

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра механизации животноводства  
и электрификации сельскохозяйственного производства

*К. А. Мачёхин, П. Ю. Крупенин*

**ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА  
ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА  
УСТАНОВКА МОЛОКООХЛАДИТЕЛЬНАЯ  
SMZ 40**

*Методические указания по выполнению лабораторной работы  
для студентов, обучающихся по специальности  
1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов  
сельскохозяйственного производства*

Горки  
БГСХА  
2023

УДК 636.3:637.133(072)

*Рекомендовано методической комиссией  
факультета механизации сельского хозяйства.  
Протокол № 3 от 21 ноября 2022 г.*

Авторы:

старший преподаватель *К. А. Мачёхин*;  
кандидат технических наук, доцент *П. Ю. Крупенин*

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *В. И. Коцуба*

**Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства. Установка молокоохладительная SMZ 40 : методические указания по выполнению лабораторной работы / К. А. Мачёхин, П. Ю. Крупенин. – Горки : БГСХА, 2023. – 27 с.**

Описаны устройство, принцип работы, настройка и порядок эксплуатации молокоохладительной установки SMZ 40.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства.

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2023

**Цель работы:** изучить устройство, принцип работы, настройку и порядок эксплуатации молокоохладительной установки SMZ 40.

**Материалы и оборудование:** установка молокоохладительная SMZ 40, учебные плакаты.

**При выполнении работы необходимо:**

- 1) изучить назначение, устройство и принцип работы узлов молокоохладительной установки SMZ 40;
- 2) изучить назначение элементов на панели управления установки;
- 3) научиться эксплуатировать молокоохладительную установку SMZ 40 в режимах охлаждения молока и автоматической промывки;
- 4) составить отчет о выполнении лабораторной работы.

**Содержание отчета:**

- 1) описать назначение и общее устройство установки SMZ 40;
- 2) вычертить принципиальную схему холодильной машины;
- 3) описать работу системы промывки.

Установки молокоохладительные серии SMZ (производитель – WSK «PZL-KROSNO» S. A., Республика Польша) предназначены для охлаждения и хранения молока, а также других пищевых продуктов с плотностью не более  $1100 \text{ кг/м}^3$  и начальной температурой от 35 до 4 °С. Установки работают по схеме непосредственного охлаждения, т. е. теплота от охлаждаемого продукта (молока) отбирается непосредственно испарителем холодильной машины, расположенным в нижней части резервуара (молочного танка).

Установки серии SMZ выпускаются в двух исполнениях: на 2 или 4 надоя. Различие между исполнениями заключается в следующем. Согласно регламенту свежесвыдоенное молоко должно быть охлаждено до температуры хранения (4 °С) менее чем за 3 ч. Установка на 2 надоя укладывается в этот интервал времени при заполнении молочного танка не более чем на  $\frac{1}{2}$  (50 %) от его номинального объема, на 4 надоя – не более чем на  $\frac{1}{4}$  (25 %). Из этого следует, что установки с исполнением на 2 надоя рассчитаны на заполнение молоком за две дойки (например, утреннюю и вечернюю), на 4 надоя – за 4 дойки.

Техническая характеристика молокоохладительных установок серии SMZ приведена в таблице.

Установка молокоохладительная SMZ 40 состоит из молочного танка 1 (рис. 1), компрессорно-конденсаторного агрегата 2, автомата промывки 4 и пульта управления 3.

### Техническая характеристика установок серии SMZ

Параметры	Марка							
	SMZ 21		SMZ 32		SMZ 40		SMZ 60	
Исполнение	4 на- доя	2 на- доя	4 на- доя	2 на- доя	4 на- доя	2 на- доя	4 на- доя	2 на- доя
Объем резервуара, л	2100		3200		4000		6000	
Холодильный агент	R-404a или R-22							
Частота вращения мешалки, об/мин	32							
Параметры электропитания	3×380 В, 50 Гц							
Потребляемая мощность, кВт: в режиме охлаждения	3,2	5,3	4,8	8,4	5,3	11,0	8,4	12,0
в режиме промывки	8,5		9,1					
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/л молока	0,015...0,017							
Масса, кг	430	460	530	580	640	690	830	850
Объем воды в установке в режиме циркуляционной промывки, л	46 ± 3,0		55 ± 4,0		60 ± 4,5		65 ± 4,5	
Габаритные размеры, мм:								
длина	2830		3330		3370		3870	
ширина	1200		1350		1460		1650	
высота	1690		1850		1950		2110	
Минимальная площадь помещения для установки, м <sup>2</sup>	18		20		20		26	

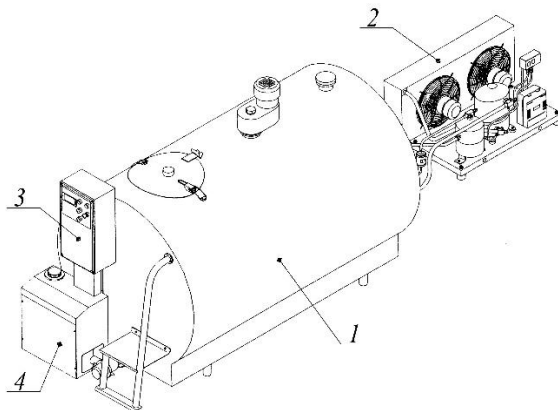


Рис. 1. Общий вид установки молокоохладительной SMZ 40:  
1 – молочный танк; 2 – компрессорно-конденсаторный агрегат;  
3 – пульт управления; 4 – автомат промывки

*Молочный танк* (рис. 2) представляет собой теплоизолированный резервуар с двойными стенками из нержавеющей стали марки AISI 304. Внутри резервуара расположена мешалка 10, приводимая в движение мотор-редуктором 5, и две моечные головки в виде самовращающегося 4 и неподвижного дискового разбрызгивателей. В верхней части молочный танк имеет отдушину 3, предназначенную для впуска и выпуска воздуха из резервуара, и люк с крышкой 6. Для измерения количества молока в горловине люка установлена мерная линейка. Перевод значений уровня молока, определяемого по линейке в миллиметрах, в объем молока в литрах осуществляется по переводной таблице из руководства по эксплуатации установки. Кран 8 используется как для слива молока из танка, так и для подключения его к автомату промывки 9.

