

## ТО и ремонт 41 гр.

06.11.2020г.

Тема: Устройство охладителей молока МХУ-8С, ТОМ-2А.

Изучите и запишите «Устройство охладителей молока МХУ-8С, ТОМ-2А» в тетрадь сфотографировать конспект и прислать мне на электронную почту или ВК.

Холодильная машина МХУ – 8 предназначена для получения искусственного холода.

Принцип работы холодильной установки основан на том явлении, что при кипении жидкостей из окружающей среды поглощается значительное количество тепла, в результате чего температура среды понижается.

На животноводческих фермах наибольшее распространение получили холодильные установки с компрессорами. Это так называемые компрессионные холодильные установки.

В холодильных машинах применяются различные жидкости, называемые холодильными агентами. В качестве холодильных агентов используют аммиак, фреон или хладон.

Температура кипения этих жидкостей при атмосферном давлении около  $243^{\circ}$  по шкале Кельвина ( $-30^{\circ}\text{C}$ ). Из физики известно, что температура кипения любой жидкости зависит от давления, под которым находится данная жидкость.

Холодильным агентом у установки типа МХУ является фреон-12 или хладон-12 ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  — дифтордихлорметан). Фреон в воде нерастворим, безвреден для человека и пищевых продуктов. Очень текуч. При соприкосновении с открытым пламенем образует ядовитое вещество — фосген.

Компрессионная фреоновая холодильная машина МХУ-8С представляет собой замкнутую герметичную систему (рисунок 1).

