаторы хладоновых трубопроводов — всасывающего и жидкостного. Компенсаторы изготовляют в виде 2—3 витков трубопровода в горизонтальной плоскости с уклоном по направлению движения хладона в них.

Терморегулирующие вентили рекомендуется располагать в камерах. При этом термочувствительный патрон должен быть прикреплен к всасывающему трубопроводу после испарительных батарей, на расстоянии не более чем 1,5 м от корпуса терморегулирующего вентиля. Допускается расположение терморегулирующего вентиля и за пределами камер, но при этом необходимо изолировать место крепления термочувствительного патрона и трубку между вентилем и камерой. Термочувствительный патрон можно прикреплять и к вертикальным участкам всасывающего трубопровода; в этом случае конец патрона должен быть обращен книзу.

Вакуумирование испарительной системы холодильных агрегатов, поступающих на монтаж *заряженными хладоном*, производится при закрытых запорных вентилях — жидкостном и нагнетательном. При этом пары хладона выбрасываются компрессором наружу через тройник нагнетательного вентиля с надетой на него резиновой трубкой. При этом всасывающий вентиль компрессора и проходные отверстия у ТРВ полностью открывают. Чтобы масло, содержащееся в удаляемом воздухе, не разбрызгивалось и не загрязняло машину и помещение, свободный конец резиновой трубки помещают в стеклянную банку. Если во время вакуумирования системы через резиновую трубку будет выходить воздух, это будет свидетельствовать о неплотности вакуумируемой системы. Неплотности устраняют, уплотняя все соединения до тех пор, пока не прекратится выход воздуха из резиновой трубки.

После отсасывания воздуха в течение 30 мин открывают на 2—3 с жидкостный вентиль агрегата и продувают систему парами хладона, перепускаемыми из конденсатора, вновь вакуумируют систему в течение 30 мин, еще на 2—3 с открывают жидкостный вентиль и продувают систему парами хладона. Вакуумирование прекращают, резиновую трубку со штуцера нагнетательного вентиля снимают, а на этот тройник ставят манометр.

На тройник всасывающего вентиля устанавливают мановакуумметр и, открывая жидкостный вентиль, создают в испарительной системе избыточное давление, равное давлению насыщенных паров при окружающей температуре. При этом давлении галоидной горелкой или галоидным течеискателем проверяют герметичность всех соединений. В местах, где обнаруживают утечки хладона, подтягивают накидные гайки и заменяют прокладки. Эти операции проводят только

после отсасывания хладона из системы до избыточного давления 0,01 — 0,02 МПа . После устранения не плотностей в соединениях вновь создают давление в системе, повторно проверяют соединения и продувают систему парами хладона.

Некоторые холодильные агрегаты поступают на монтаж *не заряженными хладоном*. В этом случае их заполняют хладоном при монтаже. Перед вакуумированием этих агрегатов к тройнику всасывающего вентиля подсоединяют баллон с хладоном, установленный вентилем вверх. Вакуумирование осуществляют при открытых всасывающем и жидкостном вентилях и закрытом нагнетательном вентиле с надетой на него резиновой трубкой. При достижении в системе остаточного давления 40—100 Па закрывают всасывающий вентиль, приоткрывают вентиль на баллоне с хладоном и продувают компрессор парами хладона. С тройника нагнетательного вентиля снимают резиновую трубку, штуцер закрывают заглушкой, а нагнетательный вентиль - открывают. Открывают вентиль баллона и перепускают хладон во всю систему, создавая избыточное давление 0,05 МПа . Отпустив накидную гайку на штуцере всасывающего вентиля, продувают систему. Продувку повторяют два-три раза. Затем вновь проверяют герметичность соединений и оставляют систему под давлением на сутки. Система считается проверенной на герметичность и готовой к заполнению хладоном, если ни в одном из соединений не обнаружены утечки и давление не снизилось за время испытания.

Систему заполняют хладоном через всасывающий вентиль. Баллон устанавливают вентилем вниз и с помощью медной трубки присоединяют вентиль баллона к одному штуцеру всасывающего запорного вентиля, а мановакуумметр — к другому. На тройнике нагнетательного вентиля устанавливают манометр. Испарительную систему заполняют хладоном через цеолитовый осушитель при неработающем компрессоре. После того как в испарительной системе установится избыточное давление 0,4 МПа при зарядке хладоном-12 и 0,6 МПа при зарядке хладоном-22, вентиль на баллоне закрывают и включают компрессор в работу на отсос паров из испарительной системы; при этом все вентили машины открывают, кроме запорного жидкостного вентиля у ресивера.

При снижении избыточного давления паров в испарителе до нуля останавливают компрессор и, открывая вентиль на баллоне, добавляют в испаритель следующую дозу хладона. Зарядку системы хладоном производят за два-три раза. При этом следует подавать воду в кожухотрубные конденсаторы или включать вентилятор у секционных конденсаторов воздушного охлаждения. Количество заряжаемого хладона должно строго соответствовать количеству, указанному в инструкциях. По правилам охраны труда зарядку следует проводить в защитных очках. После заполнения системы хладоном приступают к пусконаладочным работам. Обеспечивают подачу на конденсаторы воды или воздуха и пускают компрессор в работу при полностью открытых запорных вентилях компрессора, ресивера и при частично открытых ТРВ. После достижения проектных температур в камерах настраивают приборы автоматики (реле давления, температуры и др.). Требуемые параметры на приборах выставляют в зависимости от применяемого холодильного агента и температуры в охлаждаемом объекте и приступают к пробной работе холодильной установки.

В первые минуты и часы работы установки следят за тем, чтобы уровень масла в компрессоре был не ниже $2/3$ высоты смотрового стекла (нормальный уровень). Если уровень масла снижается, то останавливают компрессор и выясняют причину остановки.

Если испарительная система включает большое количество испарителей, разрешается дополнительно зарядить компрессор небольшим количеством сухого масла (половина дозы зарядки), проверенного в лаборатории и хранящегося в герметичном сосуде.

Дополнительную зарядку компрессора маслом проводят через отверстие с пробкой в картере при закрытых всасывающем и нагнетательном вентилях компрессора после снижения давления паров в картере до 0,01 МПа.

При монтаже и испытании установок могут быть обнаружены не исправности и неполадки в работе машин. В пусковой период основными неполадками являются засорение фильтров (терморегулирующего вентиля, жидкостного и грязевого на всасывающей стороне), замерзание влаги в терморегулирующем вентиле и утечка хладона.

При устранении неполадок приходится вскрывать систему для замены фильтров, установки осушителя и пр. При этом во всех случаях давление на вскрываемых участках должно быть снижено до 0,01—0,02 МПа, а сам вскрываемый участок должен быть перекрыт с двух сторон. Вместо засоренного фильтра немедленно устанавливают новый. Если требуется промыть фильтр, открытые трубки на это время должны быть заглушены пробками. Участки трубопроводов и аппараты, температура которых ниже температуры окружающей среды, нельзя вскрывать, так как на них немедленно будет конденсироваться и выпадать влага из воздуха. Все места разъемов тщательно вытирают.

После устранения всех неполадок, обеспечения возврата масла и устранения замерзания влаги приступают к предварительному регулированию приборов автоматики. Окончательное регулирование проводят при обеспечении проектного режима работы установки и проектных температур в камерах.

3.2. МОНТАЖ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 4-20 кВт.

Технические условия на поставку оборудования. Холодильные машины производительностью от 4 до 20 кВт поставляются заводами изготовителями в виде компрессорно-конденсаторного и испарительно-регулирующего агрегатов со щитами управления и сигнализации в полностью собранном виде. Внутренние полости машин и аппаратов после промывки и осушки испытывают на герметичность и заполняют сухим инертным газом. Поставляют агрегаты с закрытыми запорными вентилями и запломбированными штуцерами.

После прибытия оборудования на место монтажа проверяют его комплектность, состояние, наличие запасных частей, инструмента и сопроводительной документации. Затем все части машины очищают от наружной защитной смазки. Агрегаты устанавливают на фундаменты, выверяют по уровню или отвесу и закрепляют болтами. Навешивают и закрепляют охлаждающие приборы (батареи и воздухоохладители). Устанавливают и закрепляют вспомогательные аппараты,

приборы автоматики и прочее оборудование, поставляемое отдельно. Изготавливают, подгоняют по месту и монтируют жидкостные, газовые, манометровые и вспомогательные трубопроводы. Устанавливают щиты управления и сигнализации. Монтируют электропровод к компрессору. Подключают к щитам приборы автоматики.

При монтаже холодильных установок с разветвленной системой непосредственного охлаждения камер необходимо учитывать высокую текучесть хладонов и поэтому сборку (сварку) всех соединений производить строго по техническим условиям.

По окончании монтажа систему испытывают на плотность. Хладоновую систему проверяют на плотность избыточным давлением, вакуумированием и хладоном.

Испытание на плотность избыточным давлением. Эти испытания проводят азотом или сухим воздухом (осушенным до температуры точки росы — 50 °С). Перед испытаниями снимают предохранительные клапаны и на их место ставят заглушки. Затем открывают запорные вентили, в том числе и соленоидные, снимают крышки с конденсаторов и испарителей. Баллоны подключают к системе через редуктор.

Испытания начинают с заполнения системы азотом (воздухом) до давления 1 МПа. Систему выдерживают при этом давлении и проверяют, нет ли утечек газа через неплотности. Если обнаружены крупные утечки (слышен характерный звук выходящего газа), заполнение системы азотом прекращают, сбрасывают давление, устраняют неисправность и вновь заполняют систему азотом, постепенно повышая давление до 1 МПа.

Для контроля утечек сварные, штуцерные, ниппельные, фланцевые соединения и трубные решетки обмывают. Место течи отмечают мелом. После завершения осмотра сбрасывают давление. Для устранения течи подтягивают гайки, заменяют прокладки, делают перебортовку концов медных труб, подварку сварных швов, подвальцовку труб. Применять чеканку для устранения утечек в сварных швах запрещается. После устранения неисправностей испытания и осмотр повторяют.

При отсутствии видимых утечек систему оставляют под давлением на 24 ч. Контрольную отметку давления производят через 6 ч. В последующие 18 ч падения давления не допускается (за исключением изменения давления, связанного с изменением температуры окружающей среды). При удовлетворительных результатах испытания на плотность сбрасывают давление и систему подвергают испытаниям на вакуумную плотность.

Испытание на вакуумную плотность. Такие испытания проводят вакуумированием системы вакуум-насосом до остаточного давления 1,3 кПа. После этого продолжают вакуумирование системы еще в течение 3—4 ч для испарения и удаления водяных паров. Систему оставляют под вакуумом на 24 ч. Давление за это время не должно повыситься более чем на 1,3 кПа. Если давление все же повысится более чем на 1,3 кПа, то повторяют испытания на плотность, устраняют утечки и вновь проводят испытания на вакуумную плотность. После завершения испытаний на вакуумную плотность проводят испытания на плотность хладоном.

Испытание на плотность хладоном. Эти испытания проводят, заполняя систему газообразным хладоном от баллона, установленного вентилем вверх. Температура в помещении должна быть не ниже 15— 20 °С. Заполнение системы продолжают до тех пор, пока давление в ней не повысится до 0,3 МПа. По окончании заполнения системы баллон отсоединяют, перекрыв соответствующие вентили.

Все соединения, сальники, сварные швы, предохранительные клапаны и вентили проверяют на отсутствие утечек хладона с помощью галлоидных ламп или электронных течеискателей. При обнаружении неплотностей в соединениях разрешается лишь незначительное подтягивание болтов или накидных гаек и сальников в целях устранения течи.

Если устранить течь хладона под давлением невозможно, то сбрасывают давление из предварительно отключенного вентилями участка системы, а если это невозможно, то откачивают хладон до атмосферного давления в баллоны. После устранения течи цикл испытаний повторяют. Систему выдерживают под давлением хладона в течение 24 ч. Во все время испытаний контролируют давление хладона в системе и температуру окружающей среды. Падение давления не допускается, за исключением изменения давления, вызванного понижением температуры окружающей среды. После проверки на герметичность систему холодильной установки заправляют маслом и хладоном.

Заправка маслом и хладоном. Количество масла и хладона, заправляемого в систему холодильной установки, указано в инструкции завода-изготовителя или в проекте на холодильную установку.

Масло заправляют в систему через испаритель, предварительно отвакуумированный. Вакуумирование осуществляют следующим образом: открывают всасывающий и нагнетательный вентили компрессора, закрывают жидкостный вентиль на конденсаторе и отсасывают хладон из испарителя до тех пор, пока в нем не установится давление ниже атмосферного. Заправку маслом осуществляют через манометровый (или грязеспускной) вентиль испарителя. Маслозаправочный трубопровод опускают под уровень масла и при заправке следят за тем, чтобы при опорожнении емкости с маслом или ее смене не произошло подсоса воздуха в систему.

Зарядку системы хладонами проводят из баллонов. При давлении в системе ниже 0,30 МПа зарядку системы начинают паром хладона от баллонов, установленных вентилем вверх. При давлении в испарительной системе выше 0,35 МПа зарядку осуществляют жидким хладоном из баллонов, установленных вентилем вниз. При зарядке системы баллоны устанавливают на специальной подставке на платформу весов.

В тот момент, когда давление в системе становится выше 0,5 МПа, включают компрессор и отсасывают хладон из испарительной системы. По окончании заправки системы маслом и хладоном включают холодильную установку для проверки работоспособности всех систем.

Перед пуском установки проводится настройка приборов автоматического управления и защиты по данным проекта или инструкции завода-изготовителя. После настройки всех приборов и получения в охлаждаемых помещениях расчетных температур установка должна проработать не менее трех суток под наблюдением представителей монтажной организации. Если результаты сдаточных испытаний положительные, составляют акт о передаче холодильной установки в эксплуатацию.

ГЛАВА 4. МОНТАЖ КОМПРЕССОРОВ.

4.3. ***МОНТАЖ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ.***

4.4. ***МОНТАЖ ВИНТОВЫХ И РОТАЦИОННЫХ КОМПРЕССОРОВ.***

4.1. МОНТАЖ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ.

В зависимости от типа компрессора и степени заводской готовности проводят те или иные работы: обкатку на холостом ходу, обкатку под нагрузкой и на хладагенте, послемонтажную ревизию для проверки приработки деталей, испытания на плотность, осушку, подключение к системе холодильной установки, заполнение маслом и хладагентом, испытания под нагрузкой на рабочих средах.

Все блоккартерные поршневые холодильные компрессоры поставляются в составе агрегатов, включающих компрессор, привод и пульт управления, которые смонтированы на одной раме на заводе - изготовителе. Поэтому агрегат монтируют как единичное оборудование.

В подготовительный период оборудование проверяют на соответствие проекту и комплектность, компрессоры расконсервировывают, проверяют условия и сроки хранения и возможность монтажа без дополнительной ревизии. Подготавливают необходимый такелажный инструмент и грузоподъемные устройства. Бетон фундамента выравнивают и размещают на нем подкладки и клиновые устройства.

Раму компрессора тщательно очищают от загрязнений, а поверхность бетона обильно смачивают водой для лучшего схватывания подливки с бетоном фундамента. Затем компрессор и электродвигатель размещают на фундаменте согласно проекту и приступают к их выверке.

При сцеплении компрессора с электродвигателем с помощью эластичной муфты (рис. 4.1.) электродвигатель размещают на фундаменте так, чтобы торец полумуфты электродвигателя находился на расстоянии 155—200 мм от торца вала компрессора. Такое размещение позволяет разбирать сальник компрессора без демонтажа электродвигателя. Затем проверяют соосность валов электродвигателя и компрессора с помощью приспособления, изображенного на рис. 4.2.

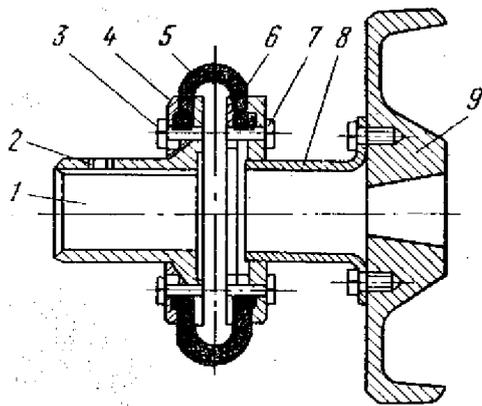


Рис. 4.1. Эластичная муфта:
 1 — вал электродвигателя; 2 — полумуфта; 3, 7 — болты; 4 — нажимной диск; 5 — упругий элемент; 6 — диск-проставка; 8 — проставка; 9 — маховик компрессора

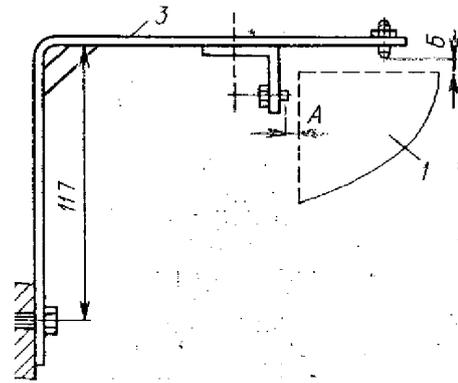


Рис. 4.2. Приспособление для проверки соосности валов с эластичной муфтой:

1 — маховик компрессора; 2 — полумуфта электродвигателя; 3 — приспособление для проверки; А — торцевой и В — радиальный зазоры у муфт

Приспособление закрепляют на полумуфте электродвигателя, устанавливают его в вертикальной плоскости и измеряют зазоры Л и Б; затем повернув полумуфты на 180° , еще раз замеряют зазоры. Разность зазоров А указывает на перекос осей валов, а разность зазоров В — на несоосность в вертикальной плоскости. Затем приспособление закрепляют в горизонтальной плоскости, измеряют оба зазора в начальном положении полумуфт и при повороте их на 180° . Разность зазоров А дает перекос в горизонтальной плоскости, а В — несоосность в горизонтальной плоскости. Центровку валов проводят, подкладывая пластины под опорные поверхности или перемещая электродвигатель в горизонтальной плоскости. После окончания выверки положения компрессора и электродвигателя затягивают гайки крепления электродвигателя и проводят подливку рамы бетоном (рис. 4.3.).

После того как бетон подливки затвердеет, проводят сборку муфты сцепления. Резиновое кольцо надевают на полумуфты и закрепляют болтами. Одна сторона кольца располагается между нажимным диском и диском проставки, а вторая — между диском и полумуфтой электродвигателя. Затяжку болтов необходимо проводить равномерно, не допуская перекосов. Надежность крепления проверяют при пробном пуске по рискам, нанесенным на кольцо и нажимные диски. Положение рисок не должно меняться.

При клиноремном приводе электродвигатель после установки на салазках проверяют на горизонтальность и параллельность валов, на совмещение канавок шкивов. Натягивают ремни, проверяют отсутствие перекоса у электродвигателя при закреплении его болтами на салазках.

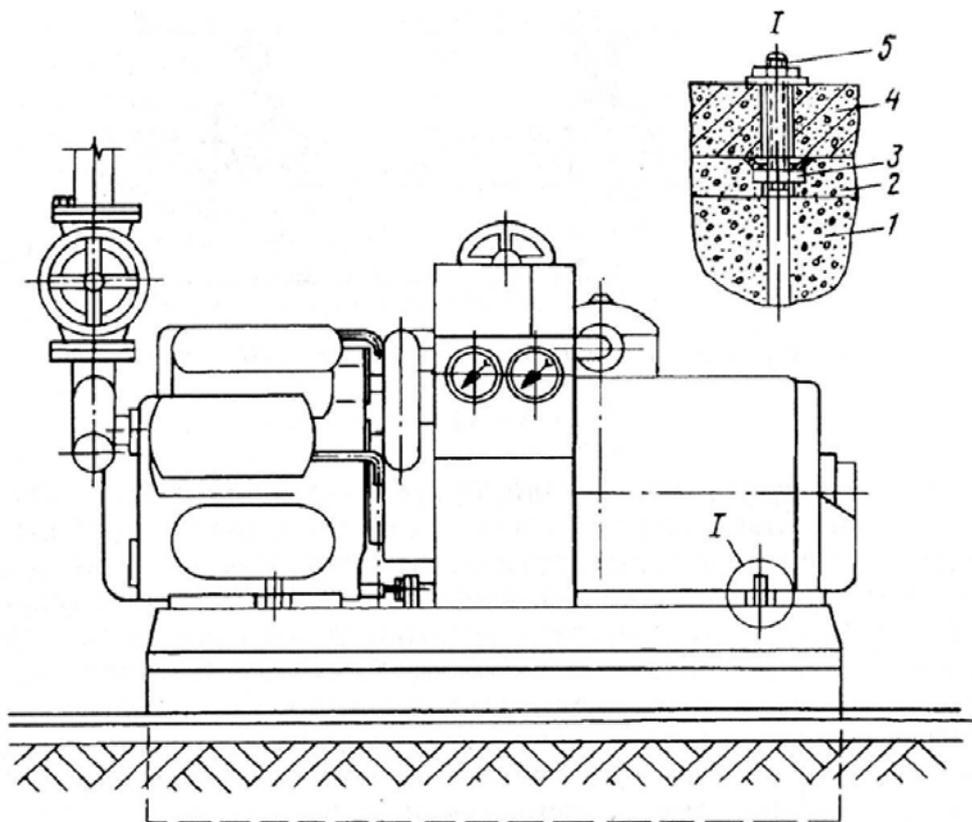


Рис. 4.3. Размещение поршневого компрессорного агрегата на фундаменте:
 1 - бетонный фундамент; 2 - бетонная подливка; 3 - выверочная гайка с конической шайбой; 4 - железобетонная рама; 5 - фундаментный болт.

После окончательного закрепления агрегаты соединяют с технологическими трубопроводами, предварительно очищенными от загрязнений, и контролируют соосность валов компрессора и электродвигателя, которая могла измениться под действием присоединенных к компрессору трубопроводов.

Устанавливают пуско - регулирующие и защитные электрические устройства, контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации. Прокладывают кабели и провода электропитания.

Компрессорные агрегаты подвергают индивидуальному испытанию - обкатывают вхолостую и под нагрузкой, чтобы проверить правильность сборки узлов, выявить дефектные детали, приработать сопрягаемые поверхности, отрегулировать работу всех узлов и настроить приборы автоматики. К началу испытания агрегатов в компрессорном цехе должны быть закончены все строительные и отделочные работы, опробована работа систем приточно-вытяжной вентиляции, водяного охлаждения, защиты электрооборудования.

При монтаже подлежат обкатке лишь компрессоры, работающие на аммиаке. Хладоновые компрессоры обкатывают после сборки на заводе-изготовителе.

Обкатку компрессоров проводят без нагрузки со снятыми рабочими клапанами. В зависимости от конструкции снимают или только нагнетательные, или и всасывающие, и нагнетательные клапаны.

Перед обкаткой картер компрессора промывают керосином и заполняют его свежим маслом. Удаляют всасывающий фильтр компрессора, сетку обматывают несколькими слоями марли, смоченной маслом для смазки компрессора. Проворачивают вал компрессора за маховик вручную не менее чем на два полных оборота вала. Проверяют правильность направления вращения вала электродвигателя по стрелке, нанесенной на переднюю крышку компрессора.

По окончании подготовки пускают компрессор в работу на 5 мин. При этом обращают внимание на работу масляного насоса. При неисправности насоса (нет давления по манометру) компрессор немедленно останавливают и выясняют причину неисправности.

После 5 мин нормальной работы компрессор останавливают и проверяют нагрев трущихся деталей. Если нет повышенного нагрева, компрессор запускают для обкатки на холостом ходу в течение 2 ч.

В период обкатки давление масла должно быть 0,15—0,2 МПа, температура масла не выше 65 °С. Через каждые 10—15 мин работы необходимо проворачивать ручку фильтра тонкой очистки для удаления загрязнений с фильтра. Если ручку повернуть невозможно, компрессор необходимо остановить, разобрать фильтр, промыть его, собрать и вновь запустить компрессор.

После обкатки компрессор останавливают, снимают боковые крышки картера, проверяют температуру нагрева шатунных и коренных подшипников, удаляют масло из картера и сальниковой полости, промывают картер и фильтр масляного насоса.

Убедившись в исправности компрессора, устанавливают рабочие клапаны, промывают фильтры на всасывающем трубопроводе и масляном насосе и заполняют свежим маслом картер компрессора.

До обкатки компрессора под нагрузкой проверяют его на герметичность воздухом. К картеру подсоединяют временный трубопровод от воздушного компрессора, закрывают всасывающий и нагнетательный вентили и создают в картере давление (по манометру) воздухом до 1,0 МПа. Герметичность компрессора проверяют обмыливанием всех соединений компрессора и его трубопроводов. Компрессор оставляют под давлением на 12 ч. Падение давления допускается не более 0,02 МПа.

После проверки на герметичность из компрессора выпускают воздух и проводят его обкатку с рабочими клапанами в течение 6 ч.

По окончании обкатки компрессор останавливают, из него удаляется воздух с помощью вакуум-насоса, после чего компрессор заполняют парами аммиака и проверяют герметичность компрессора с помощью индикаторной бумаги.

4.2. МОНТАЖ ВИНТОВЫХ И РОТАЦИОННЫХ КОМПРЕССОРОВ.

Монтаж ротационных компрессоров заключается в установке их на фундамент, выверке по уровню, центровке с электродвигателем. Эти операции выполняют аналогично описанным выше. Расстояние между торцами валов компрессора и электродвигателя выдерживают согласно сборочному чертежу с допуском ± 2 мм. В процессе ревизии ротационного компрессора проверяют состояние и чистоту цилиндра, ротора и сальников. При сборке ротационного компрессора (рис. 4.4.) проверяют величину зазоров: радиального между ротором и цилиндром, равного 0,18- 0,20 мм; теплового, равного 0,5-0,6 мм (суммарного осевого зазора между бортами внутренних колец и роликами подшипников при закрепленных наружных крышках); минимальных осевых зазоров между торцами роторов и крышками, равных 0,1 - 0,12 мм (регулируемых толщиной

дистанционного кольца и прокладки), а также разности длины ротора и пластины 0,7-1,0 мм.