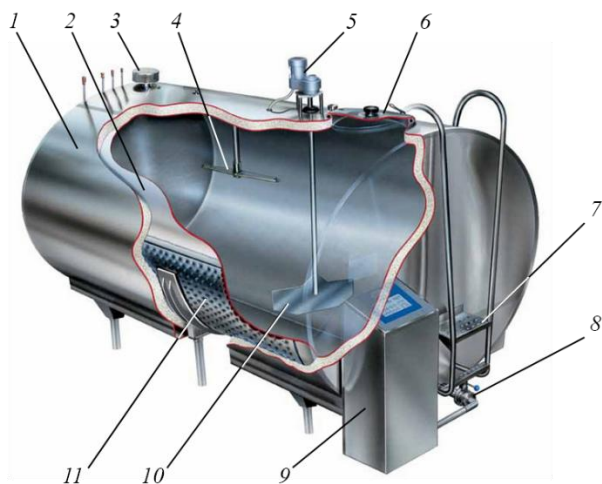


Рис. 2. Устройство молочного танка:

1 – внешний корпус; 2 – внутренний корпус; 3 – отдушина; 4 – самовращающийся разбрызгиватель; 5 – мотор-редуктор; 6 – крышка люка; 7 – лестница; 8 – молочный кран; 9 – автомат промывки; 10 – мешалка; 11 – испаритель

Пространство между внешним 1 и внутренним 2 корпусом танка заполнено теплоизоляцией – полиуретановой пеной, предохраняющей молоко от поступления тепла из окружающей среды. В случае отклю-

чения холодильного агрегата скорость повышения температуры молока составляет не более 1 °С за 8 ч при температуре окружающего воздуха 25...30 °С.

Установка молокоохладительная SMZ 40 оборудована *компрессионной холодильной машиной*, принцип работы которой основан на поглощении и выделении теплоты рабочим веществом (хладагентом) во время фазовых переходов. Испарение (фазовый переход из жидкого агрегатного состояния в газообразное) хладагента сопровождается поглощением теплоты, а противоположный ему процесс конденсации – выделением теплоты.

Марки хладагентов, также именуемых в русскоязычной литературе «хладонами» или «фреонами», по межгосударственному стандарту ГОСТ ISO 817-2014 обозначаются латинской буквой R (от слова refrigerant) с последующим цифровым обозначением, например R-22, R-134a, R-600 и т. п. В зависимости от температуры кипения при атмосферном давлении хладагенты подразделяются на следующие группы: с высокой температурой кипения (0...60 °С), со средней температурой кипения (-50...0 °С), с низкой температурой кипения (-130...-50 °С).

Молокоохладительная установка SMZ 40 заряжена хладагентом R-404a, который, в свою очередь, является смесью хладагентов R-125 (44 %), R-143a (52 %), R-134a (4 %). Хладагент R-404a представляет собой бесцветную летучую жидкость со слабым сладковатым запахом. Температура кипения R-404a при атмосферном давлении составляет -46,45 °С. Хладагент R-404a не представляет опасности для озонового слоя планеты, однако является сильным парниковым газом (потенциал глобального потепления GWP равен 3922, т. е. поступление в атмосферу 1 кг R-404a эквивалентно выбросу 3922 кг углекислого газа). При нормальных условиях хладагент R-404a нетоксичен для человека и животных, однако при нагреве до высокой температуры (>250 °С) распадается с образованием ядовитых продуктов, в связи с чем перед выполнением паечных работ соединяемые элементы холодильной техники должны быть освобождены от хладагента и продукты сухим воздухом.

Основными узлами холодильной машины установки SMZ 40 являются отдельно стоящий компрессорно-конденсаторный агрегат 2 (см. рис. 1) и установленный внутри молочного танка испаритель 11 (см. рис. 2).

*Компрессорно-конденсаторный агрегат* (рис. 3) состоит из герметичного компрессора 3, ресивера 4, конденсаторного узла 2, смонтиро-

ванных на общей плите-основании 1, а также управляющей и регулирующей аппаратуры.

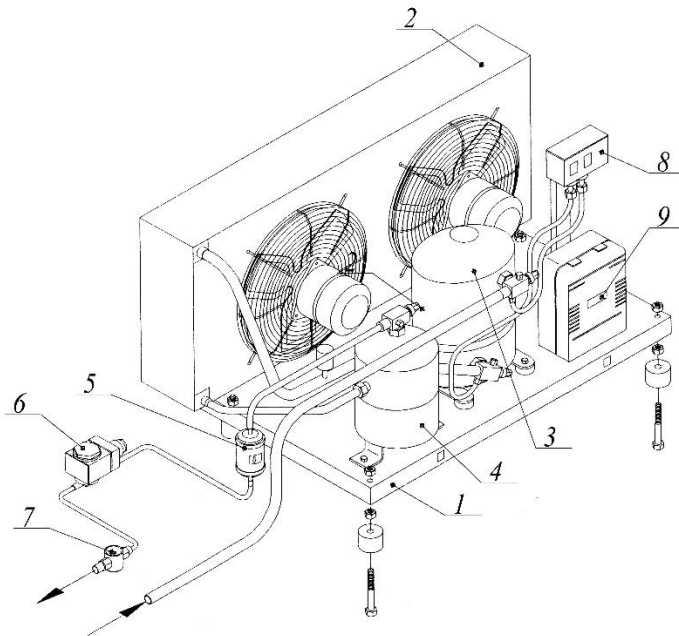
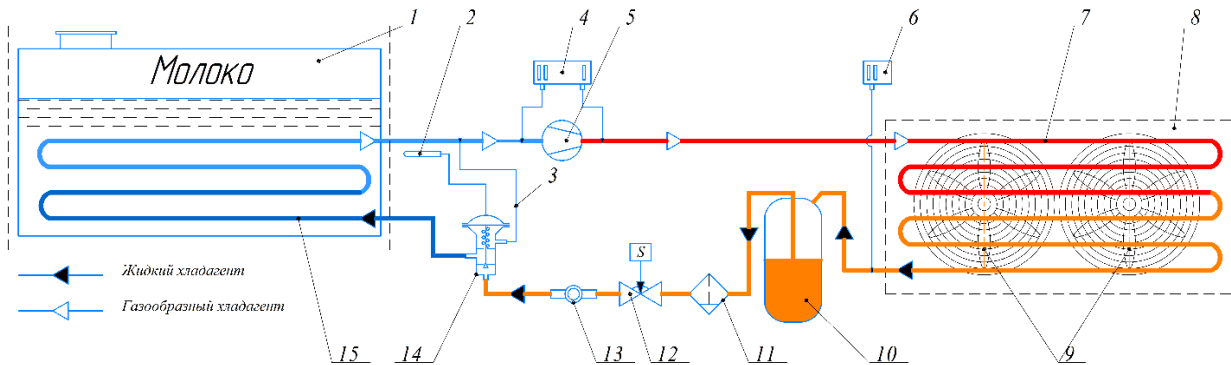


Рис. 3. Общий вид компрессорно-конденсаторного агрегата:  
1 – плита-основание; 2 – конденсаторный узел; 3 – компрессор; 4 – ресивер;  
5 – фильтр-осушитель; 6 – электромагнитный клапан; 7 – смотровое устройство;  
8 – двухблочное реле давления; 9 – щит электротехнический

*Рабочий процесс холодильной машины* установки SMZ 40 протекает следующим образом. Компрессор 5 (рис. 4) отсасывает пары хладагента из испарителя 15, сжимает их и нагнетает в конденсатор 7. В конденсаторе горячие пары хладагента охлаждаются воздушным потоком, создаваемым вентиляторами 9, конденсируются и собираются в ресивере 10. Жидкий хладагент из ресивера проходит через фильтр-осушитель 11, электромагнитный клапан 12, смотровое устройство 13 и подается к терморегулирующему вентилю 14. Пройдя через терморегулирующий вентиль, хладагент поступает в испаритель 15, в котором из-за более низкого давления закипает и испаряется. В процессе испарения температура хладагента снижается и он отнимает тепло от нахо-

дящегося в танке *1* молока. Далее пары хладагента вновь всасываются компрессором *5*, и цикл повторяется.