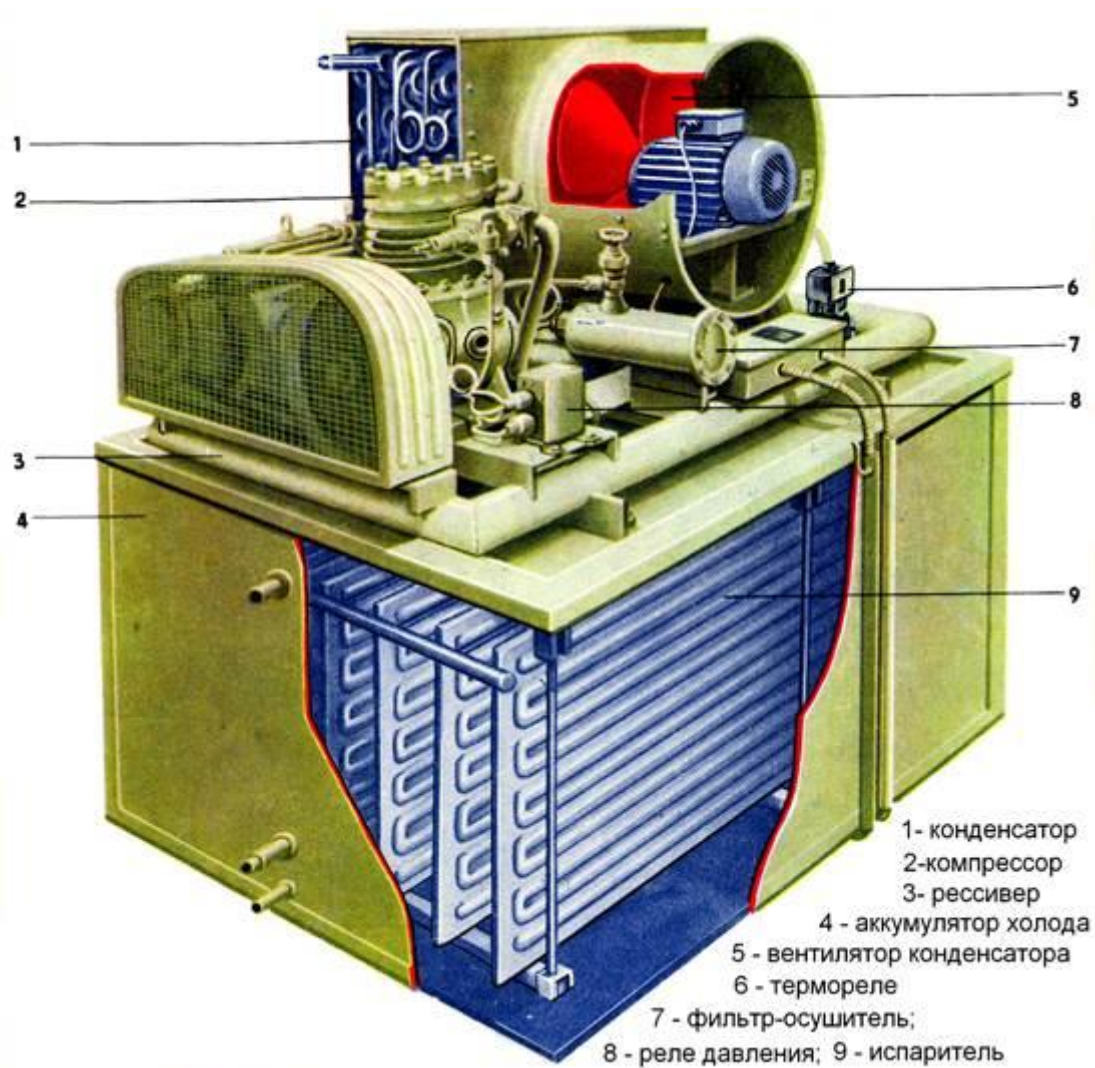


Рисунок 1 - Общий вид холодильной машины МХУ-8С

Холодильная установка МХУ-8С состоит из металлической ванны, заполняемой водой (аккумулятор холода). Внутри ванны (в воде) расположены панели испарителя 9. Над ванной установлена рама из труб, которая одновременно служит ресивером 3. На раме-ресивере смонтированы: компрессор 2 с электродвигателем, конденсатор 1 с осевым электровентилятором, фильтр-осушитель 7, теплообменник, приборы управления. В комплект установки входит центробежный насос с электродвигателем, используемый для подачи воды из аккумулятора холода к месту охлаждения молока.

Компрессор 2 холодильной машины служит для перекачивания газообразного фреона из испарителя, поддержания в нем пониженного давления и сжатия паров фреона до давления, при котором становится возможной их конденсация. Компрессор поршневого типа, непрямоточный двухцилиндровый с вертикальным расположением цилиндров, с воздушным охлаждением. Внутри цилиндра при помощи шатунно-кривошипного механизма совершает возвратно-поступательное движение поршень (рисунок 2).

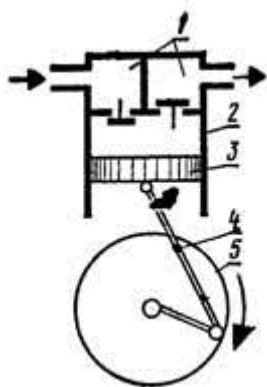


Рисунок 2 - Схема работы поршневого компрессора 1-клапаны; 2- цилиндр; 3-поршень; 4- шатунно-кривошипный механизм; 5- маховик

При движении поршня вверх всасывающий клапан закрывается. Поршень сжимает пары, в результате чего их температура возрастает. Когда давление сжатых паров превысит давление в конденсаторе, открывается нагнетательный клапан и поршень выталкивает пары из цилиндра в конденсатор.

Конденсатор 1 (рисунок 1) предназначен для охлаждения паров фреона. Конденсатор имеет ребристо-трубчатую конструкцию с воздушным охлаждением. Поверхность охлаждения около  $60 \text{ м}^2$ .

Ресивер 3 предназначен для сглаживания пульсаций, создаваемых компрессором и для хранения жидкого хладагента. Он выполнен в виде рамы из стальных труб.

Фильтр – осушитель 7 предназначен для удаления влаги из фреона и его фильтрации. Удаление влаги производится адсорбированием ее активированным силикагелем, который представляет собой бесцветные или голубоватые кристаллы кремниевой кислоты. Кристаллы способны поглощать влагу в количестве 10% к собственной массе. Капли свободной влаги, оказавшейся во фреоне, осушают, т.к. они замерзают в регулирующем вентиле и нарушают работу машины. Фильтр-осушитель монтируют после ресивера-накопителя.

Теплообменник — горизонтальный с поверхностью теплообмена около  $0,4 \text{ м}^2$ , максимальным допустимым рабочим давлением (избыточным), равным  $1,2 \text{ МПа}$  для жидкого фреона и  $0,8 \text{ МПа}$  для газообразного. Он представляет собой цилиндрическую стальную трубу, внутри которой помещен трехзаходный змеевик из медной трубки. По стальной трубе движутся пары фреона, имеющие низкую температуру. По змеевику противотоком проходит жидкий фреон.

Терморегулирующий вентиль подает в единицу времени в испаритель такое количество хладагента, которое успевает за это время испариться и уйти в компрессор.

Аккумулятор холода 4 с испарителем 9 - это теплообменный аппарат, в котором холодильный агент кипит за счет тепла, воспринимаемого от окружающей среды (воды).

Реле давления защищает машину от работы в аварийных режимах.

Технологическая схема универсальной холодильной машины МХУ-8С приведена на рисунке 3, 4.

