

## ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ДОИЛЬНОГО И ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ

*Миклуш В.П., к.т.н., проф.,  
Карпович С.К., к.э.н., доц.,*

*(Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск)*

*Колончук М.В., инженер*

*(РУП Минскэнерго, г. Минск)*

При монтаже доильного оборудования прокладку труб молокопровода выполняют в зависимости от расположения молочного блока относительно коровника, числа рядов стойл и их расположения. Составные части доильного агрегата рекомендуется монтировать в следующей последовательности: вакуумный трубопровод – вакуумные насосы – оборудование молочной – электрооборудование – молокопровод. Перед монтажом трубы вакуумного трубопровода, как правило, отрихтовывают и очищают.

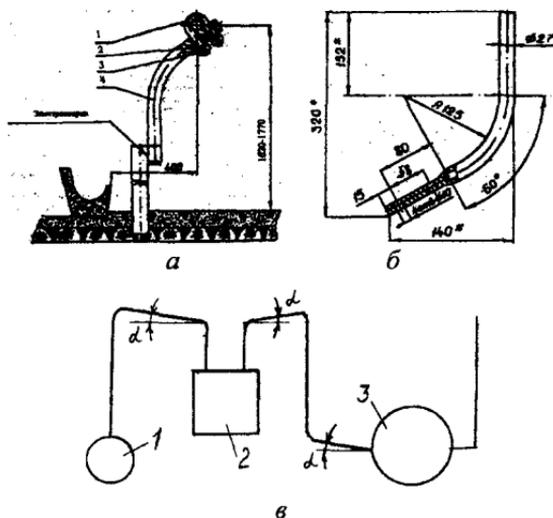
Для обеспечения удобств работы дояров вакуумный трубопровод монтируют на расстоянии 400 мм от кормушки (рис. 1а), или на стойловом оборудовании ОСК-25А, ОСП-26 (при его наличии). Расстояние между опорами (шаг опоры) – не более 3000 мм. На концах опор устанавливают кронштейны для крепления вакуумного трубопровода, изготовленные по чертежу (рис. 1б.).

Длина кронштейнов и способ крепления к опорам определяется в зависимости от высоты и конструкции опор. При наличии в коровнике прочных металлических стойл и перил их можно использовать для крепления вакуумного трубопровода. В этом случае кронштейны изготовляют по месту. Если коровник изготовлен из сборных железобетонных конструкций, допускается крепление опор вакуумного трубопровода к потолочным перекрытиям (с соблюдением шага опоры 3000 мм). Раскачивание опор не допускается, и при необходимости их дополнительно закрепляют растяжками.

Опоры устанавливают по шнуру: сначала крайние в каждом ряду стойл, натягивая между ними шнур, затем промежуточные. Расстояние между опорами – 400 мм (через два стойла). Для определения высоты расположения вакуумного трубопровода (рис. 1в) используют гидростатический уровень. В вакуумном трубопроводе устанавливают тройники для чистки труб.

В вакуумном отделении на фундаментах монтируют вакуумные установки. При этом бетонный фундаментный блок вакуумного насоса рекомендуется устанавливать на резиновую подушку, что способствует снижению вибрации и уровня шума. Упругая прослойка, размещенная под фундаментом установки, препятствует распространению колебаний в грунте. Чтобы создать виброизоляцию, собственная частота системы должна быть в несколько раз ниже частоты возбуждения. Виброизоляция требует упругих мягких подвесок, позволяющих

при данной массе установки получить низкое значение собственной частоты колебаний, гораздо более низкое, чем частота возбуждения. Очевидно, если фундаментную плиту сделать тяжелее или подпереть пружинами не плиту, а бетонный блок, на котором она закреплена, то можно использовать для получения низкой частоты колебаний более жесткие пружины. Иногда приходится прибегать и к такой мере, как утяжеление фундамента.



**Рис. 1.** Монтаж вакуумного трубопровода:

- а) опора (1 – скоба; 2 – шайба; 3 – гайка; 4 – кронштейн); б) кронштейн;*  
*в) уклоны трубопроводов (1 – насос вакуумный; 2 – баллон вакуумный; 3 – молокоприемник)*

Для монтажа оборудования с доением на площадках необходимы следующие помещения: доильный зал, молочная, вакуум-насосная, помещение для холодильной машины, котельная, моечная, молочная лаборатория, склад для хранения моющих и дезинфицирующих средств и подсобные помещения.