∞

Рис. 4. Принципиальная схема холодильной машины установки SMZ 40:

- 1 – молочный танк; 2 – термобаллон; 3 – уравнивающая линия; 4 – двухблочное реле давления; 5 – компрессор;  
 6 – одноблочное реле давления; 7 – конденсатор; 8 – конденсаторный узел; 9 – вентиляторы; 10 – ресивер;  
 11 – фильтр-осушитель; 12 – электромагнитный клапан; 13 – смотровое устройство;  
 14 – терморегулирующий вентиль; 15 – испаритель

Компрессор 5 (см. рис. 4) является главным элементом холодильной машины. В молокоохладительной установке SMZ 40 используется герметичный поршневой компрессор Danfoss Maneurop серии MTZ. Компрессор представляет собой герметичный кожух 7 (рис. 5), внутри которого на амортизаторах 10 установлен компрессорный агрегат, состоящий из электродвигателя 8 и поршневого компрессора.

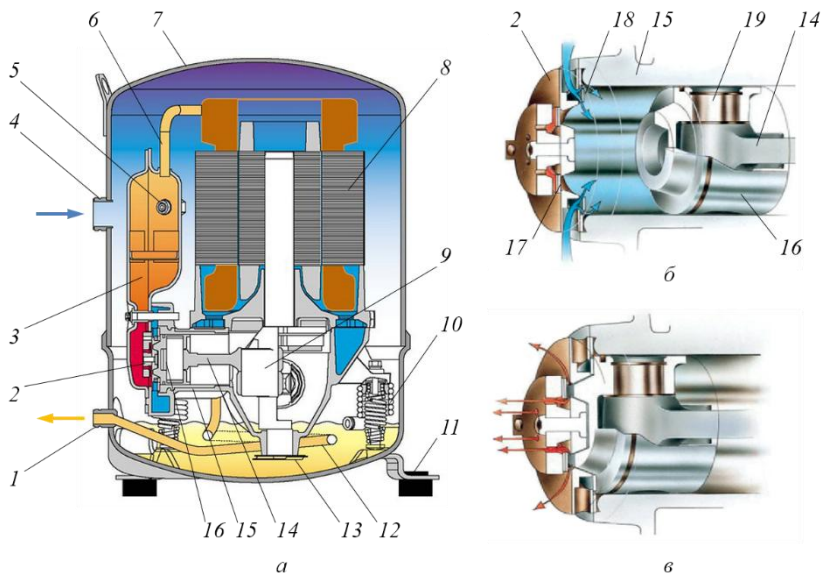


Рис. 5. Герметичный поршневой компрессор Danfoss Maneurop серии MTZ:

*а* – общее устройство компрессора; *б* – такт всасывания; *в* – такт нагнетания;

1 – нагнетательный патрубок; 2 – головка цилиндра; 3 – глушитель; 4 – всасывающий патрубок; 5 – предохранительный клапан; 6 – нагнетательный трубопровод; 7 – кожух; 8 – электродвигатель; 9 – коленчатый вал; 10 – амортизатор; 11 – опора; 12 – змеевик; 13 – маслопарный диск; 14 – шатун; 15 – цилиндр; 16 – поршень; 17 – нагнетательный клапан; 18 – всасывающий клапан; 19 – поршневой палец

Принцип работы компрессора заключается в следующем. Газообразный хладагент поступает внутрь кожуха 7 через всасывающий патрубок 4. При движении поршня 16 от верхней мертвой точки к нижней мертвой точке (рис. 5, б) газ через всасывающий клапан 18 поступает в цилиндр 15. При обратном движении поршня (рис. 5, в) хладагент внутри цилиндра сжимается и через нагнетательный клапан 17 вытесняется в глушитель 3, далее проходит по нагнетательному трубо-

проводу 6, змеевику 12 и выходит из компрессора через нагнетательный патрубок 1.

Для смазки кривошипно-шатунного механизма компрессора в коленчатом вале 9 выполнены масляные каналы. Подача в них масла производится за счет центробежной силы, возникающей при вращении маслonaпорного диска 13. Для контроля за уровнем масла в кожухе 7 имеется смотровое стекло – масло должно закрывать от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{3}{4}$  его высоты. Охлаждение обмоток электродвигателя 8 обеспечивается парами холодного хладагента, всасываемого в кожух компрессора через патрубок 4.

Змеевик 12, по которому движется сжатый горячий хладагент, обеспечивает подогрев масла в картере, а также ускоряет испарение жидкого хладагента в случае его попадания в компрессор. При необходимости эксплуатировать компрессор при низкой (менее 10 °С) температуре окружающего воздуха требуется установка электрического подогревателя масла.

В результате сжатия в цилиндре компрессора температура хладагента повышается. Сжатый горячий хладагент поступает в глушитель 3, а затем в змеевик 12. Так как глушитель и змеевик установлены в кожухе 7, внутрь которого через патрубок 4 одновременно всасывается холодный хладагент из испарителя, между сжатым и всасываемым газами происходит теплообмен. Подобная рекуперация теплоты, обеспечивающая подогрев всасываемого хладагента и, как следствие, повышение его давления, снижает потребление энергии компрессором на последующее его сжатие, а охлаждение уже сжатого компрессором хладагента уменьшает нагрузку на конденсаторный узел 8 (см. рис. 4).

Двухблочное реле давления 4 (см. рис. 4) предназначено для включения и отключения компрессора 5 в зависимости от давления во всасывающей и нагнетательной линиях. Реле давления (рис. 6) состоит из блоков низкого и высокого давления. Штуцер 1 блока низкого давления подключается к всасывающей линии компрессора, штуцер 5 блока высокого давления – к нагнетательной.

Рассмотрим работу блока низкого давления реле. При повышении давления во всасывающей линии сильфон 6 расширяется – его длина увеличивается и шток 8 смещается вверх до тех пор, пока сила сжатия пружины 7 не уравновесит давление со стороны сильфона. В момент времени, когда давление в сильфоне 6 станет равным значению уставки «CUT IN» 2, шток 8 посредством рычага 12 замкнет электрические контакты 13 и произойдет включение компрессора.