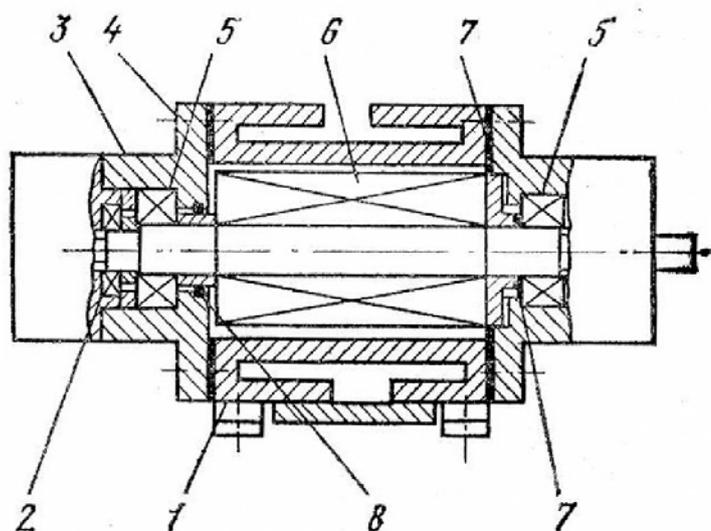


Рис. 4.4 . Ротационный компрессор:
1 - цилиндр; 2 - упорный подшипник; 3 - крышка; 4 - призонные болты или штифты; 5 - опорный подшипник; 6 - ротор с пластинами; 7 - прокладка; 8 - дистанционное кольцо.

Перед обкаткой ротационного компрессора на холостом ходу маслоотделитель заливают маслом до верхней кромки смотрового стекла. Затем, поворачивая ротор вручную за муфту, убеждаются в свободе вращения и подают воду на охлаждение. Запускают электродвигатель и постепенно открывают всасывающий вентиль. При достижении номинальной частоты вращения вала компрессор останавливают и осматривают. Затем пускают компрессор на 5 и 30 мин, осматривая после каждого пуска, и при удовлетворительных результатах обкатывают в течение 6 часов с проведением регулировки смазки и последующим оформлением акта на проведение испытаний.

Все **винтовые компрессоры** поставляются заводом-изготовителем только в виде агрегатов, смонтированных на общей раме (рис. 4.5.). На раме агрегата закреплен горизонтальный маслоотделитель, на котором, как на несущей конструкции, размещены маслозаполненный винтовой компрессор, электродвигатель, маслоохладители, маслонасос, фильтры грубой и тонкой очистки масла, щит с приборами управления, запорная и регулирующая арматура. Поскольку детали винтового компрессора изготавливают и собирают на заводе с высокой степенью точности, поэтому проведение ревизии в условиях монтажной площадки исключается.

При монтаже агрегат устанавливают на фундамент, выверяют, закрепляют четырьмя болтами и подливают бетон. Допускаемое отклонение от горизонтальности 0,2 мм на 1 м. После присоединения трубопроводов к винтовому компрессору и закрепления агрегата на фундаменте проверяют центровку валов компрессора и электродвигателя, а также маслонасоса и его электродвигателя. Допускаемые отклонения от параллельности валов в общей плоскости 0,05 и 0,1 мм соответственно, а допуск на перекося валов составляет, соответственно, 0,02 и 0,1 мм.

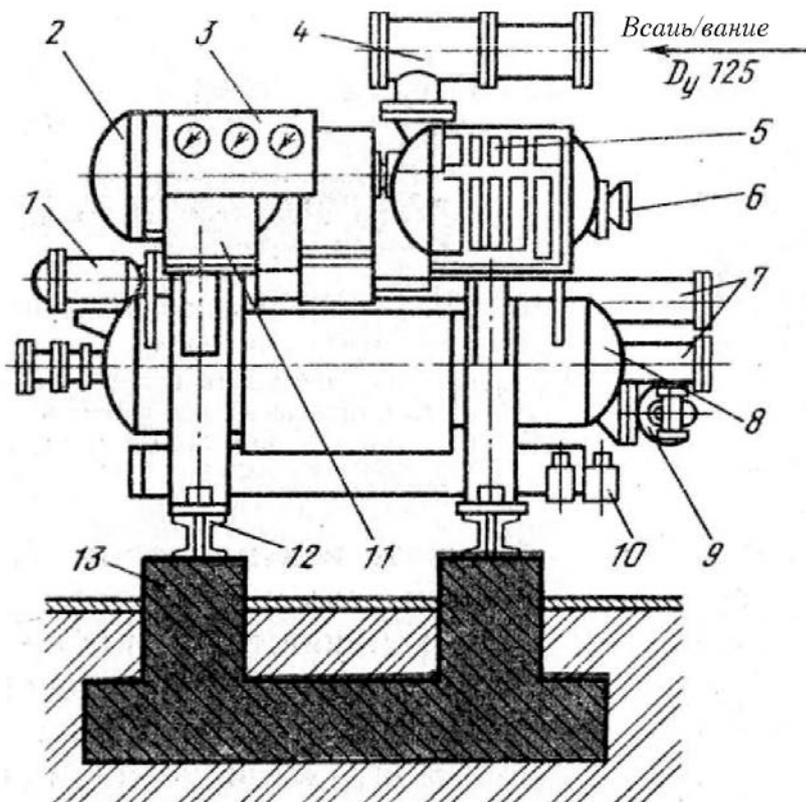


Рис. 4.5. Общий вид винтового компрессора на фундаменте:

1 - фильтр тонкой очистки; 2 - электродвигатель; 3 - щит манометров; 4 - газовый фильтр; 5 - компрессор; 6 - регулятор производительности; 7 - маслоохладитель; 8 - маслоотделитель; 9 - маслонасос; 10 - фильтр грубой очистки; 11 - щит датчиков; 12 - металлическая опора; 13 - фундамент; 14 - маслосборник.

Центровку корректируют перемещением электродвигателя с последующей затяжкой гаек крепления электродвигателя и постановкой штифтов.

Проверяют также осевой зазор между полумуфтами. При монтаже агрегатов А 350-7 щиты регулирования устанавливают вблизи агрегатов на высоте не менее 1000 мм от уровня пола. После монтажа электропусковой аппаратуры проверяют заземление и сопротивление изоляции электрических цепей (не менее 1 Мом для цепей автоматики и не менее 0,5 Мом для силовых цепей).

Обкатку винтовых компрессоров проводят после проверки маслосистемы. Закрывают вентиль на маслопроводе подачи масла в компрессор, отжимают вручную клапан соленоидного вентиля на маслопроводе, открывают все вентили на маслопроводе, затем включают электродвигатель масляного насоса и с помощью редукционного вентиля устанавливают перепад давлений на масляном насосе, который должен быть в пределах 0,3— 0,35 МПа. После двух часов работы вскрывают масляные фильтры и проверяют наличие загрязнений на них. При наличии загрязнений фильтрующие элементы промывают и насос включают в работу. Циркуляцию масла продолжают до тех пор, пока полностью не прекратится загрязнение фильтрующих элементов. По окончании загрязненное масло из системы сливают и заправляют ее свежим.

Холостую обкатку винтового компрессора проводят при открытых вентилях на всасывающей и нагнетательной сторонах компрессора. Регулятор производительности устанавливают в положении 100 % . Перед включением электродвигателя компрессор прокручивают за муфту сцепления вручную на несколько оборотов. Ротор компрессора должен вращаться по направлению стрелки, нанесенной на переднюю крышку компрессора. Холостую обкатку проводят в течение 30 мин.

ГЛАВА 5. МОНТАЖ ОСНОВНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОДЫ.

5.6. *МОНТАЖ КОНДЕНСАТОРОВ.*

5.7. *МОНТАЖ ИСПАРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ХЛАДОНОСИТЕЛЕЙ (КОЖУХОТРУБНОГО И ПАНЕЛЬНОГО).*

5.8. *МОНТАЖ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ.*

5.9. *МОНТАЖ ПРИСТЕННЫХ И ПОТОЛОЧНЫХ БАТАРЕЙ.*

5.10. *МОНТАЖ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ.*

К основным аппаратам холодильной установки относят аппараты, непосредственно участвующие в тепло- и массообменных процессах: конденсаторы, испарители, воздухоохладители и т.п.; к устройствам для охлаждения воды — охлаждающие пруды с форсунками (брызгальные бассейны); открытые градирни: брызгальные (форсуночные), капельные и пленочные.

Технология монтажа определяется степенью заводской готовности и особенностями конструкции аппаратов, их массой и проектом установки. Чтобы предотвратить увлажнение теплоизоляции на опорную поверхность аппаратов, работающих при низких температурах, наносят слой гидроизоляции, укладывают теплоизоляционный слой, а затем вновь слой гидроизоляции. Для создания условий, исключающих образование тепловых мостиков, все металлические детали (пояса крепления) накладывают на аппараты через деревянные антисептированные бруски или прокладки толщиной 100- 250 мм.

Большинство теплообменных аппаратов заводы поставляют в готовом к монтажу виде. Так, кожухотрубные конденсаторы, испарители, переохладители поставляют в собранном виде, элементные (секционные), оросительные, испарительные и панельные конденсаторы, погружные испарители- сборочными единицами. Ребристые испарители, батареи непосредственного охлаждения и рассольные могут быть изготовлены монтажной организацией на месте из секций оребренных труб.

5.1. МОНТАЖ КОНДЕНСАТОРОВ.

В конденсаторах холодильных установок хладагент отдает тепло охлаждающей среде (воде или воздуху) и в результате отвода тепла конденсируется. Кожухотрубные, кожухозмеевиковые и элементные конденсаторы охлаждаются водой, конденсаторы малых холодильных машин — воздухом, оросительные и испарительные конденсаторы — воздухом с одновременным орошением водой, испаряющейся на поверхности конденсаторов.

Наибольшее применение получили кожухотрубные (вертикальные и горизонтальные), кожухозмеевиковые, элементные, а в последнее время — испарительные конденсаторы.

Горизонтальные кожухотрубные и кожухозмеевиковые конденсаторы состоят из горизонтального кожуха и труб. В трубах протекает охлаждающая вода (последовательно по нескольким группам труб), а в межтрубном пространстве

конденсируется хладагент. Трубы закреплены в двух трубных решетках. Кожух, решетки и трубы аммиачных конденсаторов стальные, крышки чугунные или стальные, сварные. У фреоновых конденсаторов трубы медные или стальные, кожухи и решетки обычно стальные. Медные трубы фреоновых конденсаторов имеют накатные ребра. Чтобы избежать возможного прогиба труб в кожухе устраивают поддерживающие перегородки. Нижнюю часть кожуха иногда оставляют без труб и используют как ресивер для жидкого хладагента.

В кожухозмеевиковых конденсаторах трубы закреплены в одной решетке. Трубы прямые с калачами на концах. Эти конденсаторы применяют при наличии чистой воды преимущественно в фреоновых холодильных установках.

Элементные конденсаторы состоят из нескольких элементов, причем каждый элемент представляет собой горизонтальный кожухотрубный конденсатор небольших размеров. Общая площадь поверхности конденсатора равна сумме площадей поверхности его элементов, смонтированных один над другим в металлическом каркасе, образуют секции. Длина элемента бывает 3 и 5 м. Диаметр кожуха 245X7 мм, диаметр труб 38X3,5 мм. Количество труб в элементе—14. Масса элемента в зависимости от длины составляет 275—300 кг. Площадь теплопередающей поверхности элемента в зависимости от длины — 4 и 6,6 м². Парообразный аммиак поступает в верхний элемент и через штуцеры, которыми соединены элементы, последовательно проходит через все элементы, конденсируется на стенках труб и стекает в ресивер, установленный под конденсатором. Вода подается параллельно во все элементы и проходит в каждом по семи ходам, образованным перегородками в крышках.

Вертикальный кожухотрубный конденсатор состоит из вертикального кожуха, закрытого трубными решетками, в которых укреплены трубы. На трубы надеты насадки, благодаря которым вода стекает по внутренним поверхностям труб пленкой, не заполняя всего сечения труб. Пары хладагента подаются в верхнюю часть кожуха, а жидкий хладагент отводится снизу. На конденсаторе имеется штуцер для удаления воздуха, размещенный в верхней части кожуха, а также патрубки для присоединения манометра, предохранительного клапана, указателей уровня и уравнильной линии от ресивера.

Испарительные конденсаторы типа ИК представляют собой змеевики из труб, собранные на металлоконструкциях из угловой стали и обшитые листовой сталью. Змеевики устанавливаются на металлическом каркасе, в котором размещен поддон для сбора воды. В верхней части конденсатора устанавливают вентилятор, который засасывает наружный воздух через сетчатый фильтр, размещенный в нижней части конденсатора.

Пары хладагента поступают сначала в форконденсатор, где отводится тепло перегрева. Форконденсатор выполнен из оребренных труб. Из форконденсатора пары направляются в змеевики конденсатора, выполненные из гладких труб, где конденсируются. Вода распыляется в форсунках и орошает змеевики. Навстречу воде движется с большой скоростью воздух и отбирает тепло у воды. Воздух с частицами воды поступает в верхнюю часть конденсатора, где установлены отбойные щитки, с помощью которых вода отделяется от воздуха и стекает вниз, а воздух через вентилятор выбрасывается наружу.

Эти конденсаторы используют для аммиака и фреонов и устанавливают как внутри помещений, так и на открытом воздухе. При этом в холодное время года подача воды на конденсатор становится ненужной и конденсатор охлаждается только холодным воздухом.

Кожухотрубные горизонтальные конденсаторы монтируют в помещениях машинных или аппаратных отделений. После проверки комплектности и приемки фундамента (опорной металлоконструкции) приступают к монтажу.

Подставки, на которые устанавливают горизонтальный кожухотрубный конденсатор, должны быть просмолены и покрыты битумом в месте соприкосновения, с аппаратом во избежание коррозии (рис. 5.1.).

Горизонтальность установки конденсатора проверяют уровнем, вертикальность — по отвесу. Положение аппарата в горизонтальной плоскости регулируют с помощью подкладок, устанавливаемых под опорные плоскости. Допускаемые отклонения — 0,5 мм на 1 м длины. Элементы элементных конденсаторов устанавливают снизу вверх, тщательно подготовив соединительные штуцеры и установив прокладки.

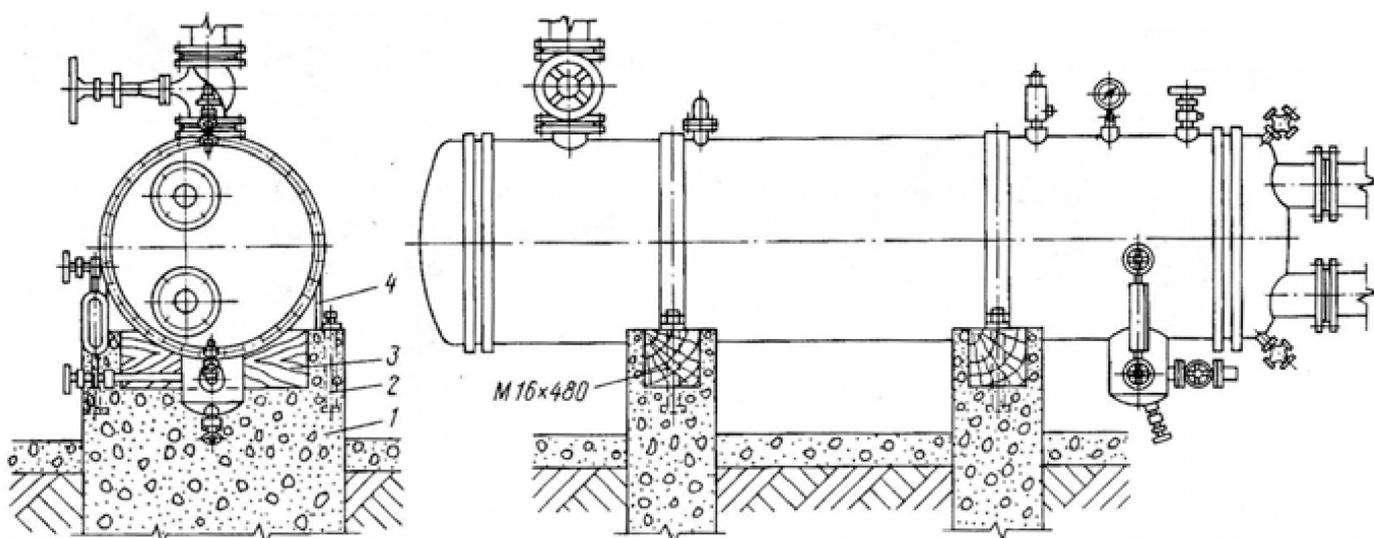


Рис. 5.1. Размещение на фундаменте кожухотрубного конденсатора:

1 - бетонный фундамент; 2 - фундаментный болт; 3 - деревянный брус; 4 - металлический хомут.

При монтаже испарительных конденсаторов необходимо обратить внимание на защиту водяных трубопроводов и насосов от замерзания. Насосы устанавливают в отапливаемых помещениях; трубопроводы прокладывают в земле ниже уровня промерзания грунта.

При монтаже вертикального кожухотрубного конденсатора добиваются строго вертикального положения, необходимого в связи с пленочным стением воды по стенкам труб. После окончания выверки кожухотрубных, элементных и оросительных конденсаторов затягивают фундаментные болты.

Вертикальные кожухотрубные конденсаторы монтируют на открытых площадках. Опираются конденсаторы на балки перекрытия водоприемного резервуара. Установка вертикальных кожухотрубных конденсаторов показана на рис. 5.2. Аппарат доставляют к месту монтажа и поднимают с помощью

автомобильного крана. Перед подъемом конденсатора на его верхних штуцерах и патрубках закрепляют запорную и предохранительную арматуру и водораспределительный коллектор.

Поднятый краном аппарат центрируют относительно фундаментных болтов и опускают на пакеты стальных подкладок фундамента. После размещения аппарата на фундаменте проверяют вертикальность установки с помощью отвесов, располагаемых в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

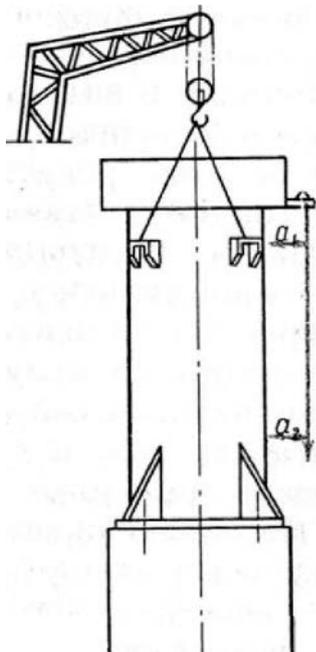


Рис. 5.2. Схема проверки положения вертикального конденсатора

После окончания выверки конденсатора всех типов производят затяжку фундаментных болтов. Затем приступают к ревизии, которая заключается в осмотре внутренней части горизонтального конденсатора при снятых крышках трубной системы, фланцевых уплотнительных поверхностей, штуцеров, вентилей указателя уровня и выпуска масла. Качество вальцовки труб проверяют простукиванием молотком. Если при этом нет характерного дребезжащего звука, то вальцовка признается удовлетворительной. Проверяют также проходимость труб просматриванием их с подсвечиванием с одной стороны светильником.

Конденсаторы, поставляемые опломбированными и заполненными инертным газом под избыточным давлением, ревизии не подвергаются. Кожухотрубные конденсаторы подвергают гидравлическому и пневматическому испытаниям. Гидравлическое испытание трубного пространства на прочность проводят давлением $0,6 \text{ мПа}$ (6 кгс/см^2) в течение 15 мин. Если на манометре за это время не наблюдается падения давления, то аппарат признают выдержавшим испытания. Пневматическому испытанию подвергают межтрубное пространство кожухотрубных аппаратов и трубное пространство оросительных и испарительных конденсаторов. Испытания производят на прочность воздухом под давлением $1,8 \text{ мПа}$ (18 кгс/см^2). Обычно эти испытания проводят в комплексе с другими аппаратами и трубопроводами, размещенными в машинном отделении.

До пуска в работу конденсаторы должны быть технически освидетельствованы в соответствии с «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утвержденных Госгортехнадзором.

5.2. МОНТАЖ ИСПАРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ХЛАДОНОСИТЕЛЕЙ (КОЖУХОТРУБНОГО И ПАНЕЛЬНОГО).

Кожухотрубные горизонтальные испарители поступают на монтажную площадку в собранном виде. Кожухотрубные испарители монтируют в последовательности, аналогичной последовательности монтажа горизонтальных

кожухотрубных конденсаторов. Под опорные плоскости аппарата на фундамент или опорную металлоконструкцию устанавливают деревянные антисептированные прокладки толщиной 150 мм. Обвязочные трубопроводы и запорно-регулирующую арматуру монтируют с учетом толщины тепловой изоляции аппарата.

Открытые панельные испарители поставляют в виде отдельных узлов: бак, панельный испаритель, перемешивающее устройство и отделитель жидкости.

Бак располагают на бетонной подушке. На подушке размещают деревянные антисептированные брусья толщиной, соответствующей толщине изоляции, которую укладывают между брусьями. Поверх изоляции наносят слой расплавленного битума.

Для испытания бака на плотность временно глушат все отверстия и заполняют его до краев водой. После испытания воду сливают, бак приподнимают при помощи самомонтирующегося подъемника (тали или домкратов), из-под него убирают брусья, а затем опускают и устанавливают на основание. Если бак располагают у стены, то до установки на фундамент наносят тепловую изоляцию на стенку бака, которая будет обращена к стене. Горизонтальность установки бака проверяют уровнем. Допускаемое отклонение 0,5 мм на 1 м длины. Поверхность бака изолируют и делают обшивку по наружной поверхности для защиты изоляции от механических повреждений. Схема расположения испарителя на фундаменте показана на рис. 5.3.

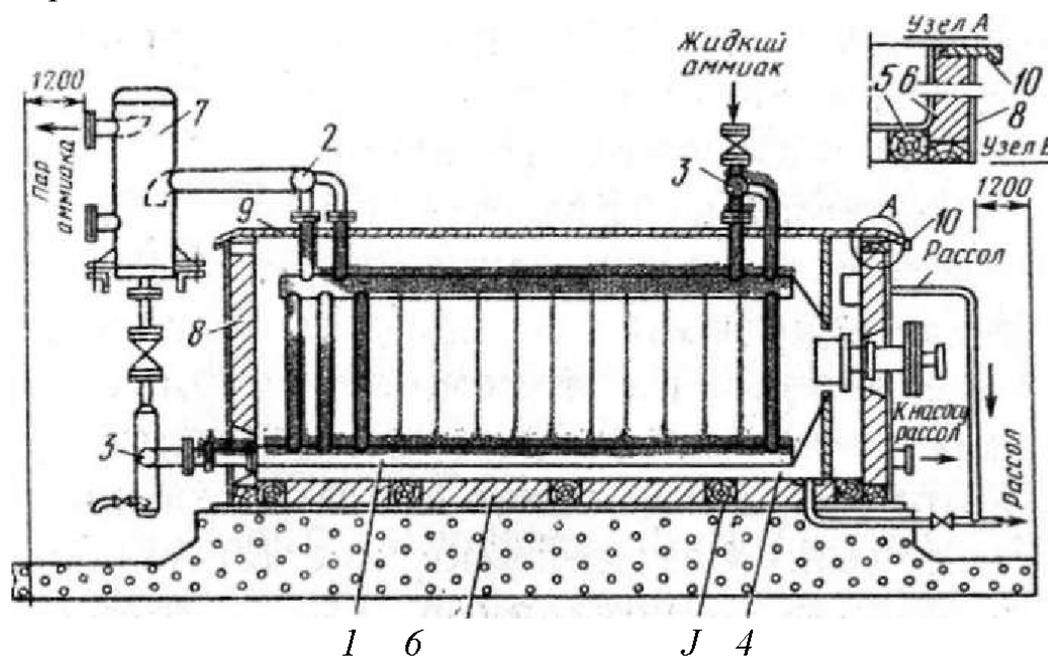


Рис. 5.3. Схема расположения рассольного панельного испарителя:

1— панели испарительные; 2,3 — коллекторы (паровой, жидкостный и маслосборочный); 4— бак для рассола; 5 — деревянные брусья под угольники жесткости бака; 6 — изоляция дна бака; 7 - отделитель жидкости; 8 — обливка бака; 9 - крышка бака; 10 — слезник обшивки изоляции

Бак испарителя может быть выполнен из железобетона. В этом случае перед монтажом испарительных секций проверяют геометрические размеры и испытывают бак, наливая в него воду. Уровень налитой воды не должен понижаться в течение суток.

Панельные секции перед установкой на место испытывают воздухом под давлением 1,2 МПа. Затем при помощи тельфера или самомонтирующегося подъемника, устанавливают в бак поочередно испарительные секции и выводят маслоспускные трубки наружу через отверстия в торцовой стенке. На секции устанавливают коллекторы и запорную арматуру, также монтируют отделитель жидкости. После сборки испарительные секции вновь испытывают воздухом под давлением 1,2 МПа на плотность; при этом бак должен быть залит водой.

Последнее испытание испарительных секций производят обычно вместе с испытаниями других аппаратов и трубопроводов, размещенных в машинном (аппаратном) отделении.

Погружные испарители монтируют аналогично панельным и испытывают давлением инертного газа 1 МПа (в системах с фреоном-12) и 1,6 МПа (в системах с фреоном-22).