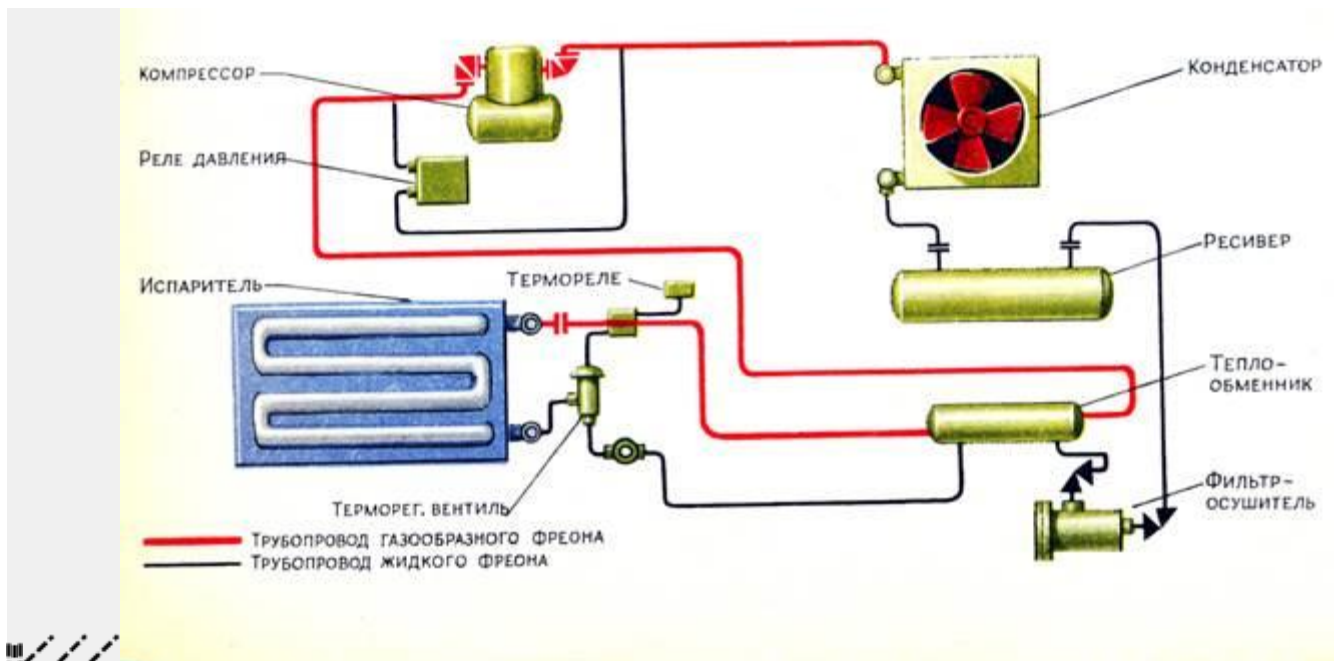


Рисунок 3 - Технологическая схема рабочего процесса компрессионной холодильной машины

Рабочий процесс холодильной установки протекает следующим образом. В испарителе кипящий фреон отбирает тепло у находящейся в баке охлаждаемой воды. Пары холодного фреона проходят в компрессор через теплообменник, где подогреваются до температуры  $273^{\circ}\text{K}$  ( $0^{\circ}\text{C}$ ) жидким фреоном, поступающим через фильтр-осушитель из ресивера. Давление во всасывающей стороне компрессора  $150\text{...}200$  кПа. Компрессор сжимает пары фреона до давления  $0,9\text{...}1,1$  МПа. Температура последнего при этом поднимается до  $330\text{...}350^{\circ}\text{K}$  (до  $80$  градусов по шкале Цельсия.)

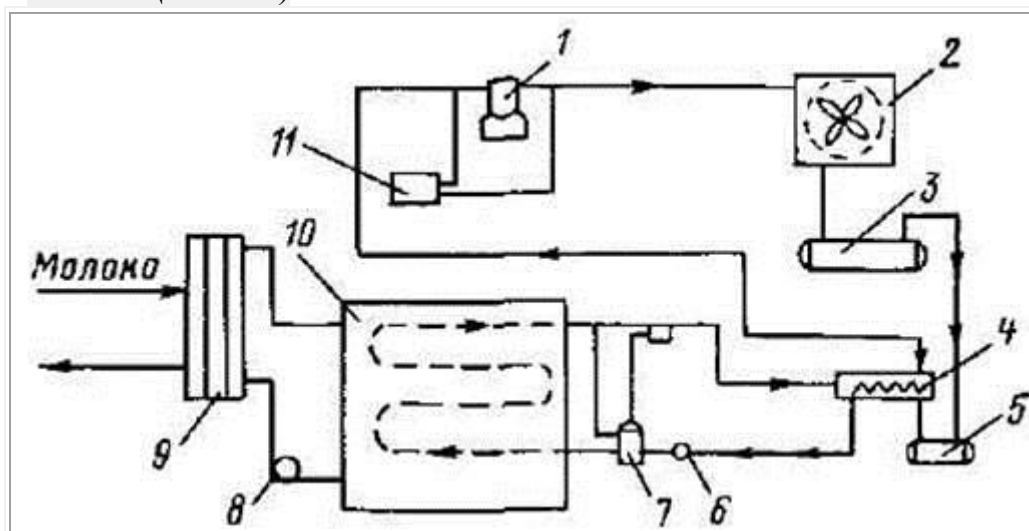


Рисунок 4 - Технологическая схема МХУ-8С

1 — компрессор, 2 — конденсатор, 3 — ресивер, 4 — теплообменник, 5 — фильтр-осушитель, 6 — смотровое устройство, 7 — терморегулирующий вентиль, 8 — водяной насос, 9 — пластинчатый охладитель, 10 — аккумулятор холода (испаритель), 11 — реле давления