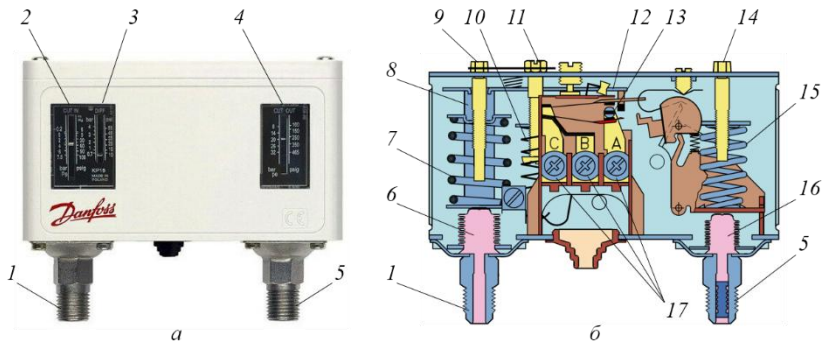


Рис. 6. Двухблочное реле давления KP17WB:

*a* – общий вид; *б* – устройство;

- 1 – штуцер низкого давления; 2 – уставка «CUT IN» блока низкого давления; 3 – уставка «DIFF» блока низкого давления; 4 – уставка «CUT OUT» блока высокого давления; 5 – штуцер высокого давления; 6, 16 – сильфоны; 7, 10, 15 – пружины; 8 – шток; 9 – регулировочный винт блока низкого давления; 11 – регулировочный винт дифференциала блока низкого давления; 12 – рычаг; 13 – электрические контакты; 14 – регулировочный винт блока высокого давления; 17 – клеммы

Несмотря на то, что при работающем компрессоре давление во всасывающей линии и сильфоне 6 начнет снижаться, электрические контакты 13 будут удерживаться в замкнутом положении пружиной 10. Их размыкание произойдет после падения давления на величину уставки «DIFF» 3, т. е. при давлении, равном уставке «CUT IN» минус уставка «DIFF». Регулирование уставок «CUT IN» и «DIFF» производится винтами 9 и 11, вращение которых изменяет жесткость пружин 7 и 10 соответственно.

Принцип работы блока высокого давления, сильфон 16 которого соединен с нагнетательной линией компрессора, сходен с принципом работы блока низкого давления. Блок отключает компрессор в случае повышения давления в линии нагнетания до величины уставки «CUT OUT» 4, регулируемой винтом 14. Включение компрессора произойдет после снижения давления на 4 бар (1 бар = 100 кПа) от уровня уставки «CUT OUT».

Конденсаторный узел 8 (см. рис. 4) предназначен для охлаждения паров хладагента. Конденсация, т. е. фазовый переход хладагента из газообразного состояния в жидкое, наступает после снижения его температуры до определенного значения, называемого точкой росы. Охлаждение конденсатора 7 осуществляется воздушным потоком, создаваемым двумя вентиляторами 9. Один из вентиляторов работает син-

хронно с компрессором, второй – включается и выключается одноблочным реле давления *б* в зависимости от давления хладагента в конденсаторе.

Устройство и принцип работы *одноблочного реле давления* (рис. 7) сходны с вышеописанными устройством и принципом работы блока низкого давления двухблочного реле. Включение вентилятора производится при повышении давления хладагента до значения уставки «RANGE» 2, выключение – после снижения на величину уставки «DIFF» 3 от уровня уставки «RANGE». Регулирование уставок «RANGE» и «DIFF» осуществляется винтами 9 и 11.

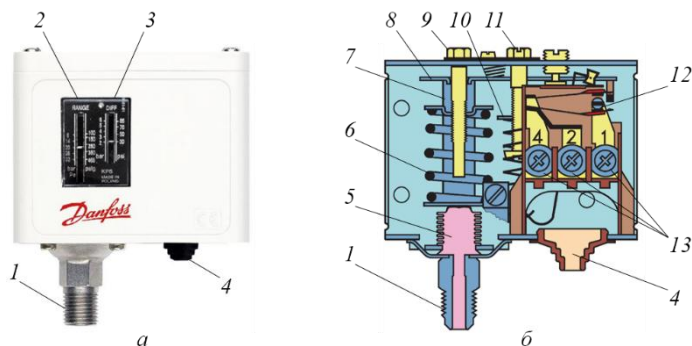


Рис. 7. Одноблочное реле давления KP5:

*а* – общий вид; *б* – устройство;

- 1 – штуцер; 2 – уставка «RANGE»; 3 – уставка «DIFF»; 4 – кабельный ввод;  
 5 – сильфон; 6, 10 – пружины; 7 – шток; 8 – рычаг; 9 – регулировочный винт давления срабатывания реле; 11 – регулировочный винт дифференциала;  
 12 – электрические контакты; 13 – клеммы

Сконденсированный (жидкий) хладагент накапливается в ресивере 10 (см. рис. 4), из которого, проходя через фильтр-осушитель 11, электромагнитный клапан 12, смотровое устройство 13 и терморегулирующий вентиль 14, поступает в испаритель 15.

*Фильтр-осушитель* предназначен для защиты холодильной установки от влаги, кислот и твердых включений. Он имеет неразборную конструкцию (рис. 8) и представляет собой корпус с расположенным внутри него твердым фильтрующим элементом 3 типа «молекулярное сито».

*Электромагнитный клапан* 12 (см. рис. 4) служит для остановки подачи жидкого хладагента из ресивера 10 в испаритель 15 после охлаждения молока до заданной температуры.

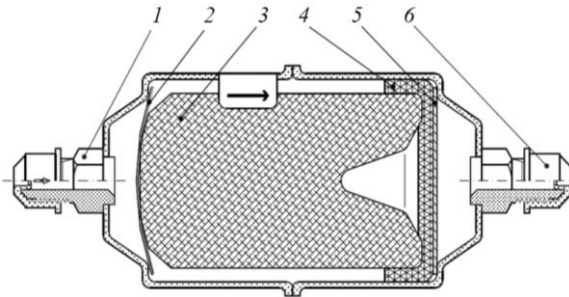


Рис. 8. Устройство фильтра-осушителя серии DML:  
 1 – входной штуцер; 2 – пружина; 3 – фильтрующий элемент;  
 4 – прокладка; 5 – перфорированная пластина; 6 – выходной штуцер

Молокоохладительная установка SMZ 40 оборудована нормально закрытым электромагнитным клапаном EVR 10. Клапан состоит из корпуса 2 (рис. 9), в котором расположена плавающая мембрана 3 с осевым 4 и уравнительными отверстиями. Уравнительные отверстия соединяют полость над мембраной со входным патрубком 1, осевое отверстие – с выходным патрубком 10.

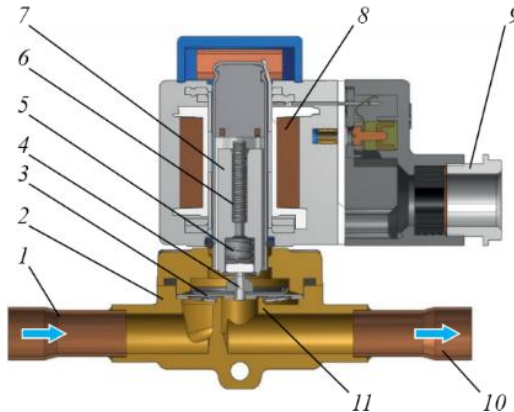


Рис. 9. Устройство электромагнитного клапана EVR 10:  
 1 – входной патрубок; 2 – корпус; 3 – мембрана; 4 – отверстие;  
 5 – управляющий клапан; 6 – пружина; 7 – сердечник; 8 – электромагнитная катушка; 9 – кабельный ввод; 10 – выходной патрубок; 11 – седло

При закрытом управляющем клапане 5 (ток на катушку 8 не подается) давление над мембраной 3 за счет уравнильных отверстий выравнивается с высоким давлением хладагента во входном патрубке 1. Поскольку площадь верхней поверхности мембраны, на которую действует высокое давление, превышает аналогичную площадь ее нижней поверхности (центральная часть мембраны сообщается с выходным патрубком 10, давление в котором существенно ниже), результирующая сила давления будет направлена вниз и прижмет мембрану 3 к седлу 11, после чего поток хладагента через электромагнитный клапан прекратится.