5.3. МОНТАЖ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ.

Конструктивно воздухоохладители выполняют напольными (постаментными) и подвесными.

Напольные воздухоохладители (рис. 5.4.) поставляют укомплектованными всеми узлами: поддоном, охлаждающей батареей, кожухом с фланцами для присоединения к вентилятору и воздушным каналам.

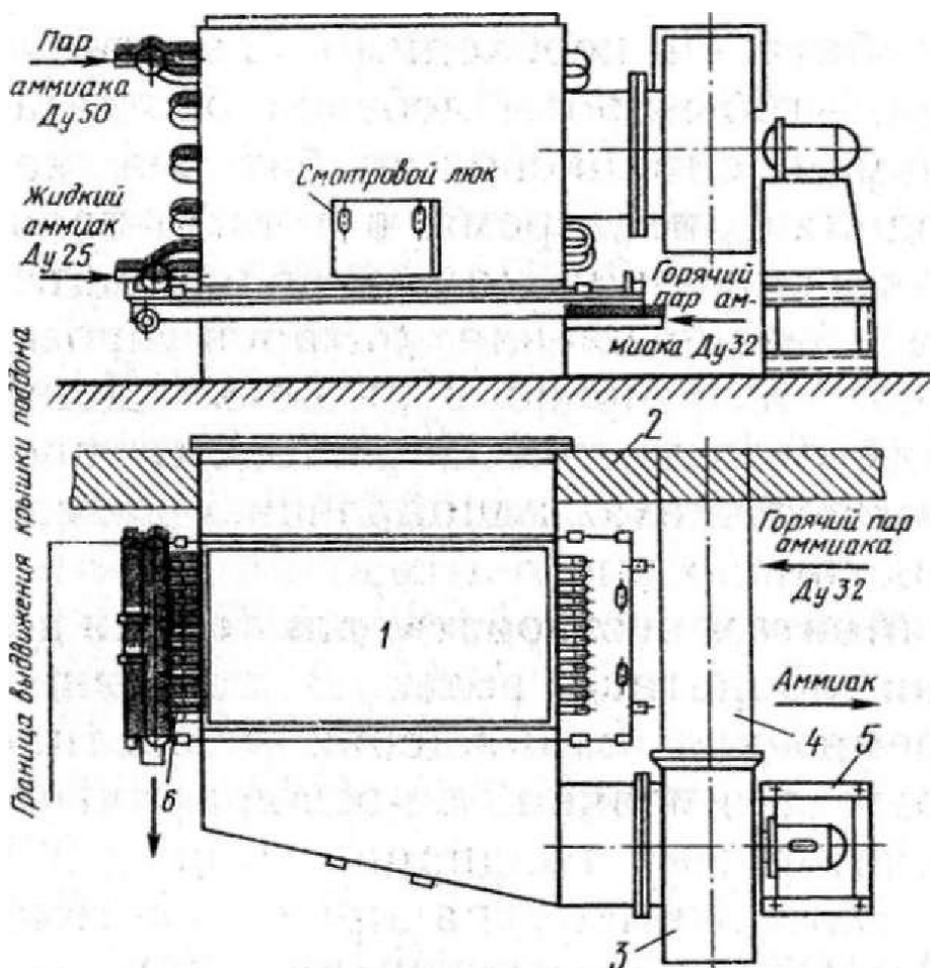


Рис. 5.4. Схема монтажа напольного воздухоохладителя:

1 - кожух; 2 — перегородка камеры; 3 — центробежный вентилятор; 4—воздушный канал; 5 — Электродвигатель; 6 — «калачи» секции.

Перед монтажом напольных воздухоохлаждателей производят приемку основания для них. Подготовка места для установки воздухоохлаждателя аналогична подготовке места для установки панельных испарителей. Особо обращают внимание на наличие отверстия для прокладки дренажного трубопровода и армобетонной стяжки по изоляции.

Монтаж напольных воздухоохлаждателей выполняют поточно-совмещенным способом с помощью стрелового крана (рис. 5.5.).

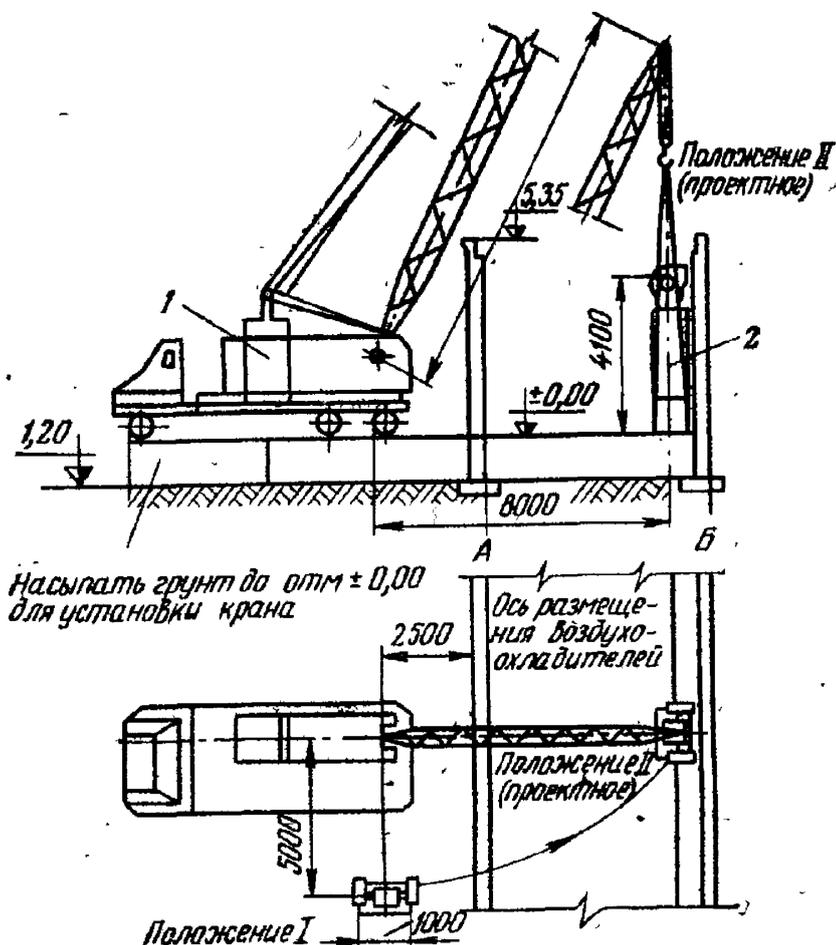


Рис. 5.5. Схема монтажа напольных воздухоохлаждателей поточно-совмещенным способом:

1 — автокран; 2 — напольный воздухоохлаждатель

Дренажный трубопровод прокладывают с уклоном не менее 0,01 в сторону слива в канализационную сеть.

Поддон размещают на площадке и проверяют его на горизонтальность. Затем монтируют охлаждающие батареи. При этом оребренные шланги батарей должны быть горизонтальными, а секции — вертикальными. Блоки батарей подсоединяют к всасывающему и жидкостному трубопроводам. Одновременно монтируют воздушные каналы от воздухоохлаждателя.

Подвесные воздухоохлаждатели поступают на монтаж в собранном виде и испытанные на заводе-изготовителе. Их размещают под потолком камер, крепят к закладным деталям бетонных конструкций (рис.5.6.) или тросами к металлическим конструкциям (рис. 5.7.).

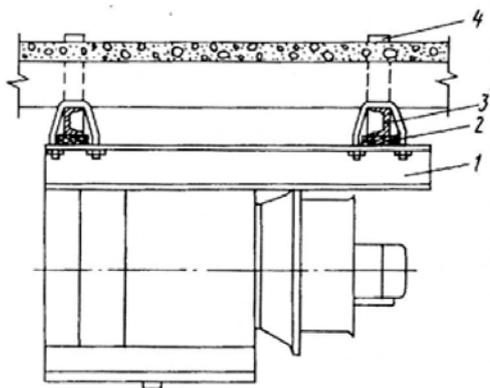


Рис. 5.6. Крепление подвешеного воздухоохладителя к бетонным несущим конструкциям:

1 - балка воздухоохладителя; 2 - деревянная подкладка; 3 - подвесная балка; 4 - закладная деталь.

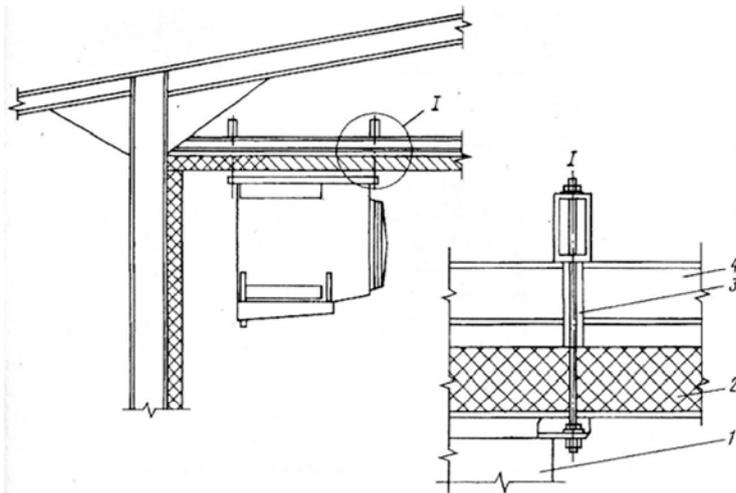


Рис. 5.7. Крепление подвешеного воздухоохладителя к металлическим несущим конструкциям:

1 - балка воздухоохладителя; 2 - панель типа сэндвич; 3 - теплоизолированная тяга; 4 - несущая балка.

Далее их выверяют по высоте и по углу наклона, закрепляют, соединяют с помощью сварки с системой трубопроводов. Затем подводят кабели электропитания и провода системы управления к электродвигателю вентилятора, электрическим нагревателям системы оттаивания и датчикам системы автоматизации. Индивидуальное испытание воздухоохладителя включает обкатку вентилятора и проверку на прочность и герметичность батарей совместно с трубопроводами. Перед обкаткой проверяют наличие смазочного материала в подшипниках электродвигателя, электрическое сопротивление обмоток электродвигателя и электронагревателей, плавность вращения валов, осевое и радиальное биение лопастей, направление вращения. При обкатке контролируют температуру подшипников, уровня шума и вибрации.

Охлаждающие змеевики испытывают внутренним гидравлическим давлением, равным 1,25 максимального рабочего давления, но не менее 0,2 МПа.

При гидравлическом испытании давление выдерживают в течение 20 мин (испытание на прочность), после чего его снижают до рабочего и при этом давлении производят визуальный осмотр трубопровода (испытание на плотность). Результаты гидравлического испытания считаются удовлетворительными, если во время испытания не наблюдают падения по манометру и не обнаруживают течи в соединениях.

5.4. МОНТАЖ ПРИСТЕННЫХ И ПОТОЛОЧНЫХ БАТАРЕЙ.

Потолочные и пристенные батареи в современных холодильных предприятиях, сооружаемых из сборных железобетонных конструкций, подвешивают, как правило, к закладным деталям, заложенным в швы между плитами при сооружении здания. Швы не всегда совпадают с положением батарей, поэтому к закладным деталям

приходится, крепить промежуточные балки. Схемы крепления пристенных и потолочных батарей показаны на рис. 5.8.

Пристенные батареи (см. рис. 5.8, а) размещают вдоль стен, расстояние от стен до оси труб составляет 130—150 мм, от стены до торцевой части труб — не менее 500 мм, от потолка до оси труб — 200—300 мм. Подъем батарей осуществляют с использованием погрузчиков, стрелового грузоподъемного механизма, автокранов. После подъема и закрепления бата рей на кронштейнах их проверяют на горизонтальность (уровнем) и вертикальность (отвесом).

Потолочные батареи обычно размещают на расстоянии 400—500 мм от перекрытия. В камеры батареи доставляют на тележках и размещают их на козлах или на полу вблизи места установки. Монтаж потолочных батарей осуществляют с помощью погрузчиков (на первых этажах зданий), одностоечных подъемников или ручных рычажных лебедок через блоки, закрепленные на закладных деталях (см. рис. 5.8., в).

Перед монтажом потолочных батарей тщательно проверяют правильность установки и качество заделки закладных деталей. При подъеме батарей необходимо следить за тем, чтобы тросы лебедок были натянуты одинаково, а батарея находилась все время в горизонтальном положении. По окончании подъема и закрепления батарей проверяют их горизонтальность. Допустимый уклон 0,002 в сторону, противоположную направлению движения пара хладагента.

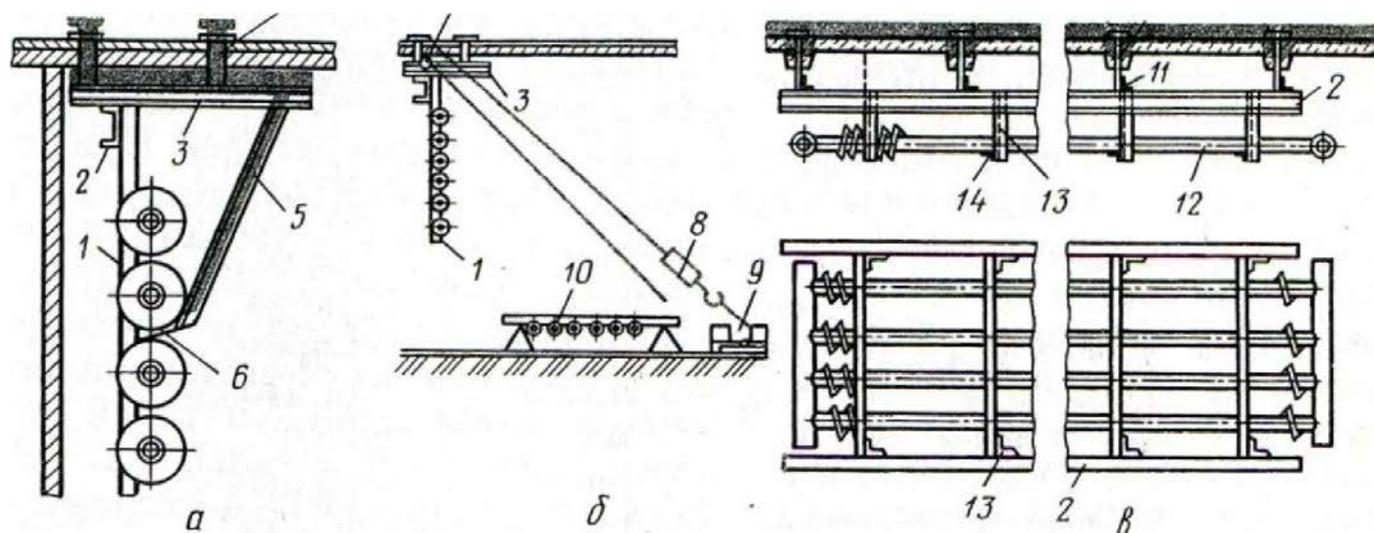


Рис. 5.8. Монтаж пристенной и потолочной батареи:

а — схема установленной пристенной батареи; б — схема монтажа пристенной батареи; в — схема установленной потолочной батареи; 1 — пристенная батарея из оребренных труб; 2 — продольные балки; 3 — поперечные балки; 4 — закладные части; 5 — подкос; 6 — косынки; 7 — монтажный блок; 8 — ручная лебедка; 9 — крепление с грузом; 10 — батарея до ее установки на место; 11 — уголок для крепления продольной балки к закладной части; 12 — оребренная труба батареи; 13 — подвески (уголок); 14 — уголок батареи

5.5. МОНТАЖ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ.

Градирни или охлаждающие пруды наряду с циркуляционными трубопроводами и насосами входят в систему оборотного водоснабжения, в которой вода циркулирует по замкнутому кольцу, охлаждая конденсаторы, компрессоры и переохладители, и перед повторным использованием охлаждается воздухом.

Охлаждающий пруд с форсунками представляет собой искусственный водоем высотой 0,5—1,2 м обычно выполненный из бетона. Над поверхностью пруда из форсунок разбрызгивается вода. В плане пруд имеет вид вытянутого прямоугольника, длинную сторону которого располагают преимущественно перпендикулярно направлению ветров в летний период в данной местности.

Форсунки размещают на высоте 0,6—1,2 м над уровнем воды выходными отверстиями вверх. Расстояние между форсунками 4,2 м, а между коллекторами, на которых монтируют форсунки, — 6—8 м.

Часто такие бассейны устанавливают над оросительными конденсаторами или на крыше производственного здания. В этих случаях для уменьшения уноса воды их защищают легкими жалюзийными ограждениями высотой 3,0—3,5 м с небольшим уклоном в сторону бассейна.

Коллекторы монтируют на бетонных или деревянных столбиках с уклоном в сторону тупиков не менее 1%. В тупиках устанавливаю заглушки с отверстием 10—15 мм, что обеспечивает постоянную промывку труб и предохраняет от замерзания воды в трубах в зимнее время.

Форсунки представляют собой чугунные или пластмассовые центробежные сопла тангенциального типа диаметром 16—22 мм. При диаметре трубопровода 40 мм и сопел 20 мм производительность форсунки составляет 5—6 м³/ч.

В настоящее время для охлаждения оборотной воды применяют в основном вентиляторные градирни и пленочные градирни.

Открытая брызгальная градирня представляет собой небольшой бассейн, огражденный стенками из жалюзийных решеток на высоте от 2 до 4 м. Высота поддона — 0,5 м. Сопла размещают в верхней части градирни на высоте до 4 м над уровнем воды отверстиями вниз. Воздух движется под действием силы ветра. Малые градирни площадью до 6 м² выполняют квадратными. Сопла для малых градирен могут иметь отверстия диаметром 5—6 мм.

Открытые капельные градирни применяют на крупных холодильных установках. Они представляют собой башню высотой 8—12 м, окруженную жалюзийной решеткой по периметру водосборного поддона. Воду подают в верхнюю часть башни в водораспределительное устройство, состоящее из желобов с треугольными вырезами в стенках, или из желобов с трубами, сваренными в днища. Из водораспределительного устройства воду направляют на орошаемую поверхность, которую обычно выполняют из брусков или досок, расположенных в 10—12 ярусов. Расстояние между ярусами 0,6—0,9 м; вода вытекает из распределительного устройства, попадает на орошаемую поверхность, выполненную из брусков, и многократно разбрызгивается. При этом меняются скорость и направление движения капель воды.

При монтаже градирен такого типа водораспределительные желоба устанавливают так, чтобы вода равномерно вытекала из всех вырезов.

Вентиляторные градирни отличаются большой компактностью и, кроме того, их работа не зависит от силы ветра. Корпус и поддон градирни выполняют из стали или бетона. В верхней части башни монтируют осевой вентилятор, который создает движение воздуха со скоростью до 25 м/с. Вода разбрызгивается из форсунок и охлаждается встречным потоком воздуха. Для уменьшения уноса воды с воздухом перед вентилятором устанавливают отражатели из оцинкованной стали. Градирни такого типа бывают также с орошаемой поверхностью, выполненной из деревянных брусков, установленных под желобчатым распределительным устройством.

Особое внимание уделяют монтажу вентиляторов. Крупные вентиляторы поступают на монтажную площадку в частично разобранном виде. Сборку производят до подъема вентилятора на каркас градирни строго по маркировке, указанной на узлах вентилятора, с помощью болтов из коррозионно-стойкой стали, входящей в комплект поставки. Затем проверяют зазор между патрубком и наружными кромками лопастей, который должен быть в пределах 15 мм. Зазор регулируют с помощью регулировочных винтов. Подъем и установку вентиляторов производят стреловым краном. После установки проверяют на горизонтальность, а затем крепят вентилятор к каркасу градирни. Вентилятор прокручивают вручную, а затем обкатывают в течение 2 ч.

Пленочные градирни поступают на монтаж полностью собранными. Монтаж заключается в установке градирни на фундамент, проверке ее положения на горизонтальность и подключения к системе трубопроводов. При опробовании градирни после монтажа необходимо обратить внимание на равномерность орошения водой насадки из полихлорвиниловых пластин и при необходимости отрегулировать, изменяя положение форсунок.

ГЛАВА 6. МОНТАЖ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

6.8. МОНТАЖ РЕСИВЕРОВ.

6.9. МОНТАЖ МАСЛООТДЕЛИТЕЛЕЙ И МАСЛОСБОРНИКОВ.

6.10. МОНТАЖ ОТДЕЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ.

6.11. МОНТАЖ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СОСУДОВ.

6.12. МОНТАЖ ВОЗДУХООТДЕЛИТЕЛЕЙ.

6.13. МОНТАЖ НАСОСОВ.

6.14. МОНТАЖ ВЕНТИЛЯТОРОВ.

6.1. МОНТАЖ РЕСИВЕРОВ.

Ресиверы предназначены для создания запаса жидкого хладагента, компенсирующего заполнение конденсаторов и испарителя при разных режимах работы и создающего условия для надежной и длительной работы установки.

Эти ресиверы называются линейными. В холодильных установках с непосредственным охлаждением кроме линейных применяют также дренажные

ресиверы, куда временно сливают жидкий холодильный агент (например, при оттаивании батарей), и циркуляционные, применяемые в насосных схемах.

Линейные ресиверы включают в схему на стороне высокого давления и монтируют обычно под конденсатором. В этом случае прокладывают уравнильный трубопровод, соединяющий паровые пространства конденсатора и ресивера; при этом хладагент сливается в ресивер самотеком.

В агрегатированных фреоновых установках ресивер устанавливают выше конденсатора. При этом уравнильную паровую линию не прокладывают и фреон поступает в ресивер пульсирующим потоком по мере заполнения конденсатора. На линейных ресиверах устанавливают воздухоотделитель. В установках, где нет автоматического воздухоотделения, включение его в схему обязательно. На ресиверах монтируют штуцеры для указателя уровня и выпуска масла, а также для установки предохранительного клапана и манометра, которые обязательны для холодильных установок, заполненных аммиаком в количестве более 60 кг и фреоном более 30 кг.

На дренажных и циркуляционных ресиверах размещают штуцера для установки дистанционных указателей уровня, а на циркуляционных ресиверах, кроме того, для установки регуляторов уровня. Конструктивно ресиверы выполняют в виде горизонтальных или вертикальных стальных сварных сосудов. Техническая характеристика аммиачных линейных горизонтальных, дренажных горизонтальных и дренажных вертикальных циркуляционных ресиверов.

Ресиверы монтируют на фундаментах, опирая на фундамент сферическую часть либо опорные лапы. В первом случае, если фундамент прямоугольный, под ресивер укладывают деревянные брусья с соответствующими сферическими вырезами, закрепляя их на фундаменте хомутами из полосовой стали. Аппараты, имеющие опорные лапы выверяют, используя в основном пакеты металлических подкладок, и бетон под опорные лапы не подливают (рис. 6.1.).

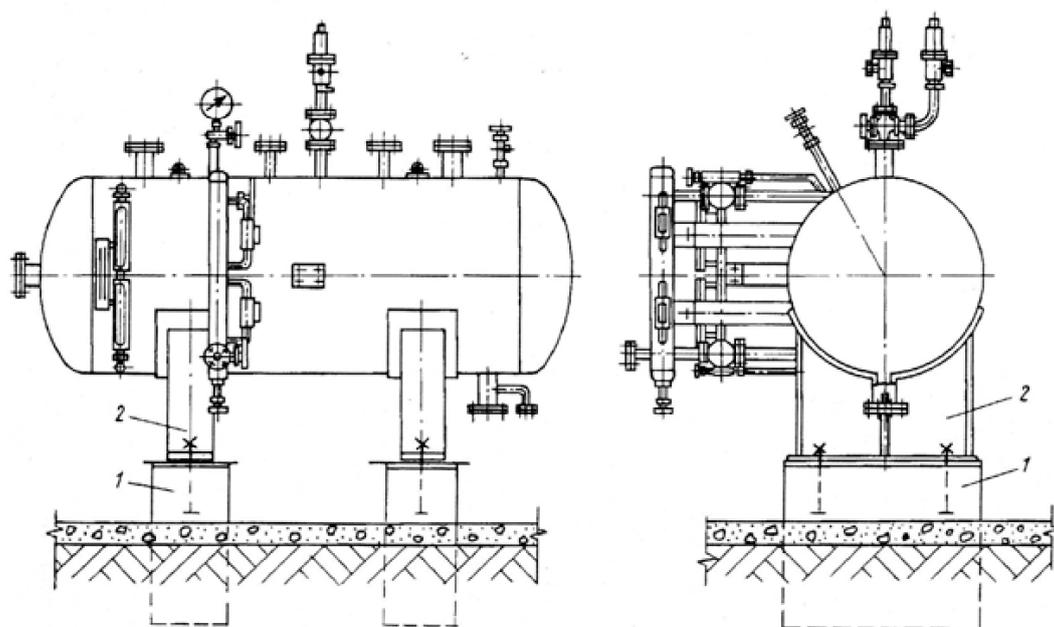


Рис. 6.1. Размещение на фундаменте линейного ресивера:
1 - бетонный фундамент; 2 - металлическая опорная стойка.

Линейные ресиверы не изолируют, а циркуляционные и дренажные изолируют. Поэтому при монтаже циркуляционных и дренажных ресиверов следует соблюдать условия, аналогичные условиям монтажа испарителей.

Эти аппараты опираются на деревянные (из твердых пород) подкладки 2 высотой не менее толщины теплоизоляции (рис. 6.2).