Монтаж доильной установки начинают с устройства доильных станков и ограждений. Станки располагают один за другим с двух сторон траншеи и связывают между собой попарно. Вертикальные стойки доильных станков закрепляют винтами в опорах стоек, которые бетонируют в полу доильного зала. Молочную систему прокладывают из двух не зависимых линий стеклянными или металлическими трубами, соединяемых между собой муфтами. Линии молокопровода присоединяют к молокосорнику при помощи угольников и рукавов. Промывочную систему устраивают из двух независимых друг от друга линий и располагают в нише траншеи доильного зала.

Заключительные работы включают обкатку, испытание, окраску и сдачу установленного оборудования, обучение рабочих хозяйства правилам эксплуатации и безопасным приемам работы на оборудовании. При этом происходит приработка трущихся поверхностей деталей, определяется качество сборки, проверяется работоспособность и соответствие выходных парамет-

ров оборудования их значениям согласно техническим условиям. Сдачу смонтированного оборудования оформляют соответствующими актами установленного образца.

После завершения монтажных работ технологическое оборудование только лишь опробуют на холостом ходу с целью установления дефектов монтажа и их ликвидации. Основные же работы, связанные с вводом оборудования в режимы эксплуатации, выполняют на стадии пуска наладки и выделяют в самостоятельный вид работ.

Ориентировочно удельный вес пуска наладочных работ для сложного технологического оборудования в животноводстве относительно монтажных составляет 5-15%, по затратам труда – 13-20% и по расходам на заработную плату 15-20%. Пуска наладочные работы включают организационно-техническую подготовку: комплексное опробование и наладку оборудования, доведение загрузки его до проектной мощности.

Таблица 1

### Монтажный инструмент, оборудование и материалы

Наименование	Кол-во	Примечание
Сварочный агрегат	1	Любого типа
Дрель ручная электрическая	1	Любого типа
Тиски трубные	1	Любого типа
Труборез	1	Любого типа
Ножовка по металлу	1	Любого типа
Ножницы жестяные ручные	1	Любого типа
Ножовка ручная по дереву	1	Любого типа
Шлямбуры разные (диаметром 25,45. 60)		Любого типа
Молотки слесарные массой 1-2 кг	2	Любого типа
Сверло по металлу	по 1	Любого типа
Уровень строительный	1	Любого типа
Брусok	1	Любого типа
Напильник плоский	1	Любого типа
Напильник круглый	1	Любого типа
Клупп с плашками	1	Любого типа
Электроды Э42	5кг	Любого типа
Проволока	100м	Для устройства заземления
Лист оцинкованный толщиной 0,4 мм	3 кг	Для крепления проволоки заземления
Сверло с твердосплавными пластинами диаметром 8,10,12 мм и удлинителем	1	
Шнур капроновый диаметром 0,8 -1 мм	100м	
Материалы для резьбовых соединений металлических труб (льняное волокно, лента, олифа)		

Организационно-техническая подготовка составляет примерно 10–15% общей трудоемкости пусконаладочных работ. Сюда входят приемка смонтированного оборудования для наладки с участием заказчика, составление плана-графика пусконаладочных работ и согласование с хозяйством срока ввода объектов в эксплуатацию, подготовка рабочих мест, доведение заданий до наладчиков и обеспечение фронта работ.

Комплексное опробование доильного оборудования (по трудоемкости оно составляет 20-25%) включает расстановку обслуживающего персонала на рабочих местах и инструктаж, проверку технического состояния оборудования, регулировку с помощью контрольно-измерительных приборов (таблица 2), настройку оборудования, приборов и средств автоматизации на заданный режим. При комплексном опробовании проводят испытание основных агрегатов и установок, а также всего оборудования в комплексе, включая технологические системы и линии для определения готовности объекта и эксплуатации. Доведение оборудования до проектной мощности предусматривает полную загрузку и проверку правильности взаимодействия всех механизмов в номинальном рабочем режиме. При отклонении от нормальной работы отдельных сборочных единиц, оборудования или снижении их производительности выполняют необходимые доводочные и наладочные работы, обеспечивающие вывод комплекса машин на проектные показатели и достижение четкой и безотказной работы на всех режимах. Трудоемкость этих работ составляет примерно 4-50% от общей трудоемкости.