Затем горячий фреон поступает в конденсатор, где он охлаждается воздухом, продуваемым вентилятором через трубки конденсатора, при этом газообразный фреон

переходит в жидкое состояние, то есть конденсируется. В конденсаторе пары фреона охлаждаются воздухом, подаваемым вентилятором, до температуры конденсации около 30°C. Жидкий фреон из конденсатора стекает в ресивер-накопитель, из ресивера - в фильтр-осушитель. Пройдя фильтр-осушитель, фреон попадает в теплообменник, где жидкий фреон охлаждается за счет фреона, отсасываемого компрессором из испарителя.

Из теплообменника жидкий фреон через смотровое окно поступает к терморегулирующему вентилю. Вследствие малого сечения проходного отверстия термовентиля фреон, поступающий через регулирующий вентиль в испаритель, дросселируется, и его давление резко падает (до 0,1...0,3 МПа). В испарителе жидкий фреон кипит, превращаясь в пар. Низкое давление в испарителе определяет низкую температуру кипения поступающего в него фреона. Кипящий фреон отнимает тепло у теплоносителя (воды), находящегося в ванне. По мере продвижения фреона по каналу испарителя количество жидкого фреона уменьшается, а количество паров, образовавшихся в результате кипения, возрастает. Сухие, перегретые пары фреона из испарителя отсасываются компрессором. Охлажденная вода подается водяным насосом в охладитель. Далее круговой рабочий цикл повторяется.

При работе холодильной машины в автоматическом режиме температурное реле поддерживает температуру воды в аккумуляторе холода в пределах 273,5...276° K (0,5...3,0°C).

При необходимости в аккумуляторе холода можно получать лед, намораживая его на панелях испарителя.

Установка МХУ-8С имеет систему автоматики, предназначенную для поддержания стабильного режима работы холодильного агрегата и контроля его показателей. Реле давления, терморегулирующий вентиль, термореле и датчик температуры дают возможность поддерживать в заданных пределах давление фреона на линиях высокого и низкого давления, регулировать заполнение испарителя жидким фреоном, а также поддерживать в аккумуляторе холода заданную температуру паров фреона при намораживании льда и заданную температуру воды.

Основные показатели компрессионных холодильных установок приведены в таблице 1.

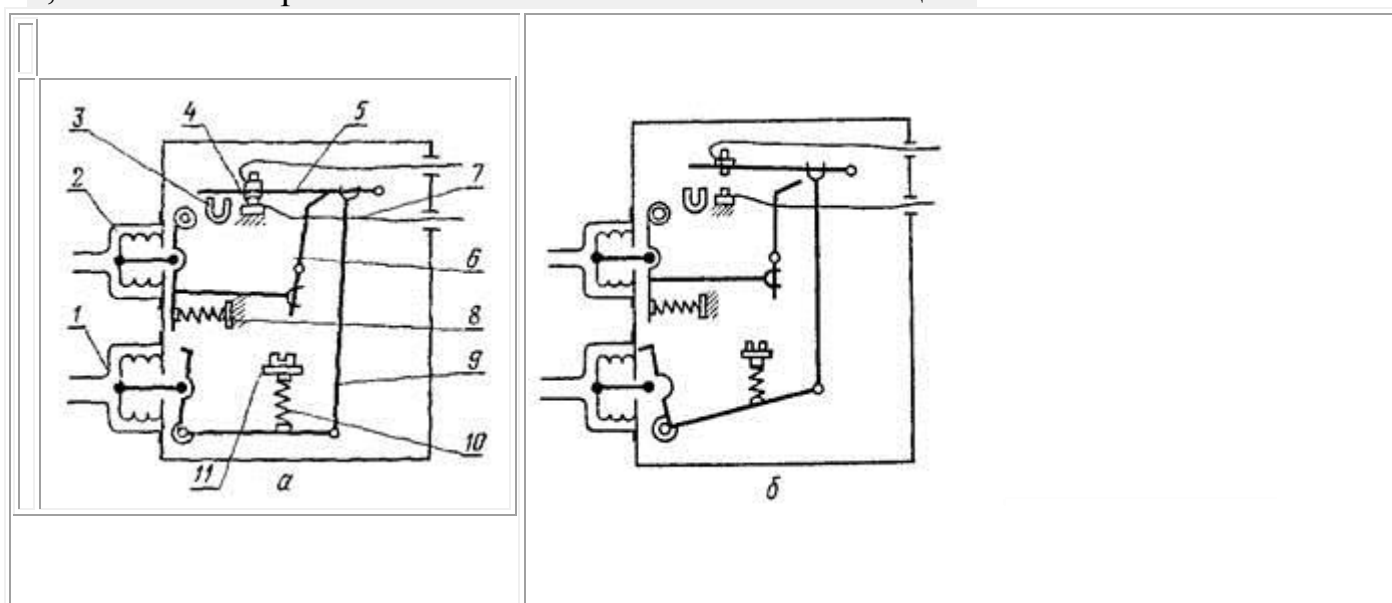
Таблица 1 - Технические характеристики холодильных машин