После подачи питания на катушку 8, образующееся электромагнитное поле втягивает сердечник 7 и открывает управляющий клапан 5. Через открывшееся осевое отверстие 4 полость над мембраной соединяется с выходным патрубком 10, в результате чего давление в ней снижается. Так как высокое давление из входного патрубка 1, действующее на мембрану снизу, более не уравнивается, мембрана смещается вверх, открывая тем самым хладагенту проход в патрубок 10.

*Смотровое устройство 13* (см. рис. 4) обеспечивает визуальный контроль за агрегатным состоянием (газ или жидкость) хладагента и позволяет оценить уровень содержания в нем растворенной воды. Устройство представляет собой корпус 3 (рис. 10) со смотровым стеклом 1. Внутри корпуса расположен индикатор влажности 2, изменяющий свой цвет в зависимости от концентрации воды в хладагенте. При содержании влаги менее 25 ppm (ppm – миллионная доля, 1 ppm = 0,0001 %) цвет индикатора зеленый, 25...100 ppm – желто-зеленый, более 100 ppm – насыщенный желтый.

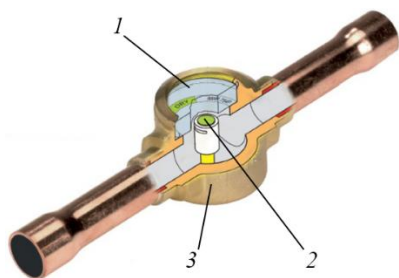


Рис. 10. Смотровое устройство:  
1 – стекло; 2 – индикатор влажности; 3 – корпус

Для герметичных компрессоров серии MTZ допустимый уровень влагосодержания находится в пределах 30...75 ppm. Из этого следует, что когда зеленый цвет индикатора влажности начинает расплываться (переходить в оттенки желтого), за индикатором требуется следить более внимательно. Если цвет индикатора стал желтым, необходима замена фильтра-осушителя.

*Терморегулирующий вентиль 14* (см. рис. 4) управляет количеством подаваемого в испаритель *15* жидкого хладагента, обеспечивая тем самым постоянство температуры (перегрев) паров хладагента на выходе из испарителя вне зависимости от тепловой нагрузки на холодильную установку (объем и температура молока в танке *1*).

Клапан *5* (рис. 11) терморегулирующего вентиля разделяет контуры высокого (конденсатор, ресивер) и низкого (испаритель) давления холодильной машины. Из этого следует, что хладагент поступает к вентилю в жидком виде под высоким давлением (давление конденсации), а выходит из него уже при низком давлении (давление кипения). Падение давления обеспечивается дросселированием хладагента в зазоре между клапаном *5* и седлом *6*. Попадая в контур низкого давления, хладагент закипает и в виде парожидкостной смеси поступает в испаритель, внутри которого продолжает кипеть, окончательно превращаясь в пар. В ходе испарения температура хладагента снижается и он отнимает тепло от охлаждаемого молока. По мере продвижения газообразного хладагента к выходу из испарителя его температура повышается, а пар из насыщенного переходит в перегретый.

Термобаллон *2*, заправленный жидким хладагентом той же марки, что и холодильная машина, прикрепляется к выходной трубке испарителя *15* (см. рис. 4). Повышение температуры паров на выходе из испарителя, например из-за поступления теплого молока в танк, приводит к нагреву термобаллона – давление внутри него возрастает и по капиллярной трубке *1* (рис. 11) передается в надмембранное пространство терморегулирующего вентиля. Когда давление на мембрану *11* сверху становится больше давления паров хладагента в испарителе, подводимого в подмембранное пространство посредством уравнительной линии *3* (см. рис. 4), она прогнется вниз. Движение мембраны через шток *7* (рис. 11) передается на клапан *5*, увеличивая тем самым степень его открытия. По мере снижения температуры молока в танке перегрев хладагента на выходе из испарителя уменьшается, и работа терморегулирующего вентиля происходит в обратном направлении. Подача хладагента в этом случае уменьшается вплоть до полного закрытия клапана *5*.

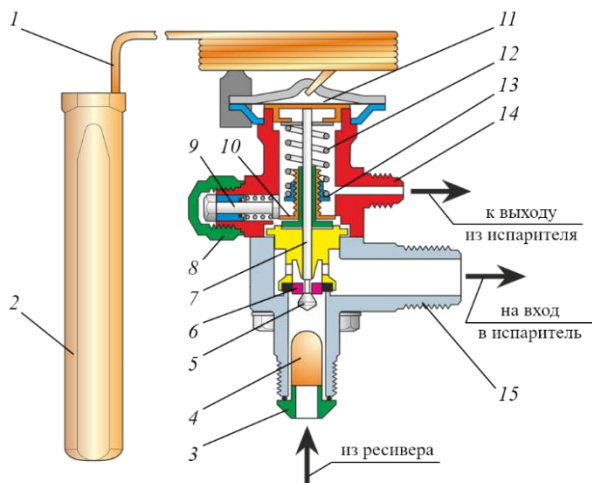


Рис. 11. Терморегулирующий вентиль:

- 1 – капиллярная трубка; 2 – термобаллон; 3 – входной штуцер;  
 4 – фильтр; 5 – клапан; 6 – седло; 7 – шток; 8 – колпачок;  
 9 – регулировочный винт; 10 – шестерня; 11 – мембрана; 12 – пружина;  
 13 – втулка; 14 – штуцер уравнивающей линии; 15 – выходной штуцер

На заданный перегрев терморегулирующий вентиль настраивают с помощью винта 9, изменяющего усилие сжатия пружины 12. Вращение винта через коническую зубчатую передачу передается на шестерню 10 с наружной резьбой, по которой перемещается удерживающая пружину втулка 13. Сжатие пружины увеличивает перегрев (температуру хладагента на выходе из испарителя), ослабление – уменьшает.

Пульт управления 3 (см. рис. 1) предназначен для управления работой установки SMZ 40 в режимах охлаждения молока и промывки молочного танка. Расположение элементов на панели пульта управления показано на рис. 12. Выбор режима работы (охлаждение молока или промывка) осуществляется трехпозиционным переключателем 3. Для выключения молокоохладительной установки переключатель устанавливают в положение «0».