Монтаж холодильного оборудования выполняется по типовым или индивидуальным проектам после окончания строительных работ. При разработке монтажной схемы и плана размещения холодильного оборудования предусматривают минимальную перепланировку строения и оптимальное размещение агрегатов, минимально возможную длину трубопроводов. Монтаж холодильной системы и пусконаладочные работы рекомендуется производить в определенной последовательности: установка агрегатов; монтаж трубопроводов и приборов автоматики; монтаж электрической схемы; испытание системы на герметичность; вакуумирование системы; заправка системы; пуск системы; регулировка приборов автоматики; контроль и регистрация рабочих параметров. Для выполнения работ по монтажу холодильного оборудования необходимы инструменты для монтажа труб, приспособления для пайки медных труб, устройства для вакуумирования и заправки холодильной системы, приборы для определения места негерметичности холодильной системы.

При пусконаладке холодильной системы необходимо контролировать ее рабочие параметры. Перечень контролируемых параметров и периодичность их проверки приведены в таблице 2.

Важной особенностью монтажной диагностики технического состояния молокоохладительных установок является возможность сопоставления отдельных процессов между собой без нахождения всех параметров действительного цикла. Параметры режима работы характеризуют величины давлений и температур. Одной из проблем в работе ремонтно-обслуживающего персонала является то, они не могут наблюдать процессов, происходящих внутри трубопроводов. Измерение давления требует проникновения внутрь холодильного контура, а измерение температуры производится снаружи.

Контролируемые параметры холодильной установки

Наименование параметра	Значение	Место контроля	Периодичность контроля (один раз)		
			в день	в неделю	в месяц
1	2	3	4	5	6
Температура	Проектное	Охлаждаемый объем	+		
Состояние испарителя	Проектное	Испаритель	+		
Уровень хладагента в ресивере	Не ниже смотрового стекла	Смотровое стекло		+	
Контроль расхода и влажности хладагента	Отсутствие пузырей и зеленый цвет	Смотровое стекло на жидкостной магистрали		+	
Частота пусков Компрессора	Не более семи пусков в час	Компрессор		+	
Уровень масла в картере компрессора	Не ниже $\frac{1}{4}$ и не выше $\frac{3}{4}$ стекла	Смотровое стекло на компрессоре		+	
Прозрачность и чистота масла					+
Температура Нагнетания	Не выше $130^{\circ}\text{C}$	Трубопровод нагнетания компрессора			+
Давление нагнетания		Запорный вентиль			+
Давление всасывания		Запорный вентиль			+
Перегрев на всасывании	Не ниже $8\text{K}$ и не выше $20\text{K}$	Всасывающий трубопровод			+

Рациональный режим работы молокоохладительной установки характеризуется определенными значениями перепадов температур между средами в теплообменных аппаратах, температурами перегрева пара на всасывании в компрессор и нагнетания. Например, понижение температуры нагнетания свидетельствует о работе компрессора «влажным ходом». Одной из характеристик при работе холодильного контура является степень переохлаждения жидкости на выходе из конденсатора, по которой понимается разность между температурой конденсации жидкости при данном давлении и температурой самой жидкости. В конденсаторе переохлаждение определяется как разность между температурой конденсации (считывается с манометра реле высокого давления) и тем-

пературой жидкостной магистрали, измеряемой на выходе из конденсатора (или в ресивере). Когда величина этого переохлаждения ( $4-7^{\circ}\text{C}$ ) выходит за пределы обычного диапазона температуры, это часто указывает на аномальное течение рабочего процесса. Так, слишком малое переохлаждение (менее  $4^{\circ}\text{C}$ ) свидетельствует о недостатке хладагента в конденсаторе, а повышенное (более  $7^{\circ}\text{C}$ ) – указывает на избыток хладагента в конденсаторе. Квалифицированный оператор не будет без оглядки добавлять хладагент в установку, не убедившись в отсутствии утечек и не удостоверившись, что переохлаждение аномально малое.