Показатель	МХУ-8С	МХУ -8П	МХУ -12
Холодопроизводительность, МДж			
Количество заправляемого вещества, кг			
- хладона 12 (ГОСТ 8501—57)			
- масла XR-12 (ГОСТ 5546— 59)	1,3	1,3	2,6
Марка компрессора	ФВ-6	ФВ-6	2ФВ-6,5
Число компрессоров			
Часовой объем, описываемый поршнем, м <sup>3</sup> /ч	20,7	20,7	18,2
Число цилиндров			2x2
Потребляемая мощность электродвигателя, кВт			

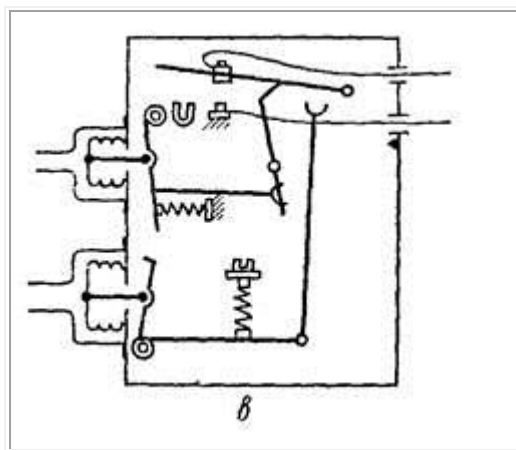
Компрессора	6,3	4,5	6,8
Вентилятора	0,6	0,6	0,6x2
Водяного насоса	1,7	1,7	1,7
Подача вентилятора, м <sup>3</sup> /ч			5000x2
Вместимость аккумулятора холода (ванны), м <sup>3</sup>	0,95	0,47	1,1

**Реле давления** Для регулирования давления фреона в холодильной установке служит реле давления (рисунок 5). Оно автоматически замыкает и размыкает электрические контакты в цепи питания катушки магнитного пускателя при изменении контролируемого давления. Во фреоновых холодильных установках применяют двухсильфонные реле давления РД-1 или РД-6. Двухсильфонное реле давления РД-1 объединяет два самостоятельно действующих механизма — маноконтроллер 2 (реле высокого давления) и прессостат 1 (реле низкого давления). Оба механизма смонтированы в одном корпусе и воздействуют на одни и те же электрические контакты 4. Сильфон прессостата подключен к всасывающему трубопроводу непосредственно реагирует на изменения давления в испарителе. Сильфон маноконтроллера подсоединен к нагнетательному трубопроводу. В машинах МХУ-8С в реле давления сильфон прессостата настраивают на выключение (на размыкание контактов) при давлении 49 кПа и на включение (замыкание контактов) при давлении 98 кПа. Сильфон маноконтроллера настраивают на выключение при давлении 1,12 МПа и на включение при 0,88 МПа.

Работает реле следующим образом: если давление во всасывающей линии становится ниже нормы (49 кПа), то уменьшается и давление на сильфон прессостата. Под действием пружины 10 рычаг 11 поворачивается против часовой стрелки и воздействует на рычаг 9, который, в свою очередь, нажимает на контактную пластину 5, и контакты 4 размыкаются. Контакты 4 включены в цепь

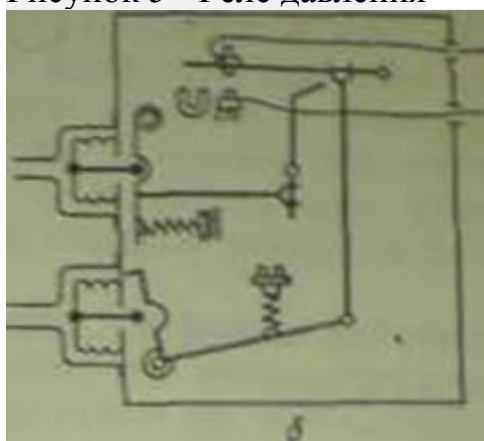






а - рабочее положение; б- сработал сильфон маноконтроллера; в - сработал сильфон прессостата:  
 1- прессостат; 2- маноконтроллер; 3- магнит; 4- электрические контакты; 5- контактная пластина; 6- механизм выключения; 7- провод; 8- пружина; 9- рычаг; 10- пружина; 11- Г-образный рычаг.