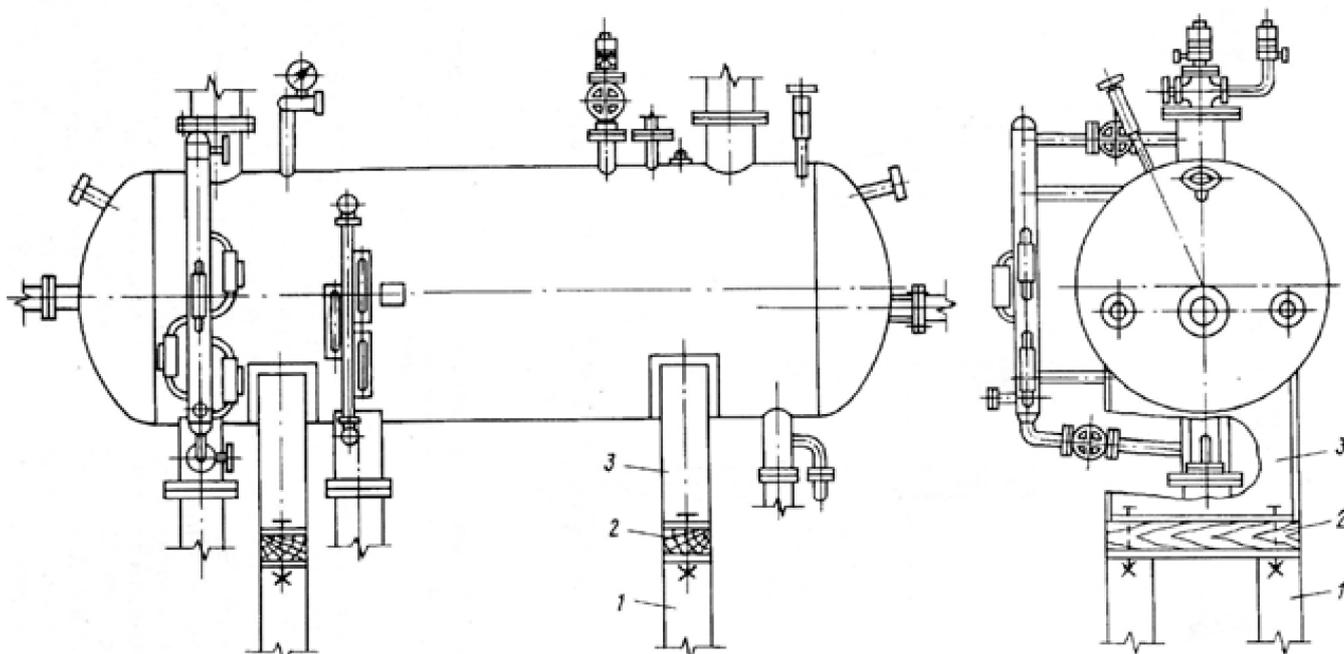


Рис. 6.2. Размещение на фундаменте циркуляционного ресивера:

1 - металлическая опорная конструкция; 2 - деревянная подкладка; 3 - металлическая опорная стойка.

Положение ресиверов регулируют, устанавливая металлические подкладки под опорные плоскости. Отклонение от горизонтали не должно превышать 0,5 мм на 1 м длины, а по высоте ± 2 мм. После выверки аппараты закрепляют с помощью фундаментных болтов при наличии опорных лап и стоек или посредством металлических хомутов и фундаментных болтов, если нет опорных баз. К выверенному и закрепленному ресиверу возводят лестницы, площадки для технического обслуживания, если это предусмотрено проектом, устанавливают запорно-регулирующую арматуру и приборы автоматики, затем соединяют с технологическими трубопроводами и готовят к испытаниям, которые проводят совместно с испытаниями других аппаратов, размещенных в машинном отделении. При этом линейные ресиверы испытывают давлением 1,8 МПа, а дренажные и циркуляционные — 1,2 МПа.

6.2. МОНТАЖ МАСЛООТДЕЛИТЕЛЕЙ И МАСЛОСБОРНИКОВ.

Маслоотделители предназначены для улавливания масла, уносимого холодильным агентом из компрессора в виде капель или пара. Наиболее распространены пустотелые и барботажные маслоотделители. В пустотелых маслоотделителях отделение масла происходит благодаря резкому уменьшению скорости паров (до 0,7—1 м/с) и изменению направления его движения (в них отделяется лишь от 50 до 65% масла, уносимого парами).

В барботажных маслоотделителях пары, несущие частицы масла, пропускают через слой жидкого хладагента, непрерывно пополняемого хладагентом из ресивера или конденсатора. При этом не только конденсируется парообразное масло, но и задерживаются в слое жидкости самые малые его частицы. В таких аппаратах удается отделить 95—97% масла. Техническая характеристика аммиачных барботажных маслоотделителей ОММ приведена в табл. IX—5. Маслоотделитель монтируют на фундаменте, бетонном полу или опорной металлической конструкции на нагнетательной стороне холодильной установки. Положение аппарата тщательно регулируют, устанавливая подкладки под опорные плоскости. Разность отметок проверяют гидростатическим уровнем.

При монтаже барботажного маслоотделителя его устанавливают таким образом, чтобы выходное отверстие патрубка, через который парообразный аммиак подается в маслоотделитель, находилось на 125—150 мм ниже уровня жидкости в аппарате. Для этого маслоотделитель располагают так, чтобы бобышка, приваренная на корпусе, была на 150—200 мм ниже штуцера выхода жидкости из конденсатора или ресивера. После выверки затягивают фундаментные болты (при установке на фундаменте) и производят подливку фундамента. При монтаже маслоотделителей такого типа обратный клапан устанавливают до маслоотделителя на вертикальном участке трубопровода, по которому транспортируется парообразный аммиак снизу вверх. Аппарат испытывают на плотность сжатым воздухом под давлением 1,8 МПа.

Маслосборники применяют для слива масла из маслоотделителя или других аппаратов. Из маслосборника масло выпускают при давлении, сниженном почти до атмосферного. Для этого перед выпуском масла аппарат отключают от линии высокого давления и соединяют со всасывающей стороной. Понижение давления наблюдают по манометру, установленному на маслосборнике, и при давлении несколько выше атмосферного начинают выпуск масла.

Маслосборники устанавливают непосредственно на полу, на бетонном основании или на металлической подставке и прикрепляют к фундаменту болтами. При монтаже проверяют запорные вентили, установленные на аппарате, и особенно автоматический вентиль, через который выпускается масло, подводят трубопроводы, устанавливают мановакуумметр и испытывают воздухом под давлением 1,8 МПа.

6.3. МОНТАЖ ОТДЕЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ.

Отделители жидкого аммиака предназначены для улавливания капель жидкого аммиака» уносимых парами из испарительной системы, и служат для защиты компрессора от попадания жидких частиц в цилиндры, т. е, обеспечивают работу компрессора «сухим ходом». Вследствие резкого изменения скорости (до 0,5 м/с) и направления движения капли хладагента падают на дно отделителя жидкости. Отделитель жидкости представляет собой вертикальный стальной сварной сосуд со штуцерами, для подачи аммиака от регулирующей станции, направления его в батареи холодильных камер, поступления влажных паров из испарительной системы и отсасывания сухих паров компрессором, а также подключения указателей уровня. В нижней части отделителя имеется отстойник для масла и маслоспускной вентиль. Отделитель жидкости имеет лапы для установки на опоры.

В нижней части отделителей жидкости типа ОЖ^М в отличие от отделителей типа ОЖ^Г имеется змеевик с двумя патрубками, выведенными наружу для подвода горячих аммиачных паров, необходимых для лучшего удаления масла из аппарата.

Отделители жидкости устанавливают на всасывающей линии компрессора в зависимости от принятой схемы: либо в самой верхней точке здания, либо в машинном отделении. При монтаже отделителя жидкости между опорными лапами и строительными конструкциями устанавливают деревянные антисептированные прокладки толщиной 50 мм. Тщательно проверяют высотные отметки установки отделителя. Допускаемые отклонения по высоте ± 2 мм. Отделители жидкости подлежат тепловой изоляции, а поэтому расстояния в свету между ограждениями, трубопроводами и аппаратом должны быть не менее 250 мм. Аппараты испытывают на плотность давлением 1,2 МПа.

6.4. МОНТАЖ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СОСУДОВ.

Промежуточные сосуды применяют в двухступенчатых холодильных машинах для охлаждения перегретых паров хладагента, нагнетаемых компрессором низкого давления. Одновременно в аппарате переохлаждается жидкость перед регулирующим вентилем и отделяется масло, уносимое парами из компрессора низкого давления.

Наиболее распространены промежуточные сосуды: горизонтальные без змеевика и. вертикальные со змеевиком. В промежуточном сосуде без змеевика пар охлаждается в результате контакта с жидким хладагентом, подаваемым во входную паровую трубу, и прохождения пара через слой жидкости в сосуде. При этом отделяется масло. Чтобы предотвратить унос капель жидкости паром, к центральной трубе, по которой подводится пар, приваривают конусные перфорированные колпаки.

В промежуточных сосудах со змеевиком только небольшая часть жидкости поступает в корпус аппарата, а основная часть проходит через змеевик, переохлаждается и незагрязненная направляется через регулирующий вентиль в испаритель. Промежуточный сосуд со змеевиком представляет собой вертикальный сварной цилиндр с несколькими штуцерами.

Промежуточные сосуды монтируют в машинном отделении на бетонном фундаменте. Положение аппарата регулируют, устанавливая металлические подкладки под опорные плоскости. Правильность установки проверяют отвесом и уровнем. Последний укладывают на верхний фланец аппарата. Промежуточный сосуд изолируют, поэтому при монтаже его соблюдают правила, аналогичные правилам при монтаже отделителей жидкости. Аппарат испытывают на плотность давлением 1,8 МПа.

6.5. МОНТАЖ ВОЗДУХООТДЕЛИТЕЛЕЙ.

Воздухоотделители предназначены для удаления воздуха из системы, являющегося вредной примесью. Наиболее распространенный воздухоотделитель системы Ш. Н. Кобулашвили, представляет собой четырехтрубную конструкцию

типа труба в трубе. Первая (наибольшая) труба имеет диаметр 108X4 мм, а четвертая (наименьшая) —38X3 мм. Длина воздухоотделителя 1530 мм.

Смесь паров хладагента и воздуха из ресивера или конденсатора проходит в кольцевом пространстве между первой и второй и между третьей и четвертой трубами, а хладагент кипит в четвертой трубе и в сообщающемся с ней пространстве между второй и третьей - трубами. Сконденсировавшийся хладагент собирается в первой трубе, откуда его периодически перепускают по перепускной трубке в четвертую трубу; воздух выпускают из пространства между третьей и четвертой трубами.

Пространство между второй и третьей трубами соединяется трубопроводом с испарительной системой, и через эту систему из воздухоотделителя отсасывается пар.

На таком же принципе основано действие автоматических воздухоотделителей конструкции Ш. Н. Кобулашвили, которые включают в схемы всех аммиачных холодильных установок.

Корпус воздухоотделителя состоит из двух концентрично расположенных сосудов. Во внутреннем сосуде находятся два змеевика, погруженные в жидкий аммиак. Внешний сосуд заключен в кожух, заполненный теплоизоляционным материалом. Воздушно-аммиачная смесь проходит последовательно первый змеевик, между стенками сосудов, по трубке во второй змеевик и по выводной трубе к бачку с водой. На всех участках этого пути из смеси конденсируется аммиак, накапливающийся в нижней части внешнего сосуда. При этом в смеси остается почти чистый воздух.

Для предотвращения выхода аммиака в бачок с водой процесс выпуска предусмотрен периодическим и управляется автоматически с помощью приборов — поплавкового реле уровня и соленоидного вентиля. По мере накопления воздуха в пространстве между сосудами, уровень жидкости в нем и реле опускаются и в определенный момент реле подает напряжение на катушку соленоидного вентиля, через который начинается выпуск воздуха.

Воздухоотделители монтируют в машинном отделении в вертикальном положении и крепят четырьмя болтами к предварительно заделанным в стену кронштейнам из угловой или полосовой стали.

Воздухоотделители устанавливают так, чтобы горизонтальная труба с вентилем находилась выше столба жидкости в линейном ресивере на 150—200 мм. Жидкостные трубки, идущие от коллектора регулирующей станции к воздухоотделителю, должны быть с минимальным количеством изгибов. К всасывающему трубопроводу воздухоотделитель подключают до отделителя жидкости, работающего на самую низкую температуру кипения хладагента. По окончании монтажа воздухоотделителя все три места подключения его к системе проверяют на плотность сжатым воздухом под давлением 1,2 МПа.

6.6. МОНТАЖ НАСОСОВ.

Для перекачивания жидкого аммиака в насосно-циркуляционных схемах применяют герметичные бессальниковые аммиачные насосы. Наибольшее

распространение получили центробежные горизонтальные одноступенчатые насосы марок ЗЦ и ЦНГ. Насос монтируется заводом-изготовителем на общей чугунной фундаментной плите совместно с электродвигателем. Крутящий момент от вала электродвигателя на вал насоса передается через упругую муфту.

Насос доставляют к месту монтажа механизированным способом и устанавливают на фундаменте в строгом соответствии с проектной высотной отметкой (обязательно ниже ресивера). Установочный чертеж аммиачных центробежных насосов марки ЗЦ-4 и ЗЦ-4А изображен на рис. 6.3.

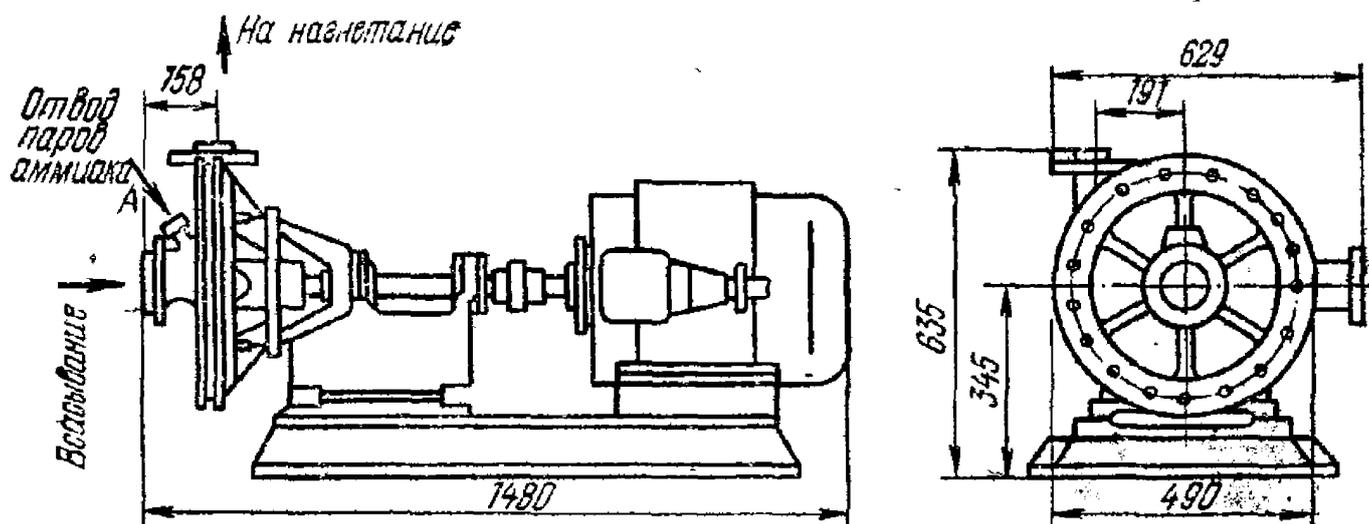


Рис. 6.3. Установочный чертеж аммиачных центробежных насосов марки ЗЦ-4 и ЗЦ-4А

Вал насоса должен находиться в строго горизонтальном положении. При монтаже обвязочных трубопроводов производят ревизию вентилях, устанавливаемых на всасывающей и напорных линиях, а также добиваются герметичности фланцевых (особенно на всасывающей линии) и резьбовых соединений при подсоединении трубопровода для отвода парообразного аммиака. Перед обкаткой насоса проверяют центровку его с электродвигателем и состояние деталей торцового уплотнения. Пуск насоса производят при закрытом вентиле на напорном трубопроводе и полностью открытом вентиле на всасывающем трубопроводе для заполнения насоса жидкостью. Переход к рабочему режиму работы насоса осуществляют постепенным открытием вентиля на напорном трубопроводе.

Для обеспечения циркуляции рассола или ледяной воды, а также воды, потребной для охлаждения цилиндров компрессоров, паров холодильного агента в конденсаторах и переохладения жидкого аммиака в противоточных переохладителях применяют одноступенчатые центробежные насосы консольного типа с рабочим колесом одностороннего входа. Установочный чертеж центробежного насоса типа К приведен на рис. 6.4.

Консольные насосы доставляют к фундаментам с помощью электропогрузчиков и устанавливают на фундаменты строго горизонтально. Горизонтальность проверяют уровнем, уложенным на плите особенно на всасывающей стороне, должны быть полностью герметичны.

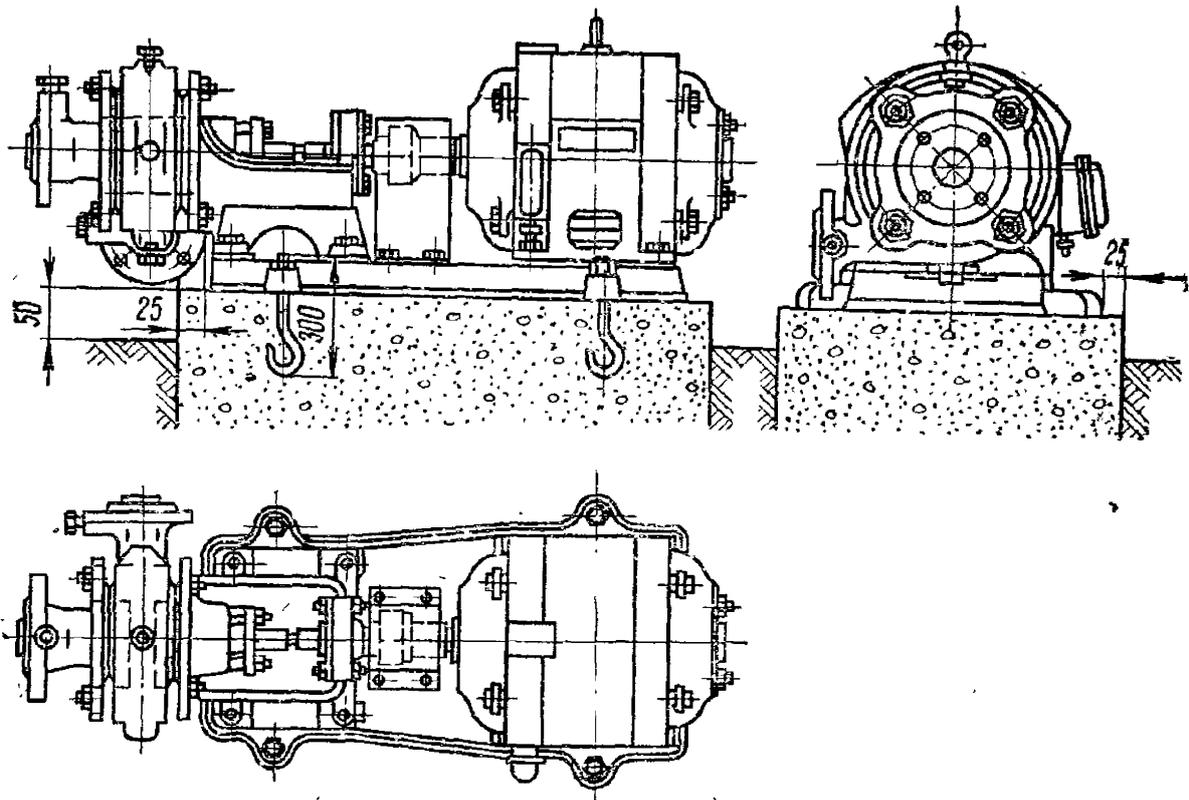


Рис. 6.4. Установочный чертеж центробежного насоса типа К

При осмотре насоса перед пуском проверяют наличие масла в корпусе подшипников, отсутствие заеданий в насосе путем проворачивания за муфту, а также состояние сальника. Последний должен быть тщательно набит и равномерно слабо подтянут. Чрезмерно подтянутый сальник быстро нагревается и повышает расход электроэнергии. Затем закрывают вентиль на нагнетательном трубопроводе, заливают всасывающий трубопровод и корпус насоса жидкостью и включают электродвигатель.

По достижении полного числа оборотов насосом медленно открывают вентиль на нагнетательном трубопроводе. Во избежание перегрева не рекомендуется долго работать при закрытом вентиле.

6.7. МОНТАЖ ВЕНТИЛЯТОРОВ.

Для перемещения охлажденного в воздухоохладителях воздуха применяются центробежные вентиляторы типа Ц4-70.

Вентилятор состоит из следующих основных узлов: станины, кожуха, колеса, коллектора и электродвигателя.

Перемещение воздуха достигается за счет передачи ему энергии вращения рабочего колеса, непосредственно насаженного на вал электродвигателя. Вентиляторы к месту монтажа доставляют и устанавливают на фундамент (виброоснование) с помощью авто- или электропогрузчика.

Горизонтальность выверяют по уровню. Вал электродвигателя должен быть расположен строго горизонтально. После проверки правильности установки вентилятора и обтяжка гаек анкерных болтов производят испытание на холостом

ходу. Перед пуском вентилятора проверяют исправность ротора, привода и всех креплений, а также отсутствие посторонних предметов во всасывающем воздухопроводе

Во избежание перегрузок электродвигателя запуск вентилятора производят с закрытым входным отверстием на 70%. Вентилятор пускают при закрытых шиберях в системе. При работе следят, чтобы не возникало вибрации вентилятора. Возможны следующие причины вибр.ации:

- ✓ ослабли крепления корпуса и опор — их нужно подтянуть, заменить изношенные;
- ✓ деформировано или имеет другие неисправности рабочее колесо, в связи с чем необходимы его ремонт и балансировка.

Нормальная работа вентилятора обеспечивается, если правильно проведен монтаж его и соблюдены допуски при сборке на заводе-изготовителе:

- ✓ кольцевой зазор между валом и боковыми стенками корпусов подшипников не превышает 1 мм для всех номеров вентиляторов;
- ✓ зазор между патрубком и рабочим колесом не превышает 0,01 диаметра рабочего колеса;
- ✓ величина вибрации (биения) колеса, замеренная на внешних кромках дисков, не превышает: для вентиляторов № 2—6—1,5 мм в радиальном направлении и 2 мм в осевом направлении; для вентиляторов № 7—8—3 мм в радиальном и 5 мм в осевом направлении.

Вентиляторы для градирен серии ВГ предназначены для отсасывания воздуха и пара из градирен с искусственной тягой.

Вентилятор состоит из рабочего колеса, привода, стационарных аэродинамических элементов и опорной металлоконструкции. Привод вентилятора осуществляется от фланцевого электродвигателя через вертикальный планетарный редуктор с передаточным числом 3,88. Вентиляторы поставляют в частично разобранном виде. Укрупнительную сборку производят до подъема вентилятора на каркас градирни.

Сборку выполняют строго по маркировке, указанной на узлах вентилятора, при помощи болтов из нержавеющей стали, входящих в комплект поставки. Сначала собирают четыре фермы, соединяя их друг с другом внизу квадратными плитами, а сверху трубчатыми связями. Затем проверяют зазор между средним патрубком и наружными кромками лопастей, который должен быть в пределах 15 мм.

Несоосность устраняют в первую очередь путем взаимного перемещения патрубка и крестовины в отверстиях для болтов, а в случае деформации каркаса при транспортировке — с помощью регулировочных болтов. Максимальное смещение листов среднего патрубка относительно внутренних кромок коллектора и диффузора не должно превышать 2 мм. Регулировку производят при снятых листах с помощью регулировочных винтов. Для первоначального заполнения редуктора конец шланга с воронкой, вложенной в бачок, приподнимают на 0,5 м и наливают в воронку масло до тех пор, пока не появится постоянная струя масла у выхода из второго шланга, опущенного в бачок. Затем воронку вкладывают обратно в бачок. Для того чтобы убедиться в свободном вращении рабочего колеса, поворачивают колесо вентилятора на несколько оборотов вручную.

Подъем и установку вентилятора в проектное положение производят при помощи стрелового крана. Горизонтальность проверяют с точностью до 2 мм, а затем крепят опорный каркас вентилятора к каркасу градирни. После прокручивания от руки обкатывают вентилятор в течение 2 ч. При обкатке проверяют направление вращения вентилятора. Он должен вращаться против часовой стрелки, если смотреть сверху.

ГЛАВА 7. МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ.

7.5. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТРУБОПРОВОДАХ.

7.6. СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ. ПРОКЛАДОЧНЫЕ И НАБИВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

7.7. РАЗМЕТКА ТРУБОПРОВОДОВ.

7.8. СБОРКА ТРУБОПРОВОДОВ.

7.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТРУБОПРОВОДАХ.

Трубопроводы холодильных установок состоят из труб, деталей трубопроводов (отводы, тройники, калачи, заглушки и т. д.), запорной и регулирующей арматуры (вентили, задвижки, предохранительные клапаны и др.), соединений (сварных, резьбовых, фланцевых), опор и подвесок, крепежа (болты, шпильки, гайки, шайбы) и прокладок. В зависимости от назначения трубопроводы делятся на технологические и санитарно-технические.

В зависимости от места расположения технологические трубопроводы подразделяют на внутрицеховые и межцеховые. Внутрицеховые трубопроводы соединяют между собой машины и аппараты в пределах одной установки или цеха. Они обычно имеют сложную конфигурацию и множество деталей, арматуры и сварных соединений, что значительно усложняет их монтаж. Межцеховые трубы характеризуются большой длиной прямых участков и небольшим количеством деталей и арматуры, что упрощает их монтаж.