Характеристикой холодильного контура является величина перегрева паров хладагента на выходе из испарителя, который определяется как разность между температурой пара и испарения жидкости (из которой этот пар образовался) при постоянном давлении. Для испарителей перегрев пара представляет собой разность между температурой, измеренной с помощью термобаллона терморегулирующего вентиля, и температурой испарения, соответствующей показаниям манометра низкого давления (в большинстве случаев потерями давления в трубопроводе всасывания можно пренебречь ввиду их малости). Обычно считается, что в испарителях с прямым циклом расширения величина перегрева должна составлять от 5 до  $8^{\circ}\text{C}$ . Если оператор замечает, что перегрев выходит за пределы этого диапазона, можно говорить об аномалиях в работе установки. При этом значительная величина перегрева свидетельствует о том, что отверстие терморегулирующего вентиля практически закрыто и пропускает очень мало жидкости. Если перегрев слишком низкий, значит, отверстие терморегулирующего вентиля полностью открыто и пропускает много жидкости.

Технический персонал может проводить обслуживание холодильных установок с одинаковыми хладопроизводительностями, но различными хладагентами. При одной и той же температуре наружного воздуха в них реализуются совершенно одинаковые значения температуры конденсации. Поскольку соотношение между температурой конденсации и давлением насыщенных паров различно для разных хладагентов, то манометр высокого давления будет показывать около 1,0 МПа в установке на R12 и около 1,63 МПа в установке на R22 (если установка заправлена R134a, манометр высокого давления покажет 1,06 МПа). Перепад температур охлаждающего воздуха на входе и выходе, переохлаждение жидкости на выходе из конденсатора будет практически одинаковым или с очень небольшими отклонениями друг от друга. Ремонтник, учитывающий значения температур, а не давлений, обнаружит возможные отклонения в работе конденсатора независимо от типа установки и марки используемого хладагента.

Опыт ремонта холодильных установок показывает, что 99% всех возникающих неисправностей составляют 8 групп. Четыре из них снижают хладопроизводительность при одновременном аномальном падении давления испарения: слишком слабый терморегулирующий вентиль, нехватка хладагента, преждевременное дросселирование хладагента и недостаточная производительность испарителя. Пятая группа неисправностей снижает хладопроизводительность при повышенном значении давления испарения – слишком слабый компрессор. Три группы неисправностей вызывают аномальный рост давления конденсации: наличие несконденсировавшихся частиц, чрезмерная заправка и слишком слабый конденсатор.

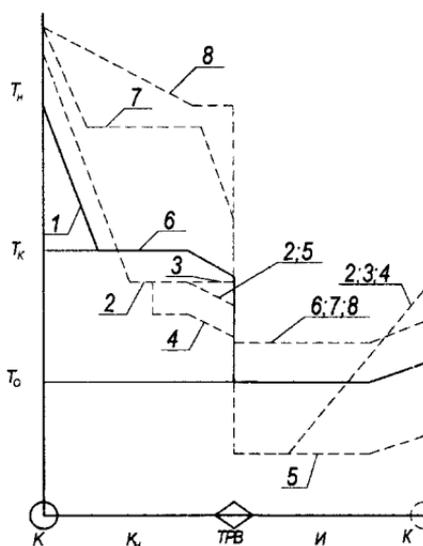
Неисправность, обусловленная недостаточной пропускной способностью терморегулирующего вентиля, охватывает большое число различных отказов, при которых появляются одинаковые симптомы. Так, повышенный перегрев указывает на нехватку жидкости в испарителе (рис. 2). Нормальное переохлаждение свидетельствует о заполненности конденсатора жидкостью. Почему же она не доходит до испарителя? Это может означать либо закупорку жидкостной магистрали, и тогда имело бы место преждевременное дросселирование, а оно отсутствует. Значит, ее поступлению в испаритель мешает, вследствие своей низкой пропускной способности, терморегулирующий вентиль.