Рисунок 5 - Реле давления

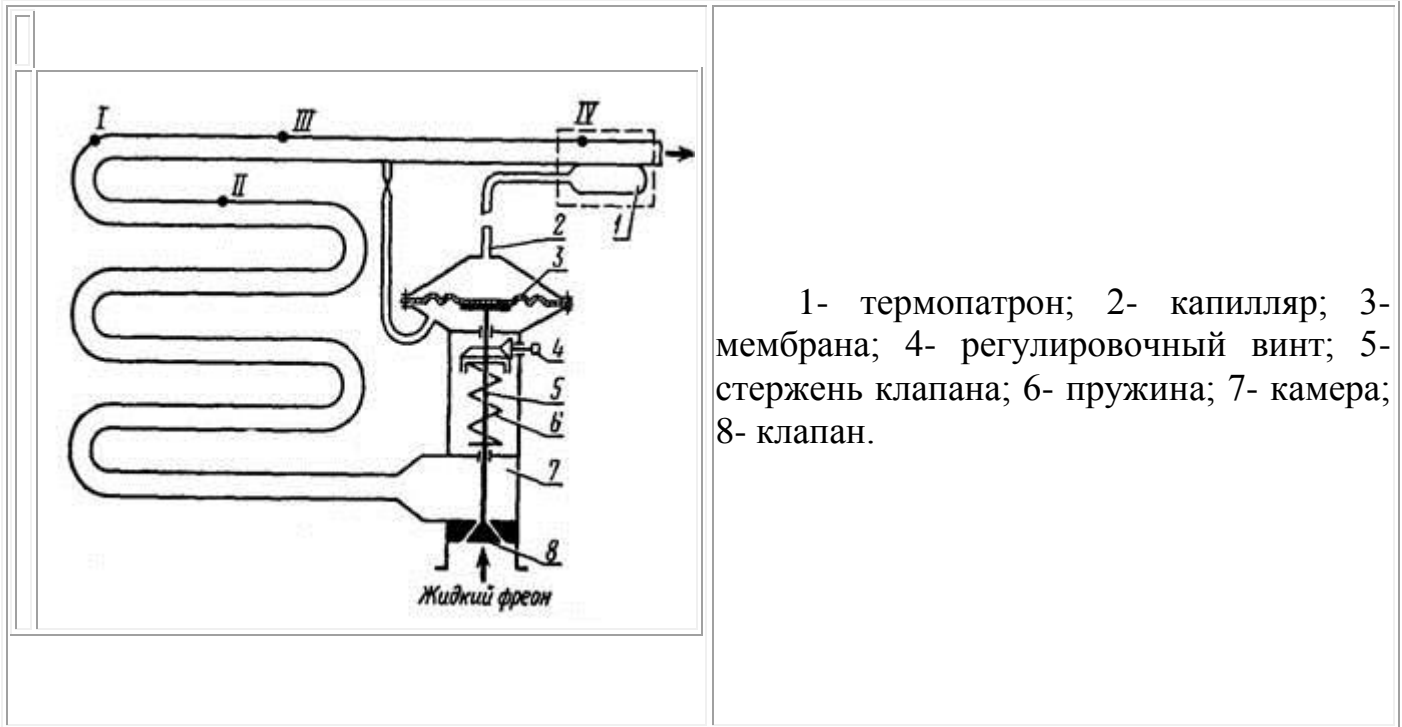


катушки магнитного пускателя электродвигателя компрессора.

При размыкании контактов 4 электродвигатель компрессора останавливается. При восстановлении давления во всасывающей линии до нормы рычаг 11 поворачивается по часовой стрелке и тяга 9, воздействуя на контактную пластину 5, замыкает контакты. При увеличении давления в линии нагнетания выше нормы (1,12 МПа) сильфон 2 сжимается и, преодолевая пружину 8, поворачивает рычаг против часовой стрелки. Собачка механизма мгновенного выключения 6 отбрасывает контактную пластину 5, и контакты 4 размыкаются. При снижении давления в линии нагнетания до 0,88 МПа пружина 8 устанавливает рычаг в исходное положение, и контакты 4 замыкаются. Постоянный магнит 3, устанавливаемый на панели, обеспечивает быстроту замыкания и размыкания контактов 4, что уменьшает новообразование и подгорание контактов.