Работа установки SMZ 40 в режиме охлаждения молока управляется контроллером SACH-12M 7, на дисплее 9 которого отображается фактическая температура молока в танке. Среднее значение температуры охлаждения молока задается в пределах от 3,6 до 5,2 с шагом в 0,2 °С вращением потенциометра 10. Гистерезис (точность выдержи-

вания температуры молока в танке) составляет  $\pm 0,6$  °С. Это означает, что, например, при установке среднего значения температуры равным 4,2 °С контроллер будет выключать компрессор после охлаждения молока до 3,6 °С и включать при повышении температуры до 4,8 °С.

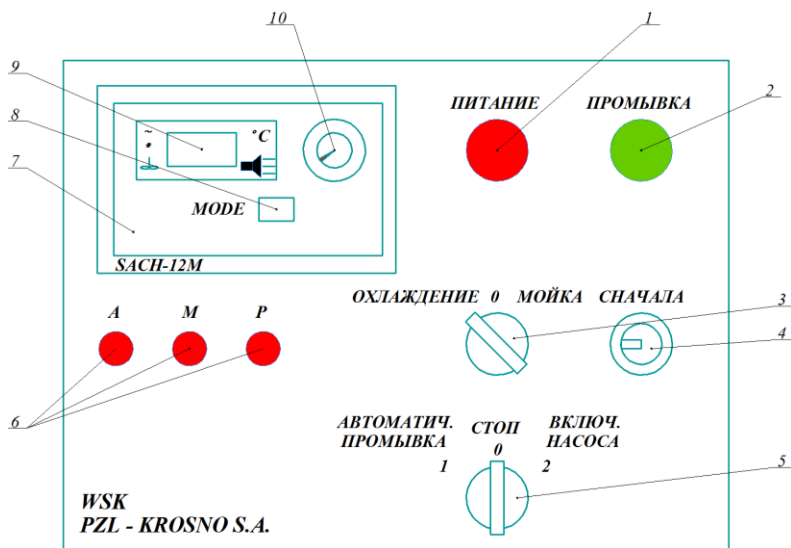


Рис. 12. Панель пульта управления молокоохладительной установки SMZ 40:  
 1 – индикаторная лампа «ПИТАНИЕ»; 2 – индикаторная лампа «ПРОМЫВКА»;  
 3 – переключатель режима работы; 4 – ключ-выключатель; 5 – переключатель  
 режима работы циркуляционного насоса; 6 – аварийные индикаторы; 7 – контроллер  
 SACH-12M; 8 – кнопка «MODE»; 9 – дисплей; 10 – потенциометр

Контроллер SACH-12M также управляет работой установленной внутри молочного танка мешалки 10 (см. рис. 2). Включение мешалки производится одновременно с запуском в работу компрессора, выключение – спустя 1 мин после отключения компрессора. При длительном простое компрессора, например, когда молоко в танке уже охлаждено до заданной температуры, контроллер с интервалами в 20 мин включает мешалку на 2 мин, не допуская тем самым образования сливок на поверхности молока. Для принудительного включения мешалки в ручном режиме необходимо выполнить 2 быстрых нажатия на кнопку «MODE» 8 (рис. 12). После запуска в ручном режиме мешалка выключится через 2 мин автоматически.

В контроллер SACH-12M встроены алгоритмы, защищающие электродвигатели компрессора и мешалки от перегрева по причине их частых включений:

1) после подачи напряжения на контроллер пуск компрессора и мешалки в работу производится с задержкой в 3 мин;

2) минимальный интервал времени между отключением компрессора и повторным его запуском в работу составляет 5 мин.

В левой части дисплея 9 (см. рис. 12) контроллера SACH-12M расположено 3 светодиодных индикатора:

~ – напряжение – при нормальном напряжении в электросети индикатор горит непрерывно, при низком или высоком – мигает;

☼ – компрессор – при работающем компрессоре индикатор горит непрерывно, при выключенном – гаснет, при неисправности температурного датчика – мигает;

⌞ – мешалка – при работающей мешалке индикатор горит непрерывно, при выключенной – гаснет.

Длительное (более 3 с) нажатие на кнопку «MODE» 8 открывает журнал с данными о работе установки SMZ 40 в течение последних 24 ч – на дисплее 9 контроллера последовательно отображается общее время работы компрессора холодильного агрегата за последние сутки, а также время, в течение которого температура молока в танке была менее 5 °С, от 5 до 7 °С, от 7 до 9 °С, от 9 до 11 °С, от 11 до 13 °С и более 13 °С. Анализируя данные журнала, следует стремиться к тому, чтобы время, в течение которого молоко находится при температуре выше 10 °С, было как можно меньшим, а время хранения молока при температуре ниже 5 °С – как можно большим. Регулярная проверка журнала позволяет на ранней стадии выявить отклонения в работе молокоохладительной установки.

На дисплей 9 также могут выводиться коды ошибок (сопровождаются подачей звукового сигнала) в работе установки:

A1 – неисправность датчика температуры молока – установка работает в аварийном режиме, компрессор и мешалка включаются на 5...11 мин (продолжительность работы задается с помощью потенциометра 10) с 20-минутными интервалами между включениями;

A3 – медленное охлаждение молока – молоко в танке не охладилось до 10 °С в течение 2,5 ч.

Сброс сообщения с кодом ошибки и выключение звукового сигнала осуществляются нажатием на кнопку «MODE».

На панели управления установки SMZ 40 расположено 3 аварийных индикатора б:

«А» – перегрузка (срабатывание тепловой защиты) электродвигателя компрессора;

«М» – перегрузка (срабатывание тепловой защиты) электродвигателя мешалки;

«Р» – превышение давления конденсации (срабатывание блока высокого давления двухблочного реле КР17WB (см. рис. 6)).

Причинами систематического превышения давления конденсации хладагента и, как следствие, включения индикатора «Р» являются:

1) температура окружающего воздуха в месте установки компрессорно-конденсаторного агрегата свыше 32 °С;

2) соты конденсатора забиты пылью, паутиной, насекомыми и т. п. (конденсатор следует продувать сжатым воздухом каждые 2 мес);

3) в помещении с установленным компрессорно-конденсаторным агрегатом не работает вентиляция;

4) не соблюдены требования к размещению компрессорно-конденсаторного агрегата (рис. 13).

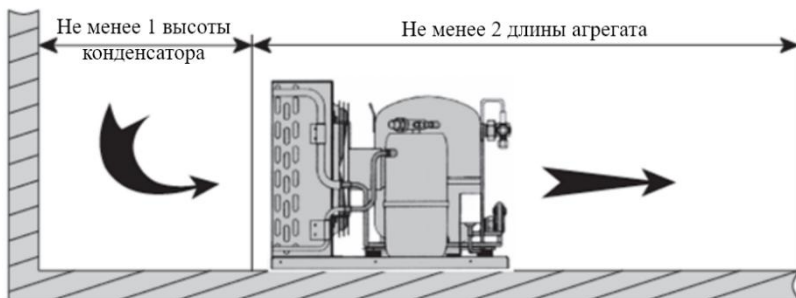


Рис. 13. Требования к размещению компрессорно-конденсаторного агрегата

Система промывки молокоохладительной установки SMZ 40 предназначена для поэтапной промывки и дезинфекции молочного танка. Схема системы промывки показана на рис. 14.