В зависимости от рабочих условий трубопроводы разделены на пять категорий. Трубопроводы, по которым циркулируют аммиак, бутан, этан, этилен и пропилен, независимо от давления и температуры относятся к I категории; хладоны — ко II категории; водно-аммиачные растворы концентрацией до 40 % — к III категории, от 40 до 60 % — ко II категории, выше 60 % — к I категории; водяной пар и горячая вода с рабочим давлением 1,6 МПа и $t = 250$ °С — к IV категории; вода и хладоносители — к V категории; трубопроводы хладагентов, соединяющие предохранительные клапаны с атмосферой, — к IV категории.

При изготовлении и монтаже трубопроводов различных категорий предъявляют разные требования к точности изготовления, контролю за сварными швами, испытаниям и др.

При монтаже трубопроводов принята терминология:

линия — участок трубопровода, связывающий аппараты с одинаковыми параметрами;

деталь — часть трубопровода, не имеющая разъемных соединений;

элемент — сварная деталь трубопровода, не имеющая разъемных соединений;

узел — часть трубопровода, состоящая из нескольких элементов и деталей в сборе (узлы могут быть плоские, расположенные в нескольких плоскостях);

блок — часть трубопровода в сборе, обычно состоит из нескольких узлов с арматурой.

Основными характеристиками трубопроводов являются: наружный диаметр, толщина стенки, условный проход, условное, пробное и рабочее давление.

Условный проход D_y — номинальный внутренний диаметр изделия. Так, трубопровод с условным проходом 100 мм обозначается $D_y=100$.

Условное давление p_y — это давление, которое должны выдерживать трубы при температуре среды от 0 до 200 °С.

Пробное давление p_n — давление, при котором арматура и трубопроводы подвергаются гидравлическим испытаниям на прочность.

Рабочее давление $p_{\text{раб}}$ — номинальное давление в трубопроводе во время его эксплуатации.

Монтажом трубопроводов называют сборку и соединение составных частей трубопровода и установку их в проектное положение. Монтаж технологических трубопроводов является своеобразным производственным процессом со своими особенностями и приемами работ. Весь процесс монтажа трубопроводов состоит из трубозаготовительных и сборочных работ. К трубозаготовительным работам относятся приемка, резка, правка, обработка концов, гибка труб, изготовление деталей и опорных конструкций и сборка узлов трубопроводов; к сборочным работам — укрупнение узлов трубопроводов на монтажной площадке в блоки, установка готовых частей, узлов и блоков в проектное положение и закрепление их.

Бесшовные стальные трубы (горячекатаные, холоднокатаные и холоднокатаные) применяют при устройстве кислотопроводов, щелочепроводов, воздухопроводов и линий инертных газов (при давлении свыше 1,5 МПа и т. п.), трубопроводов, транспортирующих огне- и взрывоопасные продукты, и трубопроводов высокого давления.

Сварные водопроводные (газовые) трубы изготавливают печной сваркой; неоцинкованными (черными) и оцинкованными; обыкновенными, усиленными и облегченными; без резьбы, с гладкими концами под сварку или под резьбу и с цилиндрической или конической резьбой по требованию потребителя. Трубы применяют для устройства внутрицехового водопровода, отопительных трубопроводов, линий сжатого воздуха. Газовые трубы не применяют для изготовления трубопроводов, транспортирующих огне- и взрывоопасные, а также ядовитые среды. Обыкновенные трубы рассчитаны на работу при условном давлении до 1 МПа. Усиленные трубы отличаются от обыкновенных большей толщиной стенок. Предельная допускаемая температура для газовых труб составляет 175 °С.

Газовые трубы изготавливают диаметром условного прохода до 150 мм и длиной от 4 до 8 м. Трубы поставляют, как правило, без резьбы и муфт. Трубы диаметром условного прохода более 70 мм поставляют со скошенными кромками. По требованию потребителя трубы могут поставляться с конической или цилиндрической резьбой на обоих концах и муфтами с той же резьбой (из расчета

одна муфта на каждую трубу). Если трубы с диаметром условного прохода свыше 50 мм предназначены под сварку, их поставляют облегченными, с толщиной стенок, на 0,75 мм меньше предусмотренной стандартом.

Медные трубы должны выдерживать гидравлическое испытание давлением 5 МПа, соединяют пайкой и сваркой.

7.2. СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ. ПРОКЛАДОЧНЫЕ И НАБИВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. АРМАТУРА.

Соединения труб бывают разъемными и неразъемными. Неразъемные соединения обычно сварные. Для сварки элементов, состоящих из труб и деталей диаметром до 89 мм, можно применять ручную газовую сварку, для труб больших диаметров или с толщиной стенки более 3 мм — только электродугую (ручная полуавтоматическая и автоматическая). К сварке и прихватке элементов и узлов трубопроводов I, II, III и IV категорий допускаются сварщики, имеющие удостоверение на право ведения таких работ.

Разъемные соединения могут быть фланцевыми и штуцерно-торцевыми.

В холодильной технике применяют плоские приварные фланцы и фланцы, приварные встык.

Плоские приварные фланцы трубопроводов с условным давлением до 1 МПа выполняют без фаски, а с условным давлением до 2,5 МПа — с фаской.

Приварные встык или воротниковые, фланцы с кольцевыми выступом и впадиной применяют на трубопроводах с условным давлением до 20 МПа.

Свободные фланцы на отбортованной трубе применяют на рассольных и водяных трубопроводах с условным давлением до 0,6 МПа. Примеры фланцевых соединений показаны на рис. 7.1.

Штуцерно-торцевые соединения показаны на рис. 7.2.

Крепежные детали (шпильки, болты, гайки, шайбы) служат для сборки фланцевых деталей и для крепления трубопроводов к штуцерам арматуры и к оборудованию.

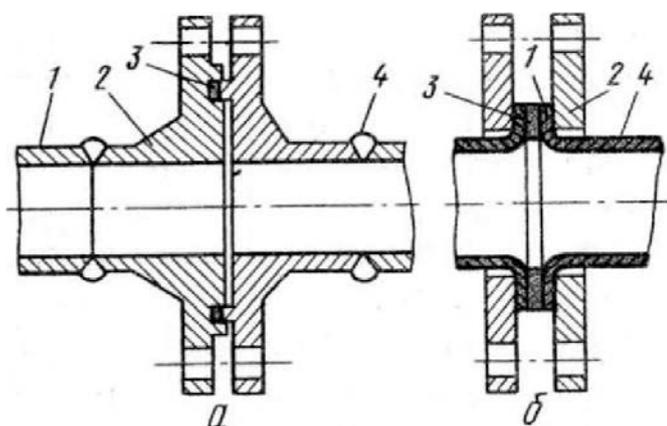


Рис. 7.1. Фланцевые соединения:

а — с приварными фланцами: 1 — труба; 2 — фланец; 3 — прокладка; 4 — сварной шов у трубы; *б* — со свободновращающимися фланцами на отбортованной трубе: 1 — борт трубы; 2 — фланец; 3 — прокладка; 4 — труба

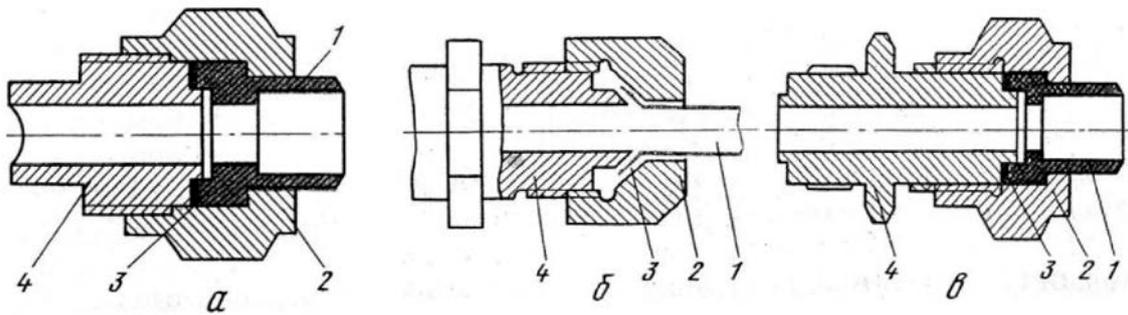


Рис. 7.2. Штуцерно-торцевые соединения:

а — nippleное соединение: 1 — nipple, привариваемый к стальной трубе; 2 — накидная гайка; 3 — прокладка; 4 — штуцер; б— штуцерно-торцевое соединение (для хладоновых систем); 1 — трубка медная отоженная; 2 — накидная гайка; 3 — борт трубки; 4 — штуцер; в — nippleное соединение с переходным штуцером: 1 — nipple; 2 — накидная гайка; 3 — прокладка; 4 — переходный штуцер

Материалы и типы труб, арматуры деталей трубопроводов, крепежных деталей следует выбирать, исходя из вида рабочей среды, давления и температуры.

Прокладочные и набивочные материалы.

В целях обеспечения необходимой плотности соединения между фланцами устанавливают прокладки.

Для прокладок выбирают такой материал, чтобы он химически не взаимодействовал с рабочей средой, был устойчив к температурным условиям, при которых он будет работать, твердость материала прокладок должна быть ниже твердости материала фланцев.

В холодильной технике в качестве прокладочного материала применяют: на аммиачных установках — паронит, на хладоновых установках — паронит, фибру, маслобензостойкую резину.

В штуцерно-торцевых соединениях из красно-медных трубок уплотнением служат отоженные борта трубок. В муфтовых резьбовых соединениях водогазовых труб зазоры в резьбовых соединениях уплотняются льняной или пеньковой прядью, пропитанной суриком или густым раствором белил.

Набивочные материалы служат для уплотнения сальниковых устройств холодильных установок и арматуры. Изготавливают набивочные материалы трех типов: плетеные, скатанные и кольцевые. В холодильной технике применяют в основном плетеные набивки.

Выпускают плетеные материалы хлопчатобумажные сухие, пропитанные и прографиченные (ХБС, ХБП, ХБГ), пеньковые сухие и пропитанные (ПС и ПП), асбестовые сухие и бензomasлостойкие (АС и АМБ).

В настоящее время промышленность выпускает для уплотнения соединений герметики различных марок. После введения отвердителей герметики приобретают

свойства резиноподобного материала, стойкого к растворам хлористого кальция и хлористого натрия, маслам и бензину.

Фторопласт применяют в качестве набивочного и прокладочного материала, стойкого к растворам хлористого кальция и хлористого натрия, маслам и бензину.

7.3. РАЗМЕТКА ТРУБОПРОВОДОВ.

Линию трубопровода при разметке разбивают на отдельные узлы с учетом технологии их изготовления и транспортабельности. На рабочем аксонометрическом чертеже линии приводят размеры линии и отдельных ее, участков, помещают сводную спецификацию материалов на линию, таблицу сварных швов, указывают количество разработанных рабочих чертежей узлов трубопроводов, намечают маркировку узлов и делают пометку о цвете условной окраски трубопровода данной установки. Маркировка линий и узлов приводится в виде дроби, в числителе которой проставляется номер линии, а в знаменателе - номер узла. По общемонтажным аксонометрическим чертежам линии производится монтаж узлов трубопроводов.

На основе аксонометрических чертежей линий разрабатывают соответствующие рабочие чертежи узлов трубопроводов. В рабочих чертежах содержатся все данные, необходимые для изготовления узлов трубопроводов (спецификация и номера чертежей или нормалей деталей, места врезок, припуски на обработку труб и пр.).

Помимо чертежей линий и узлов трубопроводов при разработке технической документации составляют сводные ведомости чертежей, спецификацию материалов и деталей, таблицу сварочных работ и ведомость комплектования узлов.

Разбивка трассы состоит в перенесении на место прокладки оси трубопровода с помощью струны, линейки, угольника, шаблонов, а также нивелира и гидравлического уровня.

Для того чтобы разметить высоту расположения трубопровода, часто нужно знать его положение в горизонтальной плоскости. Расстояние оси трубопровода от контрольных осей здания либо от стен и колонн здания обычно указывают на чертежах. Разбивка прямолинейного участка не представляет трудности. Между двумя крайними точками прямолинейного участка натягивают струну на временных кронштейнах. При разбивке нужно учитывать положение смежных трубопроводов, чтобы не произошло их совмещения на отдельных участках. Длинные прямые участки визируют нивелиром, причем визируют не только крайние точки прямой, но и промежуточные на расстоянии 10 м.

При разбивке оси трубопровода необходимо точно расположить оси колен, отводов и других отклонений оси трубопровода от прямой линии. В этих местах точно по угольнику определяют изменение направления или же с помощью угольника и линейки переносят ось трубопровода на параллельную прямую трассы, после чего фиксируют места расположения отводов.

После проведения оси трубопровода на месте проводят разбивку мест установки постоянных кронштейнов, подвижных и неподвижных опор подвесок, а

также разбивку ответвлений к аппаратам и определяют месторасположение компенсаторов, водоотделителей и арматуры.

При пересечении трассы наружных и внутренних трубопроводов с санитарно-техническими устройствами, электрокабелями, железнодорожными путями и другими трубопроводами эти места должны обозначаться особыми знаками, позволяющими судить о характере сооружений и намечаемой конструкции перехода, особенно при пересечении трубопровода с другими подземными сооружениями.

Рекомендуется разбивку трассы оформлять актом. Для межцеховых и магистральных трубопроводов оформление разбивки трассы актом обязательно; к акту должна быть приложена ведомость привязки осей и поворотов с указанием знаков, обозначающих оси и повороты на месте.

По высоте ось трубопровода наносится мелом или краской на стенах (колоннах.) Для этого с помощью нивелира или гидравлического уровня и линейки вертикальные отметки имеющихся высотных реперов переносят вдоль трассы будущего трубопровода на расстоянии 50—200 м друг от друга. В практике монтажа внутрицеховых трубопроводов за нулевую отметку принимают отметку уровня пола здания.

После перенесения вертикальных отметок и установки временных реперов вдоль трассы трубопровода наносят условные отметки, близкие по высоте к отметке прокладки трубопровода. От них отмеривают высоту расположения трубопроводов и определяют его положение в вертикальной плоскости с учетом заданного для каждого трубопровода уклона.

В аммиачных установках всасывающие трубопроводы должны иметь уклон в сторону аппаратов (испарители, отделители жидкости, циркуляционные ресиверы и т. п.), нагнетательные — в сторону конденсатора.

В хладоновых установках уклоны должны обеспечивать возврат масла в картер компрессора. При монтаже жидкостных трубопроводов предусматривают подъем труб по направлению потока жидкости, чтобы не допускать образования в верхних плоскостях «газовых мешков», способствующих повышению сопротивления в проходных отверстиях труб и созданию пульсирующего потока жидкости.

При необходимости прокладки параллельных трубопроводов размещать их на опорах следует с учетом необходимых отступов от стен и нанесения изоляции на трубопроводы (по проекту). При прокладке трубопроводов, подлежащих изоляции, на опорах у хомутов крепления трубопроводов устанавливают деревянные подкладки.

При прокладке трубопроводов в стенах и перегородках их размещают в тонкостенных металлических гильзах. Запрещено размещать неразъемные и разъемные соединения в гильзах, а также в труднодоступных местах.

Запорную арматуру монтируют в местах, удобных для монтажа, обслуживания и ремонта. Запрещается монтаж арматуры шпинделем вниз. Направление стрелки на корпусе арматуры должно соответствовать направлению движения среды в трубопроводе.

Расположение неподвижных опор должно обеспечивать надежное и прочное их закрепление; наиболее правильно места для них выбирать вблизи мест

присоединения к аппаратам, водоотделителям, тройникам и к арматуре больших размеров. Неподвижные опоры следует устанавливать по обе стороны компенсатора, а не на самокомпенсирующихся участках трубопровода — в двух крайних точках каждого такого участка.

При размещении подвижных опор и подвесок должна быть обеспечена возможность перемещения трубопровода при его удлинении без перекосов. При установке опор или опорных конструкций на оштукатуренных поверхностях необходимо сбить штукатурку, так как прижатие к ней опор не допускается. В том случае, если опорные кронштейны и стяжные хомуты опор держатся трением, в строительной конструкции прорубают канавки, в которые кронштейны входят на 5—10 мм.

Установленные опорные конструкции на вертикальных участках проверяют по отвесу; кронштейны и другие конструкции устанавливают с выверкой их горизонтальных поверхностей по уровню. При установке опор и подвесок нужно обеспечить соблюдение проектного уклона трубопровода. Для выравнивания высотных отметок и сохранения проектного уклона при монтаже между пятой опорой и основанием размещают стальные прокладки; эти прокладки обычно приваривают к опорной конструкции. Ни в коем случае нельзя устанавливать такие прокладки между трубой и опорой.

Хомуты неподвижных опор должны плотно прилегать к трубе и не допускать ее перемещения в опоре. В специальных подвижных опорах или в подвеске труба может перемещаться, но только вместе с той частью, в которой она закреплена; в этих опорах между хомутом и трубой ставится кольцо из листового асбеста или листового картона.

При скользящих опорах шейка роликов должна прилегать ко всей опорной поверхности гнезда без перекосов и заеданий в направляющих квадратах; подвижная плоскость опоры должна лежать плотно прижатой на роликах без зазора, а сами ролики должны свободно, без заеданий, вращаться в гнездах. При шариковых опорах пята должна опираться на все шары, но вращение шаров должно быть свободным. У скользящих опор сопрягаемые опорные поверхности подвижной и неподвижной частей должны быть пригнаны без перекосов и заеданий.

При монтаже подвесок с пружинами и пружинных опор вертикальных трубопроводов опорные конструкции под пружины опор должны быть строго перпендикулярны к направлению усилия, так же как и верхние опорные тарелки пружин.

При монтаже пружинных опор пружинам дают предварительный натяг на величину, указанную в чертеже. На время монтажа для разгрузки пружин обычно устанавливают распорные приспособления, которые снимают после проведения гидравлических испытаний.

При сборке подвижные детали опор должны быть смещены на половину величины расчетного расширения в сторону, противоположную расширению. Тяги подвесок пружинных опор нужно устанавливать отвесно, если в трубопроводе не предусматривается тепловых перемещений; если же они учтены, тяги устанавливают с наклоном на половину величины перемещения в сторону, обратную перемещению. При монтаже шарнирных опор с противовесом рычаг с

грузом должен быть отклонен от рабочего положения в сторону перемещения на величину, указанную на чертеже. Все подвижные части опор должны быть смазаны консистентной смазкой, температура размягчения которой должна превышать температуру трубопровода.

Опоры в каналах и тоннелях не должны препятствовать свободному стоку воды.

7.4. СБОРКА ТРУБОПРОВОДОВ.

При индустриальном методе сооружения трубопроводов их детали собирают в узлы в специализированных мастерских или на заводах с последующим монтажом трубопроводов из укрупненных блоков.

Узлы и блоки должны быть транспортабельными, т. е. такими, чтобы их размеры по длине, ширине и высоте не выходили за габаритные размеры, установленные для перевозок по железным дорогам и на автомобилях.

В практике изготовления технологических трубопроводов применяют узлы размерами 0,8X1,5X6 м для трубопроводов, расположенных в зданиях; при размещении трубопроводов вне зданий приняты размеры одноплоскостных узлов 1X 2,5X6 и 2,5X10 м, а для плетей межцеховых трубопроводов — до 18 м.

Сборка узлов в условиях специализированных заводов, цехов и мастерских ведется на специальных сборочных стендах, оборудованных необходимыми приспособлениями и кондукторами для укладки деталей, их закрепления и фиксации в проектном положении. Конструкция стендов зависит от характера монтируемого трубопровода.

Одна из основных сборочных операций при сборке узлов трубопроводов—напасовка фланцев на трубные детали. Напасовка плоского фланца заключается в установке его на трубу, выверке и прихватке.

Фланцы устанавливают так, чтобы отверстия для болтов были симметрично смещены относительно главных осей поперечного сечения трубопроводов, арматуры и технологических аппаратов.

При установке фланца перпендикулярность уплотнительной поверхности с оси трубы ограничена допусками: 0,1 мм на каждые 100 мм D_y трубопровода, работающего при p_y до 1,6 МПа, 0,05 мм при p_y от 1,6 до 6,4 МПа и 0,025 мм при p_y выше 6,4 МПа. Уплотнительная поверхность фланца не должна быть заподлицо с торцом трубы, так как это не позволит приварить фланец со стороны уплотнительной поверхности, поэтому между нею и торцом трубы оставляют уступ, размер которого приведен ниже:

D , трубы, мм	20	25—50	70—150	200	225	350—400
Уступ, мм	4	5	6	8	9	10

Внутренний диаметр фланца должен быть больше наружного диаметра трубы не менее чем на 1 мм. Правильность напасовки фланцев проверяется с помощью фланцевого угольника.

При сборке неразъемных стыковых соединений труб контролируют соответствие скоса кромок чертежу. При отсутствии таких указаний на чертеже скос кромок должен быть 30—50°.

Соосность труб регламентирована предельным отклонением 1 мм для труб с D_y до 100 мм и 2 мм для труб с D_y более 100 мм.

Отклонение измеряют с помощью линейки на расстоянии 200 мм в обе стороны от стыка в трех-четыре противоположных друг другу местах. Собранный неразъемный стык фиксируется электроприхваткой.

При сборке фланцев между собой должна обеспечиваться параллельность их. Допускаемое отклонение (в мм на 100 мм условного диаметра трубопровода) в зависимости от категории трубопроводов составляет: I и II категория до 0,05; III категория до 0,1; IV и V категории до 0,2.

При сборке фланцевых соединений применяют паронитовые уплотнительные прокладки, внутренний диаметр которых должен быть больше внутреннего диаметра канавки фланца на 2—3 мм у труб диаметром до 125 мм и на 3—4 мм у труб диаметром свыше 125 мм. Наружный диаметр прокладки должен быть меньше диаметра канавки на 2—3 мм у труб диаметром до 125 мм и на 4—5 мм у труб диаметром 125 мм и более.

Перед сборкой фланцевых соединений уплотнительные поверхности фланцев зачищают до металлического блеска, проверяют параллельность фланцев, измеряют зазоры шупом при начальной сборке фланцев без прокладок.

Паронитовые прокладки должны быть равномерными по толщине. Перед установкой паронитовые прокладки аммиачных машин пропитывают маслом ХА, хладоновых — глицерином. Гайки у фланцевых соединений затягивают постепенно и равномерно (крест-накрест).

Крепежные детали должны соответствовать условным давлениям трубопровода. Все болты подвергают внешнему осмотру. Проверяют качество резьбы (отсутствие рисок, задиров, заусенцев и др.), при этом гайки должны наворачиваться на резьбу болта (шпильки) вручную с небольшим усилием. При тугей резьбе (гайка не наворачивается от руки) необходимо прогнать резьбу, применяя специальный инструмент.

В штуцерно-ниппельных соединениях хладоновых трубопроводов накидная гайка на трубке удерживается отбортовкой. Соединение гайки со штуцером уплотняется с помощью борта отожженной меди стенки трубки.

Трубопроводная арматура поступает с заводов-изготовителей с заглушенными проходными отверстиями и снабженной сертификатами (индивидуальными или общими при групповой поставке).

Всю арматуру подвергают внешнему осмотру, при котором убеждаются в исправности (отсутствие трещин, раковин в корпусах, рисок, забоин, на уплотнительных поверхностях и у шпинделей).

Арматура, имеющая неисправности, может быть допущена к монтажу только после устранения дефектов и испытания на прочность и герметичность.

Вся аммиачная запорная арматура подлежит ревизии независимо от наличия паспорта и срока хранения. Хладоновые вентили ревизии не подлежат при наличии паспорта или если срок хранения меньше гарантийного.

Испытания арматуры оформляют актом и регистрируют в специальном журнале, на корпус наносят специальное клеймо.

Перед монтажом трубопроводов по монтажным чертежам проверяют возможность прокладки трубопровода в соответствии с проектом, т. е. на принятом расстоянии от стен и колонн, на заданной высоте. При этом устанавливают, не мешают ли прокладке трубопровода какие-либо препятствия; можно ли установить в местах, указанных на чертежах, опоры и подвески, компенсаторы и фа сонные детали, возможно ли обслуживание арматуры после ее монтажа. После ознакомления с местом прокладки намечают, какие временные подмости и леса требуются для монтажа трубопроводов. Наиболее целесообразно применять инвентарные леса с настилом из досок толщиной 40—50 мм.

ГЛАВА 8. МОНТАЖ ПРИБОРОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ.

8.9. РЕЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ.

8.10. РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ.

8.11. МАНОМЕТРЫ И МАНОВАКУУММЕТРЫ.

8.12. РЕЛЕ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ.

8.13. ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИЕ ВЕНТИЛИ.

8.14. РЕЛЕ КОНТРОЛЯ СМАЗКИ.

8.15. РЕЛЕ ПРОТОКА ВОДЫ.

8.16. СОЛЕНОИДНЫЕ ВЕНТИЛИ.

Приборы автоматического управления и контроля служат для автоматического регулирования процессов получения холода, поддержания требуемых температурных режимов и контроля за работой холодильных установок, а также для защиты холодильной установки от аварийных режимов работы.

8.1. РЕЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ.

Полупроводниковые реле температур.

К полупроводниковым реле температур относятся двухпозиционные температурные ПТР и ПТР-2М, трехпозиционное реле ПТР-3, прибор для пропорционального регулирования ПТР-П. Эти приборы изображены на рис. 8.1, *а*. В качестве датчиков применяют термисторы, а для усиления сигнала — транзисторы с электромагнитными реле.

В реле разности температур ПТРД-2 (рис. 8.1, *б*) в качестве датчиков используют стандартные термометры сопротивления.

В зависимости от назначения различают датчики камерные и погружные.