**Терморегулирующий вентиль.** При колебаниях тепловой нагрузки охлаждаемого объекта (бака аккумулятора холода) и, следовательно, испарителя изменяется количество выкипающего в нем жидкого фреона в единицу времени. Чем выше тепловая нагрузка, тем больше жидкого фреона превратится в пар. Поэтому при повышенной тепловой нагрузке должно увеличиваться поступление жидкого фреона в испаритель, при снижении тепловой нагрузки поступление жидкого фреона должно уменьшаться, т. е. в единицу времени в испаритель должно поступать столько жидкого фреона, сколько его выкипает. Если при повышении тепловой нагрузки поступление жидкого фреона не увеличивать, то теплопередающая поверхность испарителя используется не полностью, его производительность снижается, что экономически невыгодно. Если при снижении тепловой нагрузки не уменьшать поступления жидкого фреона в испаритель, то произойдет его переполнение. Жидкий фреон может

попасть во всасывающий трубопровод, затем в компрессор и вызвать гидравлический удар, что может привести к аварии. Для автоматического регулирования подачи жидкого фреона в испаритель в установках типа МХУ-8С применяют терморегулирующие вентили ТРВ. Терморегулирующий вентиль регулирует заполнение испарителя жидким фреоном в зависимости от температуры паров фреона, отходящих от испарителя. В установках типа МХУ-8С чаще встречаются терморегулирующие вентили с внешним уравниванием (рисунок 6).



1- термопатрон; 2- капилляр; 3- мембрана; 4- регулировочный винт; 5- стержень клапана; 6- пружина; 7- камера; 8- клапан.

Рисунок 6 - Схема терморегулирующего вентиля

Терморегулирующий вентиль состоит из термопатрона 1, капиллярной трубки 2, мембраны 3, регулировочного винта 4, стержня клапана 5, пружины 6, клапана 8 и камеры 7. Термопатрон, капилляр и полость над мембраной заполнены фреоном. Мембрана толщиной 0,15 мм сделана из бериллиевой бронзы. Для увеличения гибкости на поверхности мембраны нанесены кольцевые гофры. На клапан снизу действует пружина 6, стремящаяся закрыть отверстие, через которое поступает фреон. Полость под мембраной соединена со всасывающим трубопроводом компрессора. Термопатрон крепится к всасывающему трубопроводу на выходе из испарителя. Он воспринимает тепло отсасываемых паров фреона из испарителя и поэтому должен быть хорошо термоизолирован от окружающей среды. Работает терморегулирующий вентиль следующим образом. Жидкий фреон под большим давлением через отверстие клапана поступает в камеру 7, давление фреона снижается, в результате чего часть жидкого фреона испаряется, охлаждается и уже в виде парожидкостной смеси поступает в испаритель. По мере продвижения по испарителю парожидкостная смесь кипит и полностью превращается в пар. Кипя, фреон отнимает тепло от охлаждаемой воды в баке аккумулятора. Предположим, что в точке 1 весь фреон превратился в пар. При дальнейшем движении паров фреона от точки 1 до точки 4 происходит перегрев пара, т. е. повышение его температуры по отношению к точке кипения. Терморегулирующие вентили настраивают таким образом, чтобы температура перегрева паров фреона была в пределах 3...4°С. Термопатрон,



устанавливаемый в точке 4, воспринимает тепло перегретых паров, находящийся в нем фреон нагревается, увеличивается в объеме и давит на мембрану 3.

### **Охладители молока**

Почти все способы охлаждения молока на фермах основаны на том, что молоко отдает тепло охлаждающей жидкости через разделяющую их стенку, обычно до температуры 4°C.

Различают искусственный и естественный способы охлаждения молока.

Наиболее простой способ охлаждения молока – естественный. Продукт охлаждают до температуры 4...8°C. Но этот способ требует большого расхода пресной воды.

Современные охладители молока можно классифицировать по следующим основным признакам:

- по характеру соприкосновения с окружающим воздухом: открытые оросительные и закрытые проточные;
- по профилю рабочей поверхности: трубчатые и пластинчатые;
- по числу секций: односекционные, двухсекционные и многосекционные;
- по конструкции: однорядные и многорядные;
- по форме: плоские и круглые;
- по воздействиям, вызывающим продвижение продукта: под напором, с использованием вакуума или собственной массы продукта;
- по относительному направлению движения теплообменивающихся сред: прямоточные, противоточные и с перекрестным движением сред.

### **Устройство и работа ТОМ-2А**

Резервуар (танк) – охладитель молока ТОМ – 2А предназначен для охлаждения, очистки и длительного хранения молока на животноводческих фермах.

Резервуар – охладитель состоит из (рис.5) фреоновой одноступенчатой холодильной установки и изолированного корпуса. В состав холодильной установки входит компрессорно – конденсаторный агрегат, который состоит из сальникового компрессора ФУ – 12, работающего на фреоне R – 12, фильтра – осушителя и конденсатора с воздушным охлаждением. Агрегат расположен на одной раме с изолированным корпусом.