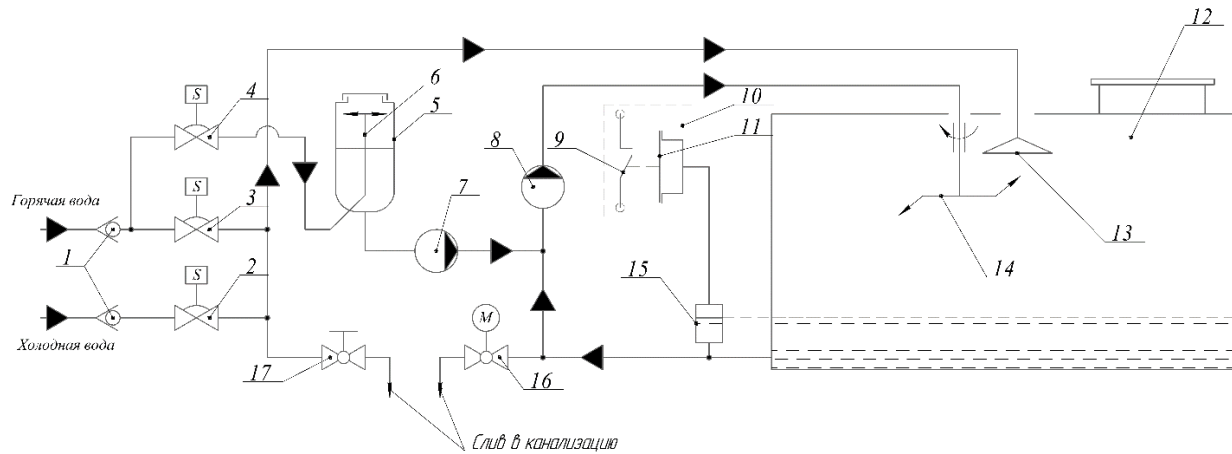


Рис. 14. Схема системы промывки молокоохладительной установки:

- 1 – обратные клапаны; 2–4 – электромагнитные клапаны; 5 – резервуар для моющего средства; 6 – трубка с разбрызгивателем; 7 – насос подачи моющего средства; 8 – циркуляционный насос; 9 – электрический контакт; 10 – датчик уровня моющего раствора (прессостат); 11 – мембрана; 12 – молочный танк; 13 – дисковый разбрызгиватель; 14 – самовращающийся разбрызгиватель; 15 – измерительный резервуар; 16 – сливной клапан; 17 – сливной кран

Электромагнитные клапаны 2, 3 и 4 служат для управления подачей воды из водопроводной сети в установку. Клапаны 2 и 3 обеспечивают подачу соответственно холодной и горячей воды на дисковый разбрызгиватель 13 внутри молочного танка 12. Клапан 4 предназначен для ополаскивания резервуара для моющего средства 5 посредством подачи горячей воды в трубку с разбрызгивателем 6. Подача моющего средства с водой из резервуара 5 в молочный танк 12 осуществляется насосом 7.

Принцип работы электромагнитного клапана подачи воды заключается в следующем. При отсутствии подачи напряжения на катушку 4 (рис. 15, а) пружина 5 выталкивает сердечник 6 и управляющий клапан 7 закрывает осевое отверстие в диске 8 на мембране 3. Поскольку полость над мембраной через жиклер 9 и кольцевой канал 10 соединяется с входным патрубком 1, то при закрытом управляющем клапане над мембраной устанавливается давление, равное давлению в (под) ней. В связи с тем что площадь поверхности мембраны, на которую воздействует давление со стороны верхней полости, больше площади мембраны, соприкасающейся с кольцевым каналом, то сила, действующая на мембрану сверху, будет больше силы, действующей снизу. Равнодействующая этих сил прижимает мембрану 3 к седлу 2, и клапан закрывается.

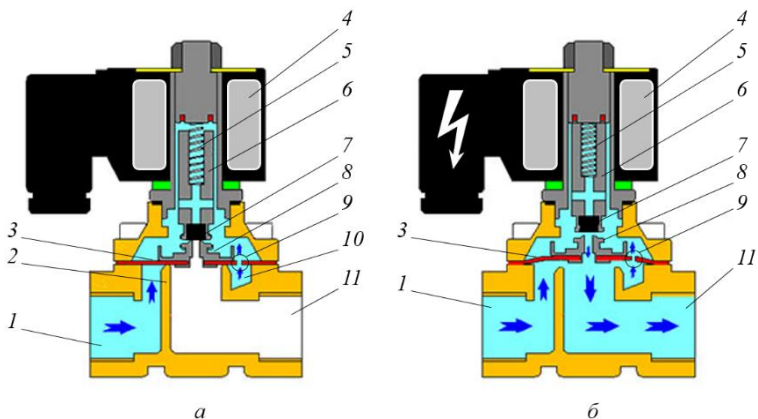


Рис. 15. Принцип работы электромагнитного клапана подачи воды:  
 а – клапан закрыт; б – клапан открыт;  
 1 – входной патрубок; 2 – седло; 3 – мембрана; 4 – электромагнитная катушка; 5 – пружина; 6 – сердечник; 7 – управляющий клапан; 8 – диск;  
 9 – жиклер; 10 – кольцевой канал; 11 – выходной патрубок

При подаче напряжения на катушку 4 (см. рис. 15, б) образующаяся электромагнитная сила преодолевает усилие пружины 5 и втягивает сердечник 6. Управляющий клапан 7 открывается, после чего давление в полости над мембраной 3 падает за счет перетока воды через отверстие диска 8 в выходной патрубок 11. Давление со стороны патрубка 1 отодвигает мембрану вверх, и клапан открывается.

Количество воды в танке 12 (см. рис. 14) определяется с помощью *гидростатического датчика уровня* – прессостата 10. Прессостат состоит из корпуса с мембраной 11, которая с одной стороны механически связана с подвижным электрическим контактом 9, а с другой – соединена трубкой с измерительным резервуаром 15.

Принцип работы датчика уровня заключается в следующем. Соединение измерительного резервуара 15 с нижней точкой молочного танка 12 образует систему сообщающихся сосудов, а следовательно, по мере наполнения танка водой уровень жидкости в мерном резервуаре также растет, сжимая при этом заключенный внутри резервуара воздух. Повышенное давление воздуха по трубке передается на мембрану 11, которая выгибается и в определенный момент замыкает электрический контакт 9, что служит сигналом контроллеру автомата промывки о заполнении молочного танка необходимым объемом воды.

*Циркуляционный насос* 8 обеспечивает подачу воды или моющего раствора к моечной головке в виде самовращающегося разбрызгивателя 14. По конструкции моечная головка представляет собой закрепленную на вращающейся стойке трубку с двумя форсунками по краям. Форсунки установлены таким образом, что при истечении из них воды под давлением создается раскручивающий разбрызгиватель реактивный момент. Разнонаправленные струи, создаваемые за счет вращения разбрызгивателя, обеспечивают быструю и качественную промывку молочного танка при относительно малом расходе воды.