Камерный датчик имеет основание, с помощью которого крепится к стене. Термистор защищен перфорированным кожухом. Датчики располагают в таком месте, где средняя температура воздуха характерна для всего охлаждаемого помещения, т. е. на колоннах или стенах, по возможности в центральных проходах на $2/3$ высоты от пола. На датчики не должны оказывать влияние тепловые потоки через двери, от осветительных приборов, вентиляционных каналов. Для защиты от

повреждения датчики ограждают, но так, чтобы не было препятствий теплообмену с воздухом.

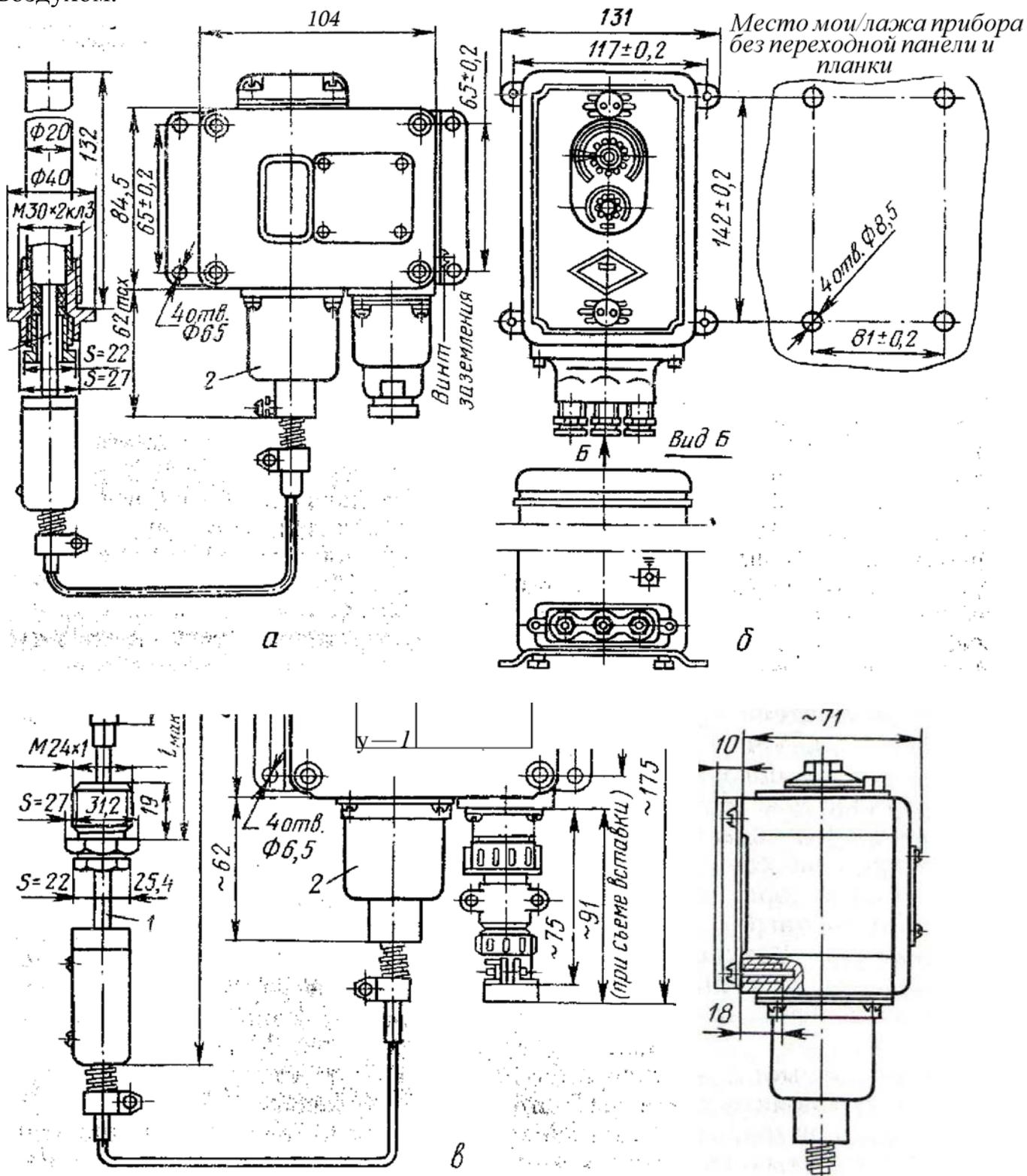


Рис. 8.1. Реле температуры:

а - типа ПТР-2М; *б* — типа ПТРД-2; *в* — типа ТР-1Б и ТР-2Б; 1 — датчик прибора; 2- корпус прибора

Погружной датчик имеет штуцер с сальниковым уплотнением, с помощью которого он крепится на трубопроводе. Для установки датчика делают расширитель, к которому приваривают патрубки того же диаметра, что и диаметр основного трубопровода. Датчик устанавливают наклонно к оси потока жидкости. Защитный чехол укрепляют в резьбовой бобышке. Измерительные провода крепят у мест установки датчика. Для уменьшения теплопритока из окружающей среды место установки изолируют вместе с трубопроводом. Погружной датчик для агрессивных сред отличается материалом погружной части, которая изготовлена из коррозионно-стойкой стали, и уплотнением стальной головки с сальниковым выводом для проводов. Погружные датчики выпускают со следующими глубинами погружения: 170, 220, 320, 420 и 770 мм.

Усилитель монтируют на щите в машинном отделении или на стене. При этом необходимо убедиться, что номер датчика соответствует номеру термосистемы. Соединительные линии монтируют методом экранирования двух- или трехжильным кабелем. Можно вести монтаж с помощью кабеля, проложенного в заземленной трубе. Нельзя прокладывать кабель в одном экране с проводами питания управления и исполнительных механизмов.

Исправность приборов проверяют вручную, вращая рукоятку датчика температуры.

Монтаж соединительных линий ПТРД-2 производят двухжильным экранированным кабелем. Экран заземляют. Перед началом на-стройки прибор выдерживают во включенном состоянии в течение 15—20 мин. На концах линий вместо термометров сопротивления включают образцовые катушки с сопротивлением $100 \pm 0,06$ Ом. Винт установки дифференциала поворачивают против часовой стрелки до упора. Датчики перепада температур устанавливают в положение 0°C .

Вращая компенсатор линии, добиваются, чтобы лампа горела как в плюсовом, так и в минусовом положении тумблера, а затем присоединяют термометры сопротивления.

Для проверки прибора вращают датчик температуры, при этом выходное реле должно срабатывать.

Реле температуры ТР-1Б и ТР-2Б (рис. 8.1, в). Они предназначены для двухпозиционного регулирования температуры воздуха в холодильных камерах и температуры хладоносителей. Перед монтажом проверяют контактную группу, исправность термочувствительного элемента, состояние регулировочных пружин приборов.

При монтаже датчиков температуры чувствительный элемент полностью погружают в измеряемую среду, а на трубопроводе устанавливают защитную гильзу; датчик вблизи запорной арматуры не устанавливают, так как там нарушается нормальный поток измеряемой среды.

На трубопроводах диаметром 50 мм и выше чувствительный элемент устанавливают наклонно к оси трубы навстречу потоку. На трубопроводах больших диаметров чувствительный элемент устанавливают перпендикулярно потоку, но при этом середина чувствительного элемента должна находиться на оси трубы. Датчики

на вертикальных трубопроводах устанавливают только на восходящих потоках. Угол наклона датчика к восходящему потоку должен составлять 30°

Схемы монтажа датчиков температуры показаны на рис. 8.2.

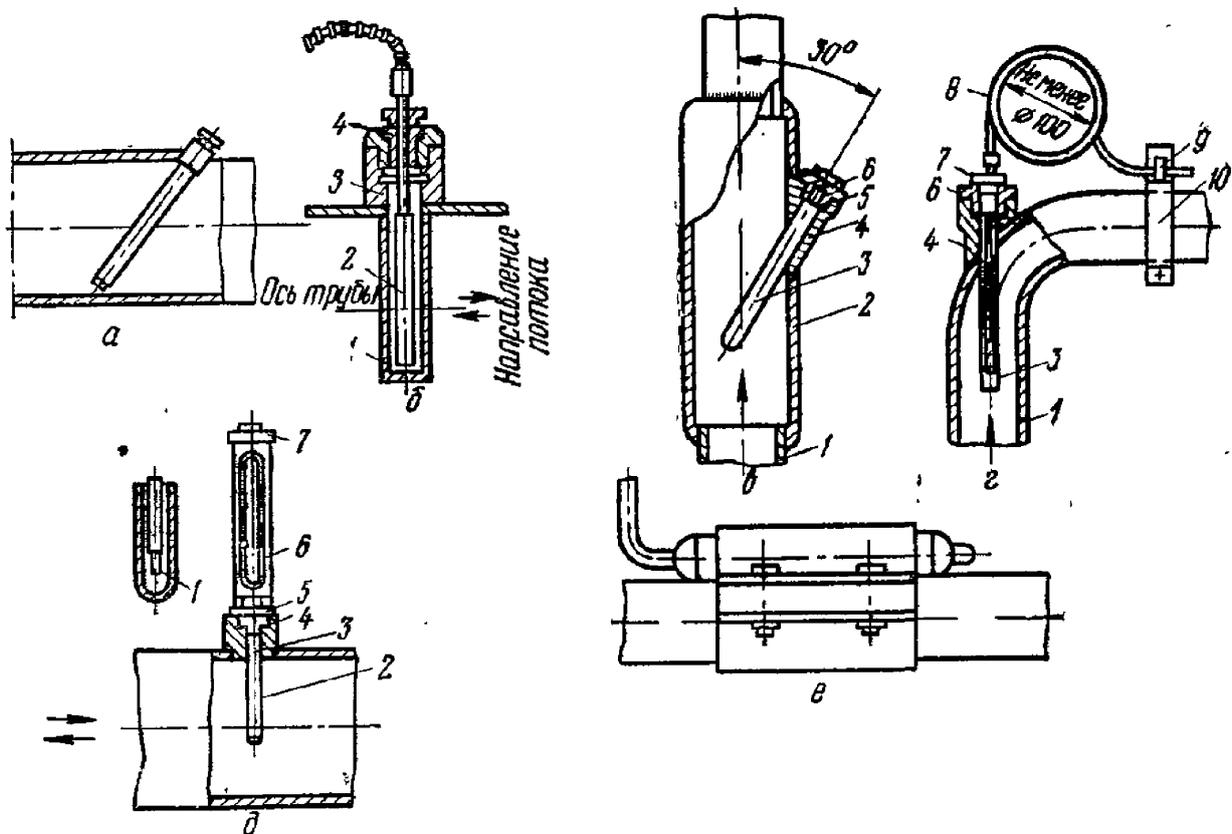


Рис. 8.2. Схемы монтажа датчиков температуры на трубопроводах:

а — наклонно к оси горизонтального трубопровода; *б* — перпендикулярно оси горизонтального трубопровода; 1 — защитная гильза; 2 — термопары; 3 — бобышка; 4 — сальник; *в* — в бочонке; *г* — на отводе; 1 — трубопровод; 2 — бочонок; 3 — защитная гильза; 4 — бобышка; 5 — прокладка; 6 — резьбовая головка гильзы; 7 — сальник; 8 — капиллярная трубка; 9 — скоба; 10 хомут; *д* — монтаж ртутного стеклянного термометра: 1 — активная часть термометра; 2 — защитная гильза; 3 — бобышка; 4 — резьбовая головка гильзы; 5 — прокладка; 6 — металлическая оправа; 7 — колпачок; *е* — крепление термопатрона к трубе

При монтаже датчиков на трубопроводах диаметром менее 70 мм в месте установки в трубопровод вваривают бочонок из трубы большего диаметра. Датчики устанавливают в отводах трубопровода также навстречу потоку.

При измерении температуры в неагрессивных средах (воде или хладоносителе) датчик устанавливают непосредственно в поток; в Агрессивных средах, а также во всех случаях при больших скоростях потоков применяют защитные гильзы с максимально допустимой донкой стенкой. Внутренний диаметр гильзы должен быть на 2—3 мм больше диаметра датчика; для улучшения теплообмена пространство между гильзой и датчиком заполняют веретенным маслом.

В местах ввода чувствительного элемента во избежание излома оставляют два-три свободных витка диаметром не менее 100 мм. Эти витки необходимы для свободного выхода элемента из гильзы. Капиллярную трубку крепят к трубе скобами через каждые 250—300 мм; при этом стараются не перегибать трубку.

Радиус изгиба капилляра должен быть не менее 40 мм. Электрический кабель присоединяют к прибору с помощью штепсельного разъема. Винт для заземления находится рядом.

По температурной шкале устанавливают температуру отключения прибора, по дифференциальной — температуру замыкания контактов. По термометру проверяют правильность срабатывания прибора. По окончании настройки прибора устанавливают стопор.

Реле температуры TP-2A-06TM (двухпозиционное дистанционное рис 8.3.) предназначено для контроля температуры нагнетания хладагента и защиты компрессора от опасного режима работы. До начала монтажа проверяют исправность прибора. Для этого устанавливают указатель температурной шкалы на



60 °С, помещают термобаллон в сосуд с веретенным маслом, температура которого равна 70 °С. Если прибор исправный, то контакты разомкнутся, а сигнальная лампочка, подключенная к контактам, погаснет. Затем устанавливают указатель шкалы на допустимую температуру нагнетания, а масло нагревают на 5 °С выше этой температуры. При этом контакты также должны разомкнуться.

Рис. 8.3. Реле температуры TP-2A-06TM

Корпус реле монтируют с переходной панелью и без нее. Рабочее положение прибора вертикальное, сильфонным блоком вниз. Для присоединения кабеля имеется три клеммы. На боковой стенке расположен винт заземления;

Термочувствительный баллон прибора крепят около нагнетательного вентиля компрессора: на вертикальных компрессорах на расстоянии 200—250 мм выше вентиля; на горизонтальных и оппозитных компрессорах между цилиндром и нагнетательным вентилем. Если термочувствительный баллон помещен в защитный чехол со штуцерным соединением, то в трубопровод вваривают бобышку с резьбой М3 0Х2. Если термочувствительный патрон поступает без защитного чехла, то в трубопровод вваривают термометровую гильзу из трубы диаметром 25Х2 мм, длиной 150 мм.

8.2. РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ.

Они предназначены для сигнализации и автоматической защиты холодильных компрессоров от недопустимого повышения давления нагнетания и понижения давления всасывания. Прибор, как правило, состоит из двух блоков-сильфонов: блока низкого и блока высокого давления. Оба сильфона через систему рычагов воздействуют на один общий контакт. Принцип действия прибора основан на уравновешивании сил, создаваемых давлениями контролируемой среды на дно

чувствительных элементов-сильфонов силами упругих деформаций регулировочных пружин. Реле имеют шкалы настройки давлений срабатывания блоков низкого и высокого давлений. Изменение заданного давления вызывает подачу импульса исполнительному механизму— магнитному пускателю компрессора.

Монтируют реле давления большей частью на холодильном, агрегате или на щите регулирующей станции. Аммиачные реле давления присоединяют к холодильной установке стальными трубами диаметром 10X1,5 мм, а фреоновых — красномедными трубами диаметром 6X1 или 8X1 мм с помощью ниппелей и накидных гаек.

Перед монтажом приборы осматривают, проверяют наличие накидных гаек и заглушек на штуцерах. Отверстия штуцеров прочищают мягкой латунной или медной проволокой. При снятой крышке проверяют исправность рычагов, отсутствие ржавчины и засорений. Наиболее распространены реле давления РД-3-01, РД-4А, РД-5.

Реле давления РД-3-01 (рис. 8.4.) предназначается для хладоновых машин; его монтируют непосредственно на самих агрегатах или на щитах регулирующих станций. Сильфонные блоки этого реле имеют штуцера и гайки присоединения медных трубок диаметром 6 мм ($D_y = 3$ мм). Штуцер имеет резьбу М12Х1. Имеется клеммная колодка с двумя рабочими клеммами и клеммой для заземления. Прибор настраивают, вращая регулировочные винты до совмещения указательных стрелок с серединами рисок, соответствующих давлению срабатывания.



Рис. 8.4. Реле давления РД-3-01

Реле давления РД-4А-01 и РД- 4А-02 используют в аммиачных машинах (реле РД-4А-01 для систем с высокими давлениями и РД- 4А-02 для систем с низкими давлениями). Сильфонные блоки этого реле снабжены штуцерами с резьбой для присоединения накидных гаек и стальных трубопроводов диаметром 6 мм с ниппелями и прокладками. Штуцера имеют резьбу М16Х1,6. Для заземления предназначен винт М5. Прибор монтируют в вертикальном положении таким образом, чтобы винты для настройки прибора были расположены на его верхней стенке и закрыты крышкой, которая крепится к корпусу шестью винтами М4. Прибор настраивают с помощью отвертки или ключа. Винты контрят шайбой.

Реле давления РД-5М применяется для защиты водяных и рассольных насосов от нарушения режима работы в холодильных установках. Реле монтируют непосредственно на трубопроводе, подводящем рабочую среду. Положение прибора любое, но лучше вертикальное. Для присоединения кабеля надо вывернуть штуцер и удалить заглушку, снять шайбу и прокладку. Схема присоединения кабеля указана на кронштейне. Плотность и надежность соединения обеспечиваются натягом штуцера. Настраивают прибор следующим образом: подают давление, близкое к заданному, поворачивают ходовой винт, изменяющий натяжение пружины до положения переключения. Затем давление снижают на 0,01—0,20 МПа менее заданного и медленно повышают до нормального. При этом ходовым винтом корректируют момент переключения контактов так, чтобы он соответствовал заданному значению давления.

8.3. МАНОМЕТРЫ И МАНОВАКУУММЕТРЫ.

Их используют в холодильных установках для измерения давления выше атмосферного и вакуума. Наиболее распространены пружинные и пластинчатые манометры, чувствительным элементом которых являются стальные манометрические трубки или мембраны. Диаметры корпуса манометров — 100, 150 и 200 мм. На шкале манометров указывают давления и соответствующие им значения температур. Фреоновые манометры отличаются от аммиачных шкалой давлений и температур.

Диапазон шкал манометров холодильных машин приведен в табл. 8.1

Таблица 8.1

Диапазон шкал манометров холодильных машин.

Место установки	Хладагент	Диапазон давлений на шкале, МПа
Манометр на нагнетательной стороне (сторона высокого давления)	Аммиак R12	0 – 2,5 0 – 2,0
Манометр на всасывающей стороне (сторона низкого давления)	Аммиак	0 – 1,2
Мановакуумметр	R12	0 – 1,2

В автоматизированных схемах применяют электроконтактные манометры (ЭКМ), устройство которых аналогично устройству электроконтактных термометров.

Манометры и мановакуумметры устанавливают непосредственно на компрессорах, аппаратах и трубопроводах, а также выносят на щит, где монтируют в вырезанных гнездах.

Места установки манометров на компрессорах и аппаратах обусловлены их конструкцией. При монтаже манометров на щите среда для измерения давления подводится по трубопроводам. Перед манометром устанавливают вентиль

соответствующего диаметра и присоединяют его с помощью ниппелей и накидных гаек. На горизонтальных трубопроводах среду для измерения давления отбирают с верхних точек трубы.

8.4. РЕЛЕ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ.

Эти приборы предназначены для предупредительной и аварийной автоматической сигнализации об уровне жидкого хладагента в аппаратах холодильной установки. Реле уровня в комплекте с исполнительными механизмами и соленоидными вентилями используются также для регулирования уровня холодильного агента. В основном применяют реле ПРУ-5, ПРУ-5М.

elec.ru



Реле состоит из поплавкового индуктивного датчика (рис. 8.5., справа) и блока полупроводникового усилителя (рис. 8.5., слева). Датчики устанавливают на аппаратах в вертикальном положении и соединяют с ним жидкостным и уравнительным трубопроводами.

Рис. 8.5. Реле уровня жидкости ПРУ-5М

Расположение датчиков ПРУ-5 у аппаратов показано на рис. 8.6.

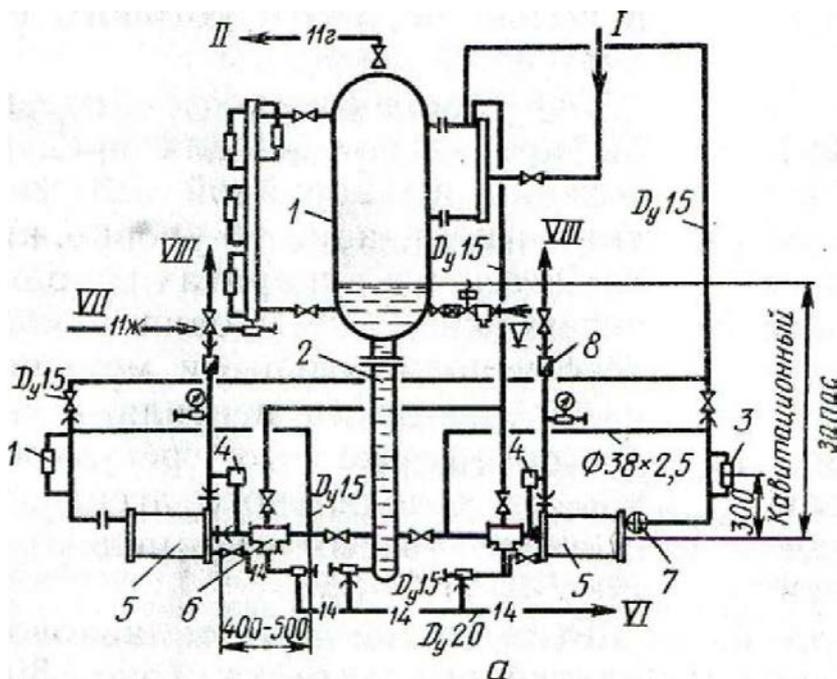
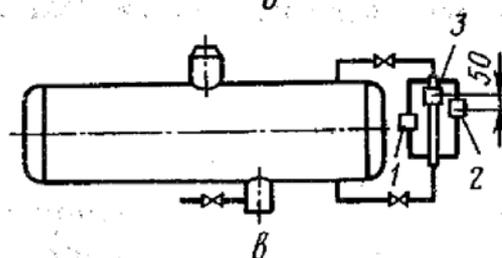
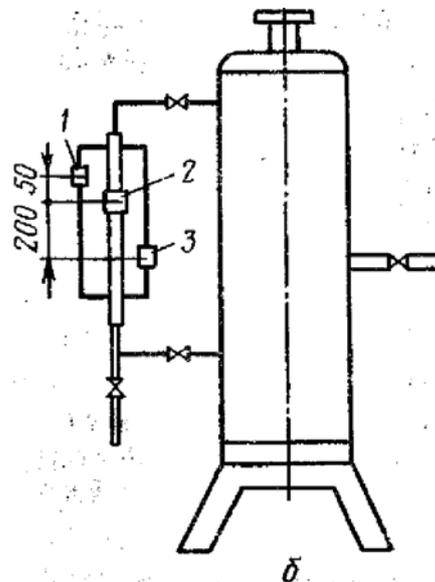
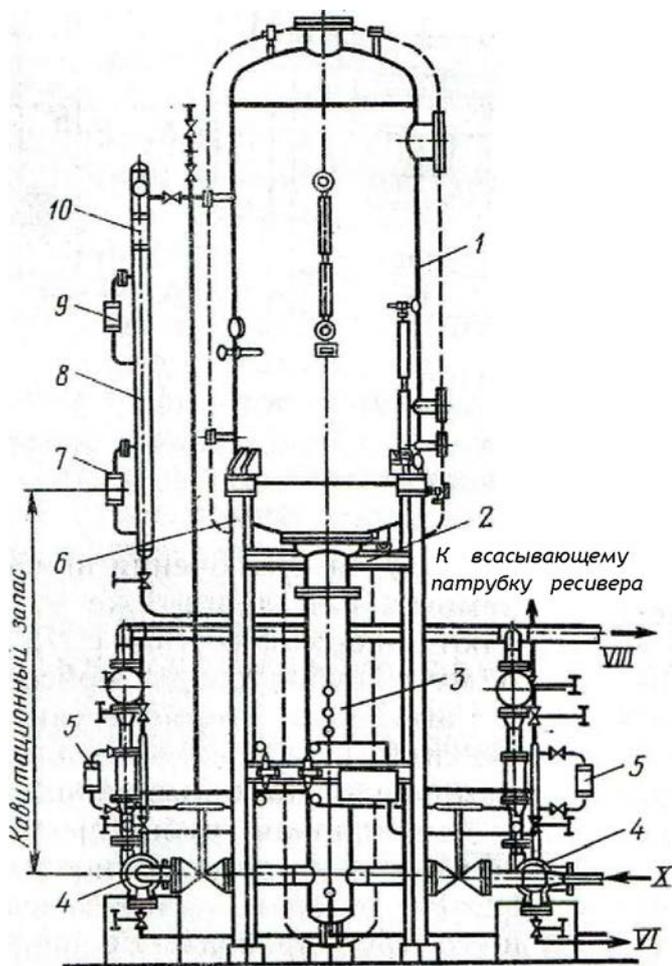


Рис. 8.6. Схема расположения датчиков ПРУ-5:

а — на циркуляционном ресивере и насосах; 1 — циркуляционный ресивер; 2 — патрубок; 3 — жидкостный стояк; 4 — аммиачный насос; 5 — реле для контроля наличия жидкого аммиака в полости электродвигателя насоса;



б — рама для крепления ресивера; 7 — реле для регулирования уровня жидкого аммиака в ресивере; 8 — промежуточная колонка; 9 — реле для сигнализации максимально допустимого уровня; 10 — реле для аварийного отключения компрессоров; трубопроводы: I — всасывающий из охлаждающих устройств; II — всасывающий к компрессорам; V — жидкостный от регулирующей станции; VI — маслоспускной; VII — жидкостный для проверки реле уровня; VIII — жидкостный в охлаждающие устройства; X — жидкостный от дренажного ресивера; б — на промежуточном сосуде; в — на кожухотрубном испарителе: 1, 2, 3 — датчики уровня

Согласно правилам техники безопасности при использовании ПРУ-5 для контроля аварийного уровня жидкого аммиака в отделителях жидкости, защитных ресиверах, промежуточных сосудах необходимо монтировать два параллельно работающих реле, датчики которых размещают на расстоянии 50 мм друг от друга. При достижении в этих аппаратах аварийных уровней жидкости датчики реле через исполнительные контакты реле производят аварийное отключение компрессоров. В случаях, когда у одного аппарата нужно установить два или три датчика, к аппарату с помощью уравнивательных парового и жидкостного трубопроводов диаметром 25 мм с запорными вентилями подсоединяют колонку диаметром 70—100 мм. Как показано на рис. 8.6, в нижнюю часть колонки для продувки и прочистки колонки вваривают бобышки с резьбовыми пробками или устанавливают запорные ventили. Для предотвращения замасливания камеры датчиков монтируют нижний патрубок с небольшим уклоном в сторону сосуда.