После того, как ремонтник удостоверился в том, что причина аномальной работы установки заключается в недостаточной производительности терморегулирующего вентиля (падение хладопроизводительности, падение давления испарения, повышенный перегрев, нормальное переохлаждение, отсутствие температурного перепада на жидкостной линии), следует точно определить, какой дефект или ошибка обусловили низкую производительность терморегулирующего вентиля, чтобы устранить их. Основными причинами являются неправильная настройка терморегулирующего вентиля или плохой контакт термобаллона с трубопроводом, закупорка фильтра на входе в терморегулирующий вентиль и аномальное падение давления конденсации.

Если в холодильном контуре загрязнен испаритель, то это единственная неисправность, при которой одновременно с аномальным падением давления испарения реализуется нормальный или слегка пониженный перегрев. Причинами слабого испарителя могут быть загрязнение трубок и теплообменных ребер испарителя, чрезмерное скопление масла в испарителе или аномальное его обледенение. Если в холодильном контуре слабый компрессор, то это вызывает аномальный рост давления испарения при нормальном или даже несколько заниженном давлении конденсации и недостаточной хладопроизводительности. Причинами могут быть разрушение или потеря герметичности клапана компрессора, негерметичная прокладка головки блока между полостями низкого и высокого давлений, слишком толстая прокладка головки блока или клапанного механизма, производительность компрессора ниже производительности испарителя или слишком высокая тепловая нагрузка. Слабый конденсатор в холодильном контуре вызывает рост давления конденсации и ухудшает переохлаждение. Основными причинами слабого конденсатора могут быть загрязнение трубок и ребер конденсатора, проскальзывание ремня вентилятора.

Нехватка хладагента в испарителе вызывает рост перегрева, а нехватка хладагента в конденсаторе – снижение переохлаждения. Если перегрев и переохлаждение повышены одновременно, это обязательно означает нехватку жидкости и в испарителе и в конденсаторе, а следовательно и нехватку хладагента в контуре. Лучшим индикатором, указывающим на нормальную величину заправки хладагентом, является переохлаждение. Слабое переохлаждение говорит о том, что заправка недостаточна, сильное указывает на избыток хладагента. Высокий перегрев обязательно указывает на нехватку жидкости в испарителе (рис. 2). Это обуславливается тем, что поступлению жидкости препятствует терморегулирующий вентиль или на жидкостной линии имеется какая-то закупорка, которая вызывает перепад температур. Таким образом, в контуре происходит

преждевременное дросселирование. При дросселировании хладагента температура его снижается вследствие того, что при взаимном притяжении молекул внутренняя энергия газа включает как кинетическую энергию молекул, так и потенциальную энергию их взаимодействия. Расширение газа в условиях энергетической изоляции не меняет его внутренней энергии, но увеличивает потенциальную энергию взаимодействия молекул (поскольку расстояния между ними увеличиваются) за счет кинетической энергии. В результате замедления теплового движения молекул температура расширяющегося газа понижается. Основными причинами преждевременного дросселирования могут быть закупорка фильтра-осушителя и сужение проходного сечения жидкостной магистрали, частичное закрытие выходного вентиля жидкостного ресивера и неправильный подбор отдельных элементов холодильного контура, устанавливаемых на жидкостной линии. Хорошее переохлаждение означает либо чрезмерную заправку, либо наличие в хладагенте неконденсирующихся примесей.



**Рис. 2.** Симптомы неполадок холодильного оборудования:

*K* – компрессор; *K<sub>n</sub>* – конденсатор; *TPB* – терморегулирующий вентиль;

*I* – испаритель; *T<sub>0</sub>* – температура кипения; *T<sub>c</sub>* – температура конденсации;

*T<sub>n</sub>* – температура нагнетания;

1 – нормальный цикл; 2 – слабый TPB; 3 – нехватка хладагента;

4 – преждевременное дросселирование; 5 – слабый испаритель;

6 – слабый компрессор; 7 – чрезмерная заправка или наличие в контуре неконденсирующихся примесей; 8 – слабый конденсатор

## ЛИТЕРАТУРА

1. Казаровец, Н.В. Современные технологии и технический сервис в животноводстве: монография / Н.В. Казаровец, В.П. Миклуш, М.В. Колончук. – Минск.: БГАТУ, 2008.–788 с.