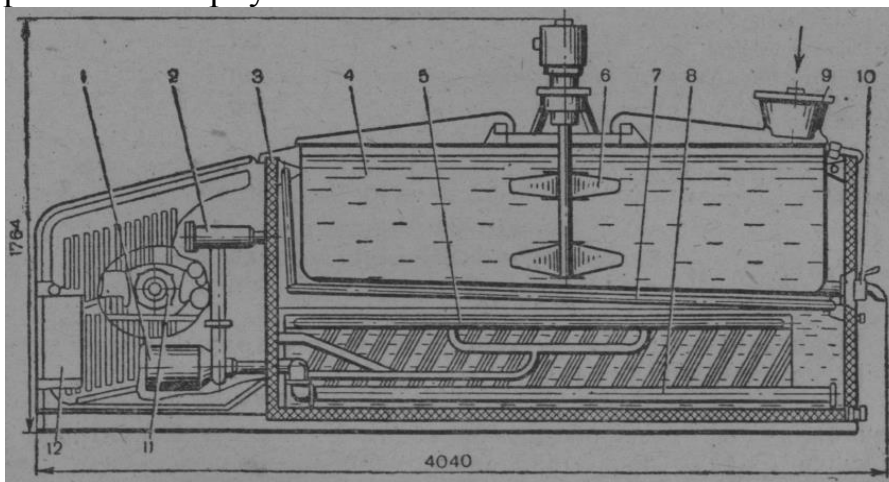


Рис.5. Схема резервуара-охладителя молока ТОМ-2А:

1-водяной насос, 2-фильтр, 3-изоляция, 4-молочная ванна, 5-испаритель, 6-мешалка, 7 и 8-система орошения, 9-фильтр для молока, 10-сливной кран, 11-компрессор, 12-шкаф управления

Корпус резервуара – охладителя является основанием бака аккумулятора холода, в котором смонтирован панельный испаритель. Снаружи корпус изолирован специальным материалом и покрыт декоративным пластиком. В корпусе установлены молочная ванна и система орошения. Сверху ванна имеет две большие прямоугольные крышки с горловинами для установки цедилки и слива молока. В средней части на траверсе крепятся редуктор с мешалкой, электроконтактный термометр и мерная линейка. Механическая мешалка состоит из привода, вала с лопастями и устройства для подвода моющей жидкости. Вал мешалки полый, в нем имеются отверстия для разбрызгивания моющего раствора по внутренней поверхности молочной ванны. Снизу вал имеет отверстие для стока остатков молока или моющей жидкости. Это отверстие при работе закрывают пробкой. Оросительное устройство, выполненное из перфорированных труб, образует два замкнутых контура по верхнему периметру и днищу ванны. Через отверстие в трубах охлаждающая вода из бака – аккумулятора разбрызгивается по наружной поверхности ванны.

Для аккумуляции необходимого количества холода холодильную машину включают перед циклом охлаждения за 3...4 часа. После намораживания на панелях испарителя около 400 кг льда срабатывает температурное реле, и компрессор автоматически выключается.

Молоко сквозь фильтр 9 поступает в молочную ванну, в которой охлаждается во время работы системы орошения. Охлаждающая вода из корпуса резервуара поступает в коллектор и подается насосом сквозь фильтр 2 в систему орошения. Через отверстия в трубах вода омывает наружную поверхность ванны, охлаждая ее стенки и днище. Отработанная вода стекает во внутреннюю ванну. Днище молочной ванны имеет уклон к крану 10 для слива молока. Конечная температура молока в ванне поддерживается автоматически. Внутренняя ванна – аккумулятор холода. Вода, соприкасаясь со льдом, замороженным на панелях испарителя, вновь охлаждается.

Техническая характеристика резервуара (танка) – охладителя молока ТОМ – 2А

Производительность при охлаждении молока, л/сутки.....	5400-7200
Вместимость ванны, л:	
геометрическая.....	2000
рабочая.....	1800
Время, ч:	
аккумуляции холода.....	3-4
охлаждения молока.....	2-2,5
Температура молока, °С:	
поступающего.....	36
охлажденного.....	6
Холодильная установка.....	МХУ – 12 Т
Холодопроизводительность, ккал / ч.....	8500
Электродвигатель компрессора:	
мощность, кВт.....	5,5
число оборотов, мин <sup>-1</sup> .....	2910
Электродвигатель вентилятора:	
мощность, кВт.....	0,8
число оборотов, мин <sup>-1</sup> .....	1350

Электродвигатель мешалки:

мощность, кВт.....0,27

число оборотов, мин<sup>-1</sup>.....1400

Конденсатор:

марка.....КВ –75

поверхность теплообмена, м<sup>2</sup>.....75

Испаритель:

марка.....ИПП – 20

поверхность теплообмена, м<sup>2</sup>.....21,4

Хладагент.....фреон – 12

Смазочное масло.....Ф – 12 – 18

Водяной насос системы орошения:

марка.....15 - КМ – 6

производительность, м<sup>3</sup> / ч.....8,6

напор, кПа.....181

Габаритные размеры (высота с мешалкой), мм.....4040 □ 1670 □ 1764

Масса , кг.....1522