В качестве примера рассмотрен монтаж реле уровня ПРУ-5 на вертикальном циркуляционном ресивере типа РДВ в системе непосредственного охлаждения. На ресивере установлено пять реле уровня. Нижнее реле уровня ПРУ-5 воздействует на

соленоидный клапан, который открывает проход хладагенту от регулирующей станции и поддерживает заполнение в пределах 30 % объема (на 600 мм выше образующей ресивера). Второе реле размещают выше рабочего уровня на 300 мм, при превышении этого уровня реле подает световую или звуковую сигнализацию.

На отметке, соответствующей 80 % заполнения, монтируют два реле уровня по высоте (одно из них ниже другого на 50 мм), которые отключают все компрессоры, соединенные с циркуляционным ресивером, при достижении заданного уровня.

8.5. ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИЕ ВЕНТИЛИ.

Регуляторы перегрева (ТРВ). Терморегулирующие клапаны предназначены для автоматического регулирования подачи хладагента в испарители. Открытие клапанов определяется степенью перегрева паров, выходящих из испарителя к компрессору. Одним из основных элементов ТРВ является мембрана (стальная пластина для аммиака и томпаковая для фреона), которая находится под действием давления жидкости в термопатроне, прижатом к всасывающему трубопроводу, с одной стороны, и давления кипения — с другой. С мембраной связан шпindelь клапана, перекрывающего проходное сечение прибора. При уменьшении уровня жидкости в испарителе температура перегрева пара возрастает и соответственно возрастает давление в термочувствительном патроне. Под воздействием увеличившейся разности давлений мембрана перемещает шпindelь с клапаном и открывает проходное отверстие, через которое в испаритель начинает поступать жидкость из конденсатора или ресивера и дросселируется до давления кипения. Момент и степень открытия (температура перегрева) регулируют натяжением пружины.

Перед монтажом в результате внешнего осмотра убеждаются в отсутствии переломов капиллярной трубки, вмятин и ржавчины. Далее снимают заглушки и проверяют наличие хладагента в термозементе и исправность силового элемента, продувая клапан сжатым воздухом или азотом (при температуре окружающего воздуха $20 \pm 5^\circ \text{C}$). Клапан ТРВ с исправным силовым элементом будет открыт полностью; если же силовой элемент неисправен, то клапан будет закрыт.

Терморегулирующий клапан с внутренним выравниванием (рис. 8.7., а) присоединяют к трубопроводам с помощью накидных гаек. Клапан монтируют в горизонтальном Положении капиллярной трубкой вверх, а регулировочным винтом вниз. Допускается отклонение оси штуцеров клапанов от горизонтали не более чем на $40\text{—}50^\circ$.

Термоземент прикрепляют к верхней части всасывающего трубопровода. Место крепления предварительно зачищают наждачной бумагой, а патрон притягивают хомутом к всасывающему трубопроводу на расстоянии $180\text{—}200$ мм от батарей.

Терморегулирующий клапан с внешним выравниванием (рис. 8.7., б) монтируют вне охлаждаемого объекта на кронштейне или щитах. На щите терморегулирующего клапана монтируют фильтр или фильтр-осушитель и соленоидный клапан. Перед терморегулирующим клапаном и

за ним монтируют запорные вентили, что позволяет отключать узел ТРВ от системы.

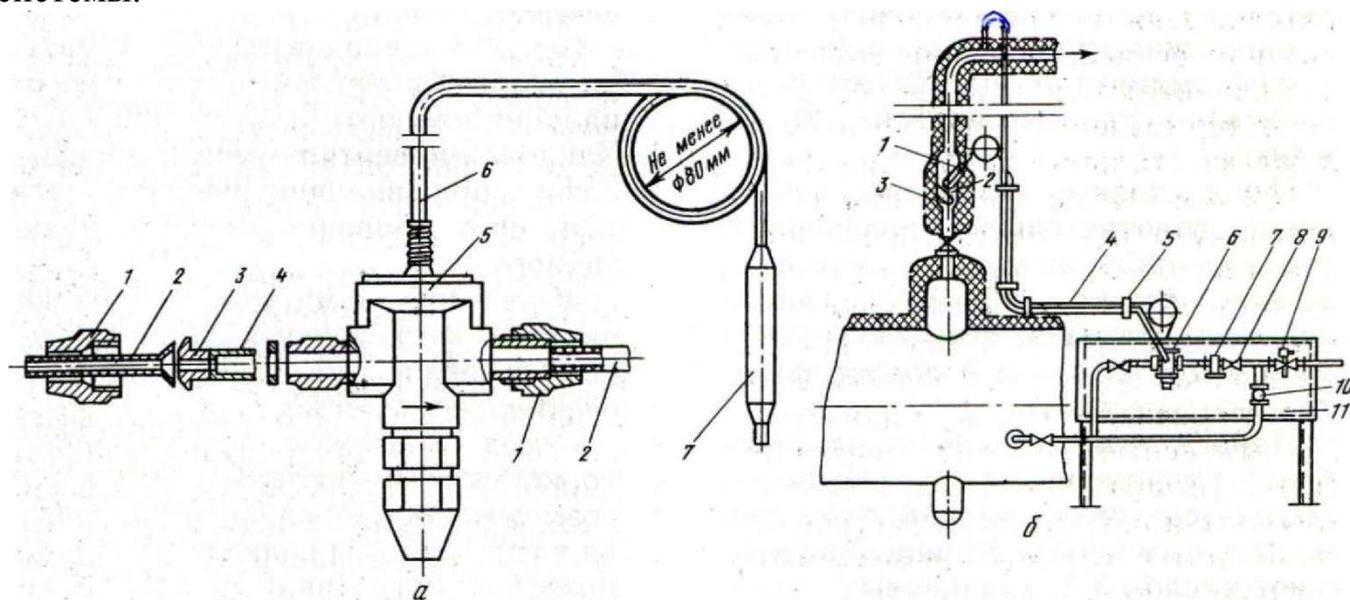


Рис. 8.7. Терморегулирующие вентили:

а — с внутренним выравниванием: 1 — накидная гайка; 2 — медный трубопровод; 3 — конусная медная шайба на входном штуцере ТРВ; 4 — сетчатый фильтр; 5 — корпус вентиля; 6 — капиллярная трубка; 7 — термочувствительный баллон; *б* — с внешним выравниванием: 1 — термобаллон прибора; 2 — бооченок трубки; 3 — термометровая гильза; 4 — капиллярная трубка; 5 — уравнивательная трубка; 6 — ТРВ; 7 — фильтр; 8 — запорный вентиль; 9 — соленоидный вентиль; 10 — ручной регулирующий вентиль; 11 — щит прибора

Уравнивательную трубку врезают за термоэлементом, т. е. ближе к компрессору. Такое расположение трубки связано с тем, что через сальниковые неплотности возможна утечка жидкого хладагента в уравнивательную трубку. Если расположить уравнивательную трубку перед термочувствительным баллоном, то температура будет искажена и появится эффект влажного хода даже при недостаточном заполнении испарителя. Для предотвращения этого явления во всасывающий трубопровод вваривают гильзу, а в нее вставляют термоэлемент. Гильзу изготавливают из стальной трубы диаметром 18X2 мм. Чтобы улучшить теплопередачу и исключить конденсацию влаги в гильзе, ее заполняют смесью из двух объемных частей алюминиевой пудры (ПАК-3 или ПАК-4) и одной части смазки ЦИАТИМ-201. Гильзу располагают за паровым запорным вентилем, чтобы предотвратить повышение давления в силовом элементе и нарушение герметичности ее. Рядом с гильзой термоэлемента врезают гильзу термометра.

Для предотвращения загрязнения и попадания масла в уравнивательную трубку ее врезают в верхнюю часть горизонтального участка всасывающего трубопровода в виде вертикальной петли, направленной вверх. Для отключения прибора при ремонте или демонтаже устанавливают запорный вентиль с D_y , равным 6 мм. Трубопроводы присоединяют к штуцерам терморегулирующего вентиля и к системе холодильной установки с помощью накидных гаек.

Капиллярная трубка при прокладке не должна резко изгибаться и касаться холодных частей всасывающего трубопровода. Ее закрепляют с помощью

деревянных или пластмассовых колодок и сворачивают в кольцо, диаметр которого составляет не менее 80 мм.

8.6. РЕЛЕ КОНТРОЛЯ СМАЗКИ (РКС).

Эти приборы служат для контроля за работой смазки в схемах автоматической защиты холодильных компрессоров. По существу РКС совмещает работу двух реле давления. К корпусу прибора присоединены две чувствительные системы, сильфоны которых тесно связаны между собой штоком.

На эти сильфоны действуют силы давления, разность которых контролируется. Нижняя чувствительная система соединяется с линией нагнетания масляного насоса, а верхняя — с картером компрессора. Давление в нижней системе больше, чем в верхней. Заданная разность давлений поддерживается масляным насосом и уравнивается силой упругих деформаций пружины. Контакты прибора замкнуты.

При понижении перепада давления до величины, установленной на шкале, пружина через механическую связь размыкает контакты. При монтаже РКС следует иметь в виду, что последний должен включаться через 25—30 с после включения компрессора, т. е. после начала работы масляного насоса. Поэтому РКС включают через реле времени.

Перед монтажом проверяют состояние контактов и зазор между ними, который должен быть в пределах 1,2—1,5 мм. Корпус крепят к щиту с переходной панелью или без нее. В зависимости от места крепления сверлят отверстия диаметром 4 или 4,5 мм. Расстояния между ними устанавливают согласно паспорту. Рабочее положение прибора вертикальное, клеммной колодкой вниз. При этом положении прибора вибрация должна отсутствовать.

Сильфоны соединяют с контролируемой средой с помощью трубок диаметром 6Х1 мм, концы которых снабжены ниппелями с накидными гайками. К сильфону со знаком «плюс» подводят трубку от системы с более высоким давлением, к сильфону со знаком «минус» — с более низким давлением. Трубки закрепляют крепежными скобами.

Для подключения электрического кабеля имеется клеммная колодка на три клеммы с сальниковым вводом. Винт для заземления корпуса расположен на боковой стенке. Правильность выполнения соединений и величину сопротивления определяют мегомметром. Для настройки прибора служит винт, расположенный на боковой стенке, для фиксации настройки предназначен стопор, укрепленный на крышке прибора. Исправность прибора необходимо периодически проверять. Для этого прикрывают вентиль на нагнетательной стороне и замеряют давление, при котором срабатывает прибор.

Контактная группа должна срабатывать без дребезжания исполнительного механизма.

После монтажа проверяют герметичность подсоединения прибора и его сильфонов галоидной лампой при наличии фреона или мыльной эмульсии. Проверяют соответствие показаний шкалы прибора срабатыванию контактов.

8.7. РЕЛЕ ПРОТОКА ВОДЫ.

Их используют для автоматической защиты компрессора от прекращения подачи воды в охлаждающие рубашки. Алюминиевый корпус прибора разделен мембраной на две части. В нижней проточной части проходит вода, а в верхней части расположены чувствительный элемент, клапан и микропереключатель. Функции чувствительного элемента выполняет мембрана. Давление воды, протекающей через корпус реле, перемещает мембрану и клапан, который прикреплен к ней.

Клапан воздействует на переключатель, контакты последнего замыкаются, в результате чего электрическая цепь магнитного пускателя становится подготовленной к запуску компрессора. Если движение воды прекращается, мембрана перемещается вниз и клапан размыкает контакты переключателя. Компрессор останавливается. Расход воды, необходимой для охлаждения компрессора, указывают в паспорте компрессора, и на этот расход поворотом регулировочного винта регулируют прибор.

Прибор монтируют на горизонтальном участке трубопровода на сливе воды из рубашки компрессора крышкой кверху. Надписи «вход» и «выход» воды на приборе сверяют с направлением, указанным на чертеже. Трубы к прибору присоединяют на резьбе.

Между реле протока и канализационным трубопроводом устанавливают сливную воронку и делают разрыв трубопровода для контроля наличия воды и проверки расхода ее.

Устанавливать запорную арматуру перед реле запрещается, так как это может привести к ложному замыканию контактов.

Перед установкой реле проверяют срабатывание контактной группы, прикрывая отверстия для воды со стороны входа ее в рубашку компрессора специальной насадкой. При этом должен быть слышен характерный щелчок замыкания контактов микропереключателя реле. Расход воды, проходящей через прибор, определяют с помощью мерной емкости и секундомера. Минимально допустимый расход воды 0,2—0,3 м³/ч. При меньшем расходе и длительной работе компрессора могут возникнуть опасный нагрев цилиндров и повышение температуры нагнетания. По окончании регулировки положение насадки фиксируют контргайкой.

В заключение монтажа проверяют, будет ли отключаться компрессор и включаться аварийная сигнализация в случае выключения подачи воды.

8.8. СОЛЕНОИДНЫЕ ВЕНТИЛИ (СВМ).

Эти приборы относятся к группе исполнительных механизмов. Соленоидные вентили устанавливают на трубопроводах для аммиака, хладонов, воды и рассола. При подаче напряжения на катушку соленоидного вентиля возникает электрическое поле, которое втягивает сердечник и связанный с ним малый клапан. При этом давление над клапаном выравнивается с давлением под клапаном. Основной клапан разгружается от давления, которое его прижимало к седлу, и поднимается.

Перед монтажом промывают все детали соленоидных вентилях в керосине, проверяют легкость перемещения клапана и сопротивление изоляции катушек.

Соленоидные вентили монтируют на горизонтальных участках трубопроводов электромагнитом вверх, как показано на рис. 8.8. При этом движение среды должно быть направлено на клапан. После вентиля не должно быть участков трубопровода, поднимающихся вверх. Перед СВМ устанавливают фильтр, а для ремонта и замены их включают в схему запорные вентили до и после соленоидного вентиля.

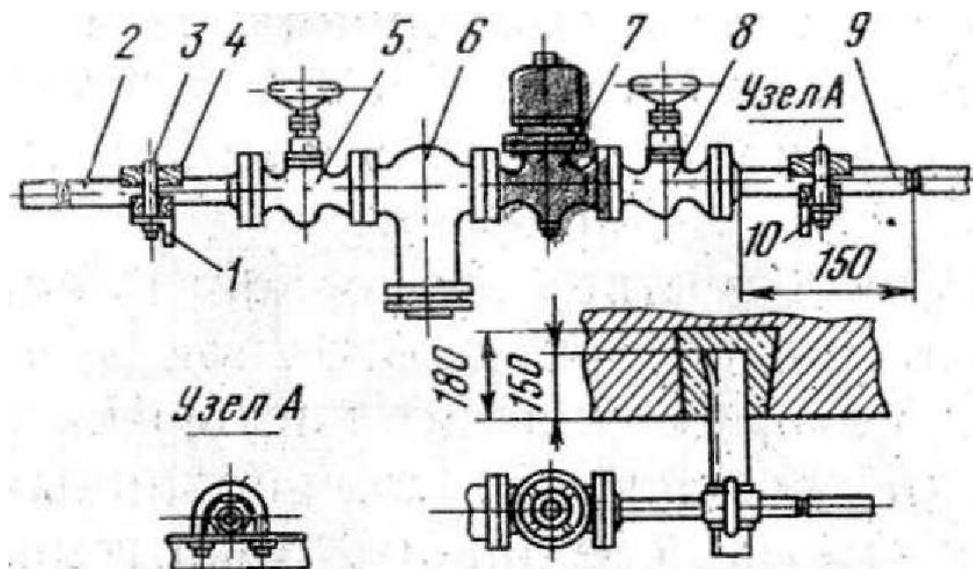


Рис. 8.8. Узел монтажа СВМ соленоидного вентиля трубопровода:

1, 10 — кронштейны;
2, 9 — отрезки труб; 3 — хомут; 4 — деревянная колодка; 5 — запорный вентиль; 6 — фильтр; 7 — корпус магнитного вентиля; 8 — регулирующий вентиль

Соленоидные вентили монтируют так, чтобы над ним было свободное пространство (около 100 мм) для смены катушки, а под СВМ — для отвинчивания колпачка устройства для ручного подъема основного клапана в случае выхода вентиля из строя.

Вентили малых размеров ($D_y = 10-15$ мм) можно крепить непосредственно на трубопроводах. Вентили больших размеров ($D_y = 25-40$ мм) монтируют на кронштейнах из угловой стали. Предварительно на прокладках собирают узел, состоящий из соленоидного вентиля с фильтром, двух запорных вентилях, контрфланцев с приваренными к ним патрубками длиной 150—200 мм. Узел устанавливают горизонтально на деревянных подкладках кронштейнов и закрепляют хомутами, приваривают патрубки к трубопроводам, проверяют на герметичность воздухом под давлением 0,2 МПа.

ГЛАВА 9. ИСПЫТАНИЕ СИСТЕМ И ПУСК УСТАНОВОК.

9.4. ИСПЫТАНИЕ СИСТЕМ.

9.5. ЗАПОЛНЕНИЕ СИСТЕМ ХЛАДАГЕНТОМ И ХЛАДОНОСИТЕЛЕМ.

9.6. ПУСК И СДАЧА УСТАНОВОК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.

9.1. ИСПЫТАНИЕ СИСТЕМ.

Аммиачные установки. Испытания систем начинают с продувки для удаления окалины, песка, сварочного грата и других загрязнений. Продувка системы

ведется сжатым воздухом. В установках с разветвленной системой трубопроводов продувку целесообразно выполнять по частям. В системе создается давление не более 0,6 МПа. В нижней части каждого продуваемого участка устанавливают пробковый кран. При его резком открытии воздух, всходя с большой скоростью, выносит все загрязнения. Операцию, по продувке повторяют несколько раз. Степень очистки продуваемого участка проверяют с помощью куска марли, скатанной в шар, смоченной маслом. В конце продувки при небольшом избыточном давлении шар подносят к струе воздуха. Если марля остается чистой, продувку заканчивают.

После продувки всей системы составляют акт на проведенные работы.

Для продувки системы воздухом и последующих испытаний используют воздушные компрессоры. Применять в этих целях аммиачные компрессоры холодильных установок запрещено.

Перед испытанием систем проводят подготовительную работу. В установках с разветвленной сетью испытания проводят по участкам, которые отделяют от общей системы металлическими заглушками с «хвостовиками», выступающими за пределы фланцев на 30—40 мм.

Приборы КИПиА, компрессоры и предохранительные клапаны защищают с помощью заглушек. Крышки со всех кожухотрубных аппаратов снимают.

Вентили, через которые система заполняется воздухом, выносят в безопасное место. Туда же выносят контрольные манометры, по которым измеряют давление воздуха. В этих целях применяют манометры класса не ниже 1,5 со шкалой 0—2,5 МПа, с диаметром корпуса не менее 150 мм.

Аммиачные системы испытывают на прочность, плотность и вакуумную плотность.

При испытаниях на прочность давление на стороне нагнетания 1,8 МПа, на стороне всасывания 1,2 МПа, при испытаниях на плотность—соответственно 1,5 и 1,0 МПа. При испытаниях на вакуумную плотность остаточное давление составляет 5,4 кПа (40 мм рт. ст.).

Давление в системе поднимают поэтапно с осмотром аппаратов и трубопроводов при 0,3 и 0,6 давления испытания. Во время осмотра подъем давления прекращают.

При осмотре неплотности определяют с помощью мыльной эмульсии, которую наносят кистью на поверхность сварных, вальцованных и разъемных соединений испытываемой системы. Появление пузырей указывает на места неплотностей. Мыльная эмульсия представляет собой раствор 300—400 г хозяйственного мыла в 10—12 л воды с добавлением небольшого количества технического глицерина.

Отмечают места неплотностей и устраняют дефекты при атмосферном давлении, т. е. после выпуска воздуха из системы.

После устранения всех неплотностей давление в системе поднимают до давления испытания на прочность. Систему выдерживают под давлением 5 мин. Система считается выдержавшей испытания на прочность, если по контрольному манометру не будет отмечено падения давления. Затем давление в системе снижают до давления испытания на плотность и выдерживается под ним не менее 18 ч. Падение давления в системе при $t = \text{const}$ не допускается. Контроль за давлением ведется по манометру с записью в журнал каждый час.

Система считается выдержавшей испытания, если давление по манометру не упало, а во всех соединениях не обнаружено утечек. В случае неудовлетворительных результатов проверяют повторно герметичность всех соединений, а затем всей системы.

При удовлетворительных испытаниях на плотность из системы выпускают воздух и с помощью вакуумнасоса система вакуумируется до остаточного давления 5,4 кПа (40 мм рт. ст.). Под вакуумом система испытывается 18 ч. В первые 6 ч допускается повышение давления в системе не более 50% остаточного. В последующие 12 ч повышение давления не допускается. После испытания систем составляют акт на выполненные работы.

Хладоновые установки. Системы хладоновых установок продувают азотом с точкой росы не выше -50°C или воздухом, предварительно осушенным и подогретым до 80°C . Порядок продувки и подготовки системы к испытаниям такой же, как и при испытании аммиачных установок.

Системы хладоновых установок испытывают только на плотность, причем давление испытания зависит от вида применяемого хладона.

Порядок испытания на плотность и вакуумную плотность такой же, как и при испытании аммиачных установок.

Водяные и рассольные трубопроводы. Водяные и рассольные трубопроводы и соответствующие полости аппаратов, насосов и арматуры подвергают гидравлическим испытаниям.

Перед испытаниями систему заполняют водой. Воздух из системы при заполнении водой удаляют через воздухопускные краники, дренажные вентили и штуцера для присоединения манометров до тех пор, пока из воздушных краников не пойдет вода.

После заполнения осматривают всю систему для обнаружения неплотностей в сварных швах, фланцах, сальниках. При обнаружении неплотностей во фланцах и сальниках их устраняют подтягиванием гаек. Если это не помогает, то заменяют прокладку или набивку. Неплотности в сварных соединениях устраняют после спуска воды, подваривая дефектный шов или вырезая кусок дефектной части трубы и вваривая новый.

После устранения утечек, обнаруженных при заполнении, систему вновь заполняют водой и повторно осматривают для обнаружения самых ничтожных утечек воды. При отсутствии утечек давление в системе с помощью гидравлического пресса повышают до рабочего и еще раз осматривают систему для обнаружения утечек. При отсутствии неплотностей давление в системе повышают до пробного (0,6 МПа) и выдерживают под ним 5 мин. Затем давление снижается до 0,35 — 0,4 МПа. При этом давлении проводится осмотр системы с обстукиванием сварных швов молотком массой не более 1,5 кг.

Система считается выдержавшей испытания, если по контрольному манометру не было отмечено падения давления, а в сварных швах, фланцах и сальниках не обнаружено течи, потения, слезок.

При температурах ниже 0°C используют вместо воды раствор хлористого кальция концентрацией, обеспечивающей замерзание раствора ниже температуры окружающего воздуха.

После проведения гидравлических испытаний систему трубопроводов промывают водой до полного удаления из них песка, окалины и других загрязнений. После промывки воду из системы спускают через спускные и дренажные вентили.

9.2. ЗАПОЛНЕНИЕ СИСТЕМ ХЛАДАГЕНТОМ И ХЛАДОНОСИТЕЛЕМ.

Все хладагенты, поступающие на предприятия, должны иметь сертификат, удостоверяющий соответствие хладагента ГОСТу. Заполнение систем хладагентом, на который отсутствует сертификат, не разрешается.

Расчет количества аммиака для заполнения системы. Количество аммиака, необходимого для заполнения системы, определяется проектом с учетом заполнения аппаратов холодильной установки согласно требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных установок. При первоначальном заполнении системы аммиаком согласно расчету суммарной ее заправки аппараты должны быть заполнены в следующем процентном отношении, не более от их внутреннего объема (таблица 9.1).

Таблица 9.1

Степень заполнения аппаратов (в % от объема)

Аппараты, трубопроводы	Заполнение емкости аммиаком, %
Испарители:	
• кожухотрубные и вертикально-трубные	80
• змеевиковые и панельные, независимо от наличия отделителей жидкости	50
Воздухоохладители:	
• с верхней подачей аммиака	50
• с нижней подачей аммиака	70
Охлаждающие батареи:	
• с верхней подачей аммиака	30
• с нижней подачей аммиака	70
Переохладители жидкого аммиака	100
Трубопроводы жидкого аммиака	100
Конденсаторы:	
• кожухотрубные с ресиверной частью	полный объем ресиверной части обечайки
• кожуха (обечайки)	
• других типов	80% объема сборников жидкого аммиака
Ресиверы:	
• линейные	50
• циркуляционные с жидкостными стояками	15
• циркуляционные без жидкостных стояков	30
• защитные	-

• дренажные	-
Промежуточные сосуды:	
• вертикальные	30
• горизонтальные	50
Маслоотделители барботажного типа	30
Морозильные и плиточные аппараты непосредственного охлаждения	80
Трубопроводы совмещенного отсоса паров и слива жидкого аммиака	30

Подготовка системы к заполнению хладагентом и смазкой проводится после окончания испытаний и устранения всех недоделок, выявленных в процессе испытаний. Система перед заполнением хладагентом и маслом вакуумируется до остаточного давления 5,3 кПа.

Заполнение системы аммиаком. Систему заполняют аммиаком из баллонов или цистерн.

Заправка системы аммиаком является работой повышенной опасности. Весь персонал, занятый на заправке, должен пройти внеочередной инструктаж по правилам безопасности под расписку.

Подготовка цистерны и системы к сливу аммиака.

Цистерны для перевозки аммиака имеют светло-серую окраску. Вдоль цистерны наносят желтые полосы с надписями черной краской: «Аммиак», «Ядовито», «Сжиженный газ». В настоящее время для перевозки аммиака используют железнодорожные цистерны, рассчитанные на давление 2,0 МПа, в также автомобильные цистерны вместимостью 4,6 м³, рассчитанные на давление 1,6 МПа.

К месту установки прокладывают два трубопровода из стальных бесшовных труб — жидкостный Ж и газовый Г (рис. 9.1). Жидкостный трубопровод изготавливают из труб диаметром 57Х3,5 мм, газовый — из труб диаметром 38Х2 мм.

После прибытия цистерны начальник компрессорного цеха проверяет наличие пломб на защитном колпаке и манометре, состояние внешнего кожуха цистерны, крышки лаза с расположенными на ней вентилями и предохранительными клапанами, отсутствие утечек аммиака из цистерны. При обнаружении неисправностей цистерны или ее арматуры и при отсутствии четкой надписи и соответствующей стандарту окраски сливать из них аммиак запрещается. В этом случае администрация предприятия обязана немедленно составить акт и сообщить об этом заводу-наполнителю и вышестоящей организации. Завод-наполнитель после получения сообщения дает указания по использованию цистерны.

Железнодорожную цистерну устанавливают на подъездных путях в безопасном месте, исключая возможность наезда на нее другого транспорта. Колеса цистерны на рельсовом пути закрепляют специальными башмаками, цистерну ограждают переносными сигналами и устанавливают за ней техническое наблюдение. Если железнодорожные пути не имеют стрелочных переводов, на расстоянии трех метров от цистерны устанавливают запорный предохранительный

брус с сигнализацией. При установке автомобильной цистерны следует обеспечить ее неподвижность, заземление и ограждение.

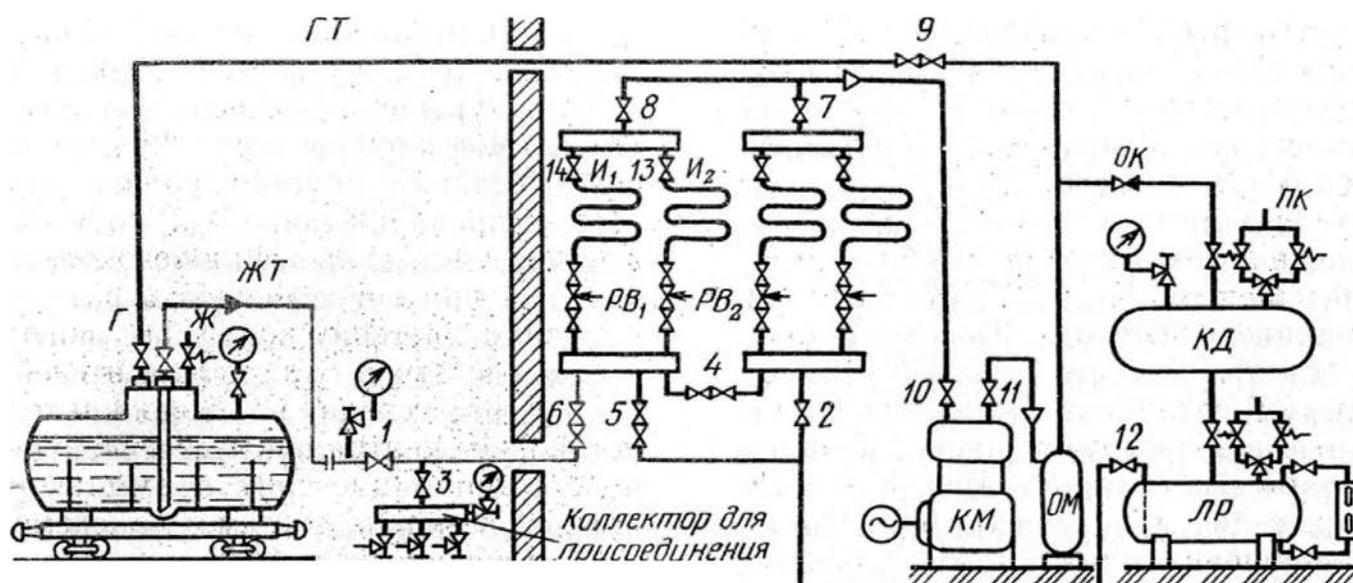


Рис. 9.1. Схема слива аммиака из цистерны:

Г — запорный вентиль на газовой магистрали; Ж — запорный вентиль на жидкостной магистрали; ГТ — газовый трубопровод; ЖТ — жидкостный трубопровод; И₁, И₂ — испарители; РВ₁, РВ₂ — регулирующие вентили; КМ — компрессор; ОМ — маслоотделитель; КД — конденсатор; ЛР — линейный ресивер; ОК — обратный клапан; 1 - 14 — запорные вентили в схеме холодильной установки

Цистерну от представителя железной дороги принимает начальник или механик компрессорного цеха по накладным и сертификату (удостоверение качества) на аммиак. Перед началом слива представитель дороги осматривает ходовую часть цистерны и дает письменное заключение о возможности слива аммиака. Начальник (или механик) компрессорного цеха после проверки цистерны и документов отмечает номер цистерны и ее состояние в книге для регистрации слива и делает заключение о возможности слива.

Главный инженер предприятия обязан убедиться в правильности присоединения цистерны к системе и дать письменное разрешение на слив аммиака.

До слива и в перерывах между сливами вентили б (см. рис. 9.1.) на жидкостном трубопроводе от цистерны опломбированы. При каждом снятии и установке пломб начальник или механик компрессорного цеха составляет акт при участии дежурной смены машинного отделения и делает запись в книгу для регистрации слива.

Слив аммиака из цистерны.

Перед первоначальным заполнением аммиаком систему хладагента вакуумируют до устойчивого остаточного давления 13,3 КПа (100 мм рт. ст.). При пополнении системы хладагент сливают в часть испарительной системы И₁ (см. рис. 1.61.), в которой предварительно создан вакуум. Для этого после достижения вакуума в И₁ закрывают вентиль 14 и открывают вентили Ж, 1, 6, РВ₁. Под действием разности давлений в цистерне и испарительной части системы И₁ аммиак переходит в испарители. При этом давление в цистерне незначительно падает, а в

части I_1 повышается. После выравнивания давлений переход аммиака прекращается и жидкостный трубопровод $ЖТ$ оттаивает. Во время слива в I_1 вакуумируют часть испарительной системы I_2 (вентиль $PВ_2$ закрыт, вентиль 13 открыт). После прекращения слива в I_1 переключают вентили частей испарительной системы. Закрывают регулирующий вентиль $PВ_1$ части I_1 , вентиль 13 , открывают регулирующий вентиль $PВ_2$ части I_2 и постепенно открывают вентиль 14 , через который парообразный аммиак отсасывают и конденсируют в конденсаторе. Во время слива вентили 5 закрыты. Переключение цистерны на части испарительной системы (батареи камер, испарители, циркуляционные ресиверы и т. п.), в которых предварительно создан вакуум, производят до полного освобождения цистерны от аммиака. Окончание полного слива определяют по падению давления в цистерне и оттаиванию жидкостного трубопровода. Запрещается оставлять цистерну присоединенной к системе, если слив аммиака не производится.

В случае перерыва при сливе аммиака жидкостный трубопровод $ЖТ$ отсоединяют от цистерны. В зимнее время при температуре наружного воздуха — $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ избыточное давление аммиака в цистерне составит всего лишь $0,19\text{ МПа}$, поэтому его слив будет затруднен. В этом случае приоткрывают вентили $Г$ и 9 и создают в цистерне давление на $0,15-0,2\text{ МПа}$ выше давления насыщенных паров.

Работы по присоединению и отсоединению цистерны проводят машинисты холодильной установки или слесари не ниже шестого разряда, а слив аммиака — только машинисты установки. Во время слива присутствие посторонних людей вблизи цистерны не допускается. Работа с огнем и курение в районе слива категорически запрещаются. В случае возникновения пожара вблизи цистерны предпринимают все возможные меры для ее вывоза в безопасное место, а при невозможности вывоза поливают цистерну водой, вызывают пожарную команду и газоспасателей.

При отсутствии на холодильной установке центральной регулирующей станции цистерну с аммиаком подсоединяют к системе по схеме, изображенной на рис. 9.2.

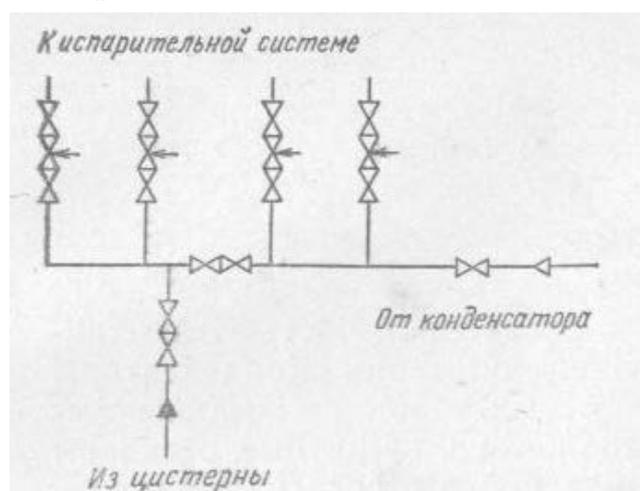


Рис. 9.2. *Схема подсоединения аммиачной цистерны при отсутствии центральной регулирующей станции*

При хранении на предприятии аммиака в ресиверах, специально предназначенных для этой цели, слив аммиака осуществляют последовательно в каждый ресивер в следующем порядке: присоединяют сливной жидкостный трубопровод хранилища к цистерне; открывают вентиль удаления паров из ресивера и понижают в нем давление до давления кипения в испарительной системе (отса-

сывание паров производят через отделитель жидкости); открывают сливной вентиль цистерны и вентиль приема жидкости в ресивер, по указателю уровня наблюдают за степенью заполнения ресивера аммиаком; после заполнения ресивера закрывают вентили на трубопроводах удаления паров и приема жидкости, а также вентиль на трубопроводе слива аммиака из цистерны.

Заполнение системы аммиаком из баллонов.

Каждую партию баллонов с аммиаком снабжают паспортом качества завода-наполнителя с указанием данных анализа. В случае отсутствия паспорта или при отступлении от требований ГОСТ 6221-90 заполнение системы аммиаком не допускается.

Перед присоединением к системе необходимо проверить окраску и надписи на баллонах и убедиться, что в баллоне находится аммиак. Для этого приоткрывают вентиль баллона и подносят к струе индикаторную бумагу, которая под воздействием аммиака изменит свой цвет с белого на красный.

Если вентиль на баллоне не открывается, такой баллон считают неисправным; ремонтировать вентили заполненных баллонов запрещается. На штуцер неисправного вентиля ставят заглушку, на баллоне делают надпись «Неисправный, с аммиаком» и отправляют на завод-наполнитель для ремонта.

Предварительно взвешенные баллоны устанавливают на подставку наклонно, вентилем вниз (рис. 9.3.). Заполнение аммиаком производят при работающем компрессоре и охлаждаемом конденсаторе. Баллоны с аммиаком присоединяют к заправочному коллектору стальными трубками, испытанными на давление 2 МПа.

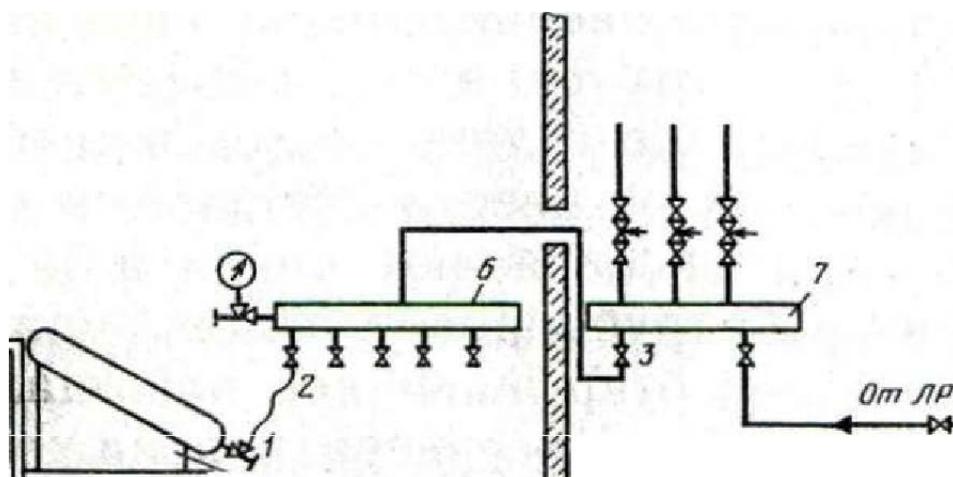


Рис. 9.3. Схема заправки системы аммиаком из баллонов:

1—3—запорные вентили на трубопроводах; 4 — весы; 5 — подставка; 6 — заправочный коллектор; 7 — регулирующая станция

Последовательность заполнения системы аммиаком из баллонов такая же, как и при сливе аммиака из цистерны.

Об опорожнении баллонов свидетельствуют падение давления в них и оттаивание нижней части баллонов и наполнительных труб. После опорожнения на коллекторе и баллоне закрывают вентили, баллоны отсоединяют от наполнительной трубки, на штуцера вентилях устанавливают заглушки, а затем на баллоны наворачивают колпаки.

Заполнение системы хладоном и маслом.

Заправка хладоновых установок средней и крупной производительности ведется через коллектор (рис. 9.4, а). На жидкостной линии между коллектором и испарителем устанавливают фильтр-осушитель. Малые хладоновые агрегаты заправляют через трехходовой вентиль на всасывающей стороне компрессора (рис. 9.4, б).

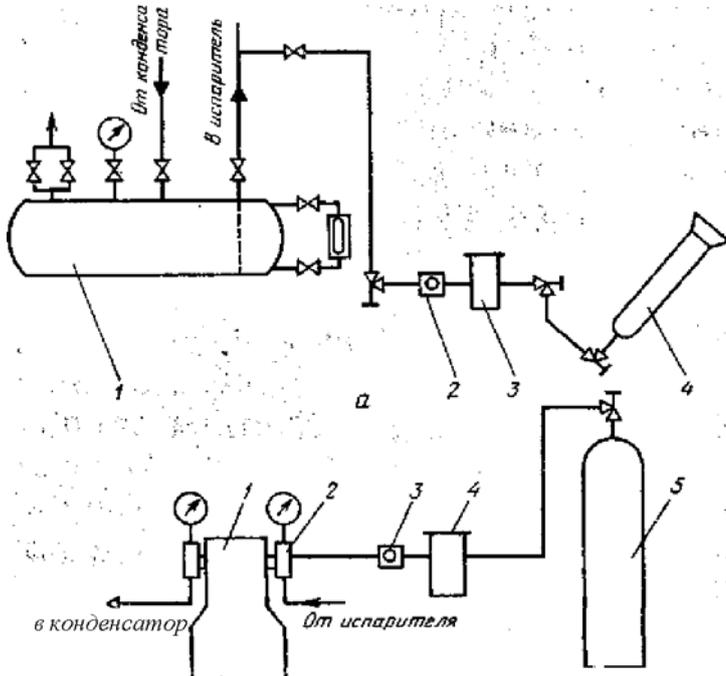


Рис. 9.4. Схема заправки хладоном машин:

а — на средних и крупных установках: 1 — линейный ресивер; 2 — индикатор влажности; 3 — фильтр осушитель; 4 — баллон; б — на малых холодильных машинах: 1 — компрессор; 2 — тройник всасывающего вентиля; 3 — индикатор влажности; 4 — фильтр-осушитель; 5 — баллон

Для хладоновых установок правилами техники безопасности на фреоновых холодильных установках нормы заполнения аппаратов и трубопроводов холодильным агентом и маслом не установлены, поэтому при заполнении следует руководствоваться указаниями завода-изготовителя и практическими соображениями.

Уровень заполнения межтрубного пространства в хладоновых кожухотрубных испарителях принимают более низким, чем в аммиачных, так как при кипении хладонов происходит вспенивание жидкости из-за наличия в нем растворенного масла. Оптимальный уровень зависит от тепловой нагрузки и разности температур в аппарате. В диапазоне разности температур 5 — 10°C ориентировочно принимают степень заполнения равной 70—80 %.

Хладоновые конденсаторы с ресиверной частью могут быть заполнены жидким хладоном в полном объеме ресиверной части. Линейные ресиверы заполняют не более чем на 80%. Заполнение испарителей змеевикового типа можно принять равным 30%.

Перед заправкой систему вакуумируют. К наполнительной трубке подсоединяют сосуд с маслом и перепускают масло в испарительную систему, при этом нельзя допускать попадания воздуха в систему.

После окончания заправки системы маслом начинают зарядку системы хладоном. Баллон через наполнительную трубку подключают к коллектору или трехходовому вентилю компрессора и заполняют систему парами хладога. При достижении давления в системе 0,2—0,3 МПа перепускают в систему жидкий

хладон (баллон располагают наклонно, вентилем вниз). При повышении давления в системе выше 0,4 МПа перекрывают вентиль на баллоне и прекращают зарядку, пока компрессор не понизит давление в испарителе до 0,2—0,3 МПа, затем продолжают зарядку системы.

В течение всего периода зарядки системы хладоном все соединения периодически проверяют на утечку хладона с помощью галлоидных ламп или электронных течеискателей. Утечки немедленно устраняют.

На заполнение системы хладагентом монтажной организацией составляется с участием заказчика акт по установленной форме.

Заполнение рассольной системы хладоносителем.

В качестве хладоносителя в рассольных системах охлаждения чаще всего применяют раствор хлористого кальция с минимальной температурой замерзания — 55 °С. Применение раствора хлористого натрия весьма ограничено из-за его высокой коррозийной способности. Заполнение системы хладоносителем осуществляется до заполнения холодильной установки холодильным агентом.

Концентрация рассола должна быть такова, чтобы температура замерзания его была ниже на 8—10 °С температуры кипения хладагента в испарителе.

Количество хлористого кальция, необходимого для получения раствора требуемой концентрации, зависит от объема рассольной системы и температуры замерзания раствора.

Раствор получают в баке для разведения рассола. В баке размещается металлическая сетка (на расстоянии 400—560 мм от верхнего края), на которую насыпают фильтрующий слой кокса, а на него — слой соли. Бак заполняют водой, и с помощью насоса вода прокачивается через соль, растворяя ее. При необходимости вода подогревается с помощью термонагревательных элементов, вмонтированных в бак. После получения раствора требуемой концентрации (замер производится ареометром при температуре 15 °С) его закачивают в систему до полного ее заполнения.

Для уменьшения коррозирующего действия раствора CaCl на трубопроводы и аппараты в него добавляют бихромат натрия в количестве 1,6 кг на каждый кубометр раствора и на каждые 10 кг бихромата натрия добавляется 2,7 кг едкого натра. Концентрация водородных ионов в растворе должна быть в пределах pH 7—8,5.

При работе с бихроматом натрия и едким натром необходимо строго соблюдать правила безопасности.

9.3. ПУСК И СДАЧА УСТАНОВОК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.

Перед пуском и сдачей холодильных установок в эксплуатацию монтажная организация передает заказчику всю заводскую документацию на оборудование и акты испытаний сосудов и трубопроводов в соответствии с нормами и правилами Госгортехнадзора для заполнения паспортов на сосуды, работающие под давлением.

Одновременно заказчику передается один экземпляр рабочих чертежей с исправлениями и дополнениями, сделанными в ходе монтажа, а также

исполнительную схему трубопроводов; акты на скрытые работы; изготовление фундаментов, продувку аппаратов и трубопроводов, заполнение системы холодильным агентом и хладагентом, тарирование предохранительных клапанов, замеры сопротивлений электрической цепи, заземления.

Сдаточные испытания, проводимые после монтажа, должны подтвердить работоспособность смонтированной установки, соответствие ее проекту и требованиям производства.

Отдельные части холодильных установок при сдаче в эксплуатацию испытывают вначале без нагрузки.

Компрессоры испытывают в работе без заполнения хладагентом, с открытым байпасом, а при его отсутствии разъединяют фланец за нагнетательным вентиляем. Проверяют работу системы смазки, наблюдают за нагревом трущихся частей компрессора и следят за тем, чтобы уровень вибрации не превышал установленных значений.

Насосы первоначально прокручивают вхолостую, а затем под нагрузкой; при этом определяется напор, развиваемый насосом, и расход.

Расход может быть определен по объему заполнения резервуаров либо с помощью расходомеров.

При испытаниях вентиляторов проверяют правильность сочленения валов вентиляторов и электродвигателей, наличие ограждений, уровень вибрации, производительность. Производительность вентиляторов определяют замером скоростей в нескольких точках сечения воздухопровода.

По окончании испытаний без нагрузок холодильную установку выводят на рабочий режим и проводят теплотехнические испытания.

В процессе теплотехнических испытаний холодильной установки фиксируют следующие параметры: температуры и давление хладагента в узловых точках цикла, температуры, давления масла, воды, рассола и воздуха; параметры, определяющие расходы холодильного агента, воды, рассола и воздуха; мощность, потребляемую из сети электродвигателями, параметры, характеризующие состояние воздуха в охлаждаемых помещениях холодильных установок.

После проведения испытаний и получения положительных результатов составляют акт по установленной форме о передаче установки в эксплуатацию.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ВСН 218-85 Монтаж технологического оборудования предприятий мясо-молочной промышленности [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/9/9673/index.htm. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.
2. Об утверждении Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации фреоновых холодильных установок [Электронный ресурс]: Постановление Минтруда РФ от 22.12.2000 N 92.//КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=79841;dst=0;ts=82664C35B6091B73521C118DC449AD2E;rnd=0.518063740823811> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 12.07.2015.
3. Об утверждении Правил безопасности аммиачных холодильных установок [Электронный ресурс]: Постановление Госгортехнадзора РФ от 09.06.2003 N 79 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 19.06.2003 N 4779) // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=43343> . – Загл. с экрана. Дата обращения: 12.07.2015.
4. СНиП 3.05.05-84 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://snipov.net/database/c_3383563195_doc_4294854706.html. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.
5. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны[Электронный ресурс] - Режим доступа: http://snipov.net/database/c_4164564190_doc_4294852045.html. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.07.15.
6. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс]. – Введ. 29-09-1988(ред. от 20.06.2000)// КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа:<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=136806;dst=0;ts=73810FB5921AB7A81C9B80F6FA7E778F;rnd=0.008966543340491628> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 15.07.2015.
7. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://snipov.net/database/c_4161967190_doc_4294852044.html. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.07.15.
8. ГОСТ 356-80 Арматура и детали трубопроводов. Давления номинальные пробные и рабочие. Ряды [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://snipov.net/database/c_4064561190_doc_4294848764.html. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.07.15.
9. Гальперин, Д.М. Монтаж и наладка холодильных установок: справочник / Д.М. Гальперин. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 480с.: ил.
10. Димитриев, В. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования: цикл лекций / В. Димитриев. – Кишинев: ТУМ, 2008. – 113с.: ил.

- 11.Игнатъев, В.Г. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования. / В.Г. Игнатъев, А.И. Самойлов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 232 с.: ил.
- 12.Невейкин, В.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильных установок / В.Ф. Невейкин. – М.: Агропром издат, 1989. – 287 с.: ил.
- 13.Онищенко, Н.П. Безопасные методы работы при монтаже, наладке, эксплуатации и ремонте аммиачных холодильных установок. / Н.П. Онищенко. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.— 280 с.: ил.
- 14.Полевой,А.А. Монтаж холодильных установок: учеб. пособ. для вузов / А.А. Полевой. – СПб.: Политехника,2005. – 259 с.: ил.
- 15.Тыркин, Б.А. Монтаж холодильных установок / Б.А. Тыркин. – М.: Стройиздат, 1986. – 183с.:ил.
- 16.Яцков, А.Д. Диагностика, монтаж и ремонт технологического оборудования пищевых производств: учебное пособие / А.Д. Яцков, А.А. Романов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 120 с.: ил.
17. SNROITELSTVO-NEW.RU [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.stroitelstvo-new.ru/holodilnye-ustanovki/ekspluatacia.shtml> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.
18. Промышленные холодильники [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://x-world5.com/category/razdel-2-montazh-holodilynogo-oborudovaniya/> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.
- 19.Устройство, монтаж, ТО и ремонт холодильных установок [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://book-gu.ru/2013/05/ustrojstvo-montazh-to-i-remont-xolodilnyx-ustanovok/> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.

Для заметок

Учебное издание

Монтаж холодильных установок

Учебное пособие

К.А.Бохан

Редактор Е.Н. Осипова

Подписано к печати 07.09.2015 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага печатная. Усл. п. л. 8,93. Тираж 20 экз. Изд. № 3452.

Издательство Брянского государственного аграрного университета

243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