*Сливной клапан* 16 предназначен для слива воды и моющего раствора из молочного танка 12 в канализацию. В установке SMZ 40 используется нормально закрытый электромагнитный сливной клапан прямого действия Müller (рис. 16). Входным патрубком 6 клапан соединяется с молочным танком, выходным патрубком 1 – с канализацией. Применяемый сливной клапан называется клапаном прямого действия, поскольку перемещение затвора внутри корпуса 2 производится непосредственно сердечником электромагнитной катушки, расположенным в корпусе 4. Клапан называется нормально закрытым потому, что в выключенном состоянии (напряжение на катушку не подается) его затвор будет находиться в закрытом положении.

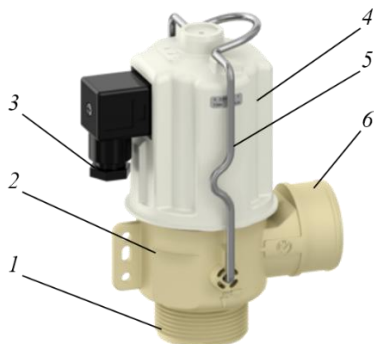


Рис. 16. Общий вид сливного клапана Müller:  
 1 – выходной патрубок; 2 – корпус; 3 – кабельный  
 ввод; 4 – корпус электромагнитной катушки (соленоида);  
 5 – скоба; 6 – входной патрубок

*Сливной кран 17* (см. рис. 14) используется для ручного удаления воды из трубопроводов автомата промывки по окончании программы промывки. В промежутках времени между промывками кран должен всегда оставаться открытым, чтобы в случае неисправности одного из электромагнитных клапанов 2 или 3 предотвратить попадание воды в молоко через разбрызгиватель 13.

Промывка молокоохладительной установки SMZ 40 может осуществляться в автоматическом и ручном режимах. Ручной режим используют только в случае неисправности блока управления автоматом промывки. При промывке в ручном режиме заполнение молочного танка водой и моющими средствами осуществляют через люк, слив – через молочный кран 8 (см. рис. 2). Для включения и выключения циркуляционного насоса 8 (см. рис. 14) используют переключатель 5 (рис. 12), устанавливая его в положения «ВКЛЮЧ. НАСОСА» и «СТОП» соответственно.

Для включения режима автоматической промывки переключатель 3 устанавливают в положение «МОЙКА», переключатель 5 – в положение «АВТОМАТИЧ. ПРОМЫВКА», после чего поворотом ключа-выключателя 4 запускают программу промывки. Применение ключа-выключателя взамен обычного выключателя или кнопки продиктовано соображениями безопасности – не допустить случайного запуска программы промывки в момент времени, когда в танке хранится молоко. Индикаторная лампа «ПРОМЫВКА» 2 загорается сразу после запуска программы промывки и гаснет по ее завершении.

Программа автоматической промывки состоит из следующих этапов: предварительное ополаскивание, циркуляционная промывка с моющим средством, заключительное ополаскивание.

На этапе предварительного ополаскивания осуществляется промывка молочного танка холодной водой с целью удаления остатков молока. Контроллер автомата промывки открывает электромагнитный клапан 2 (см. рис. 14), и вода подается на дисковый разбрызгиватель 13, разбрызгивающий ее на стенки молочного танка 12. После заполнения танка заданным количеством воды и срабатывания датчика уровня 10 клапан 2 закрывается и на некоторое время включается циркуляционный насос 8, обеспечивающий более интенсивное ополаскивание стенок молочного танка с помощью самовращающегося разбрызгивателя 14. По окончании этапа открывается клапан 16 и производится слив воды из молочного танка в канализацию. Общая продолжительность этапа без учета времени на заполнение водой – 5 мин.

Этап циркуляционной промывки с моющим средством начинается с наполнения молочного танка горячей водой посредством открытия электромагнитного клапана 3. В остальном процесс наполнения идет аналогично этапу предварительного ополаскивания. После срабатывания датчика уровня 10 клапан 3 подачи воды закрывается, включается циркуляционный насос 8 и в поток всасываемой им воды насосом 7 подается моющее средство из резервуара 5. Через некоторое время происходит кратковременное открытие клапана 4 и резервуар 5 ополаскивается горячей водой (вода с остатками моющего средства выкачивается из резервуара насосом 7). По окончании этапа открывается клапан 16 и моющий раствор из танка 12 сливается в канализацию. Общая продолжительность этапа без учета времени на заполнение водой – 12 мин.

Заключительное ополаскивание отличается от этапа предварительного ополаскивания тем, что в ходе него происходит двукратное ополаскивание резервуара для моющего средства (открывается клапан 4 подачи воды) с последующим кратковременным включением насоса 7. В остальном третий этап не отличается от первого. Общая продолжительность этапа без учета времени на заполнение танка водой – 8 мин.

Непосредственно перед наполнением установки SMZ 40 молоком проводят ополаскивание танка холодной водой с целью смочить его стенки и предотвратить образование на них налета в виде присохшего молока. Для этого выполняют следующие операции:

- 1) отсоединяют патрубок автомата промывки от молочного крана 8 (рис. 2);

2) открывают молочный кран 8 (по соображениям безопасности молочный кран оснащен фиксатором, поэтому перед переключением необходимо сначала потянуть его рукоятку в осевом направлении (рис. 17));

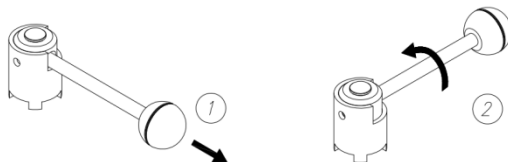


Рис. 17. Порядок переключения молочного крана

3) устанавливают переключатель 3 (см. рис. 12) на панели управления в положение «МОЙКА»;

4) устанавливают переключатель 5 в положение «АВТОМАТИЧ. ПРОМЫВКА»;

5) поворотом ключа-выключателя 4 запускают программу автоматической промывки;

6) через 30 с после запуска программы прерывают ее выполнение поворотом переключателя 3 в положение «0» (в течение этого времени открывается электромагнитный клапан 2 (см. рис. 14) и холодная вода подается на дисковый разбрызгиватель 13);

7) открывают сливной кран 17;

8) ожидают полного слива воды из молочного танка, после чего закрывают молочный кран 8 (см. рис. 2) и дополнительно закручивают на него пробку.

Эксплуатацию молокоохладительной установки SMZ 40 в режиме охлаждения молока осуществляют в следующей последовательности:

1) проверяют положение молочного 8 (см. рис. 2) и сливного 17 (см. рис. 14) кранов; молочный кран должен быть закрыт и закручен пробкой для безопасности, сливной – открыт;

2) шланг, по которому будет подаваться молоко из доильной установки, закрепляют в соответствующем отверстии в крышке люка б (см. рис. 2) молочного танка;

3) ожидают заполнения танка молоком до нижнего края лопасти мешалки 10 (примерно 2 % от вместимости резервуара); более раннее включение компрессорно-конденсаторного агрегата приведет к переохлаждению испарителя и примерзанию молока к стенкам резервуара;

4) включают компрессорно-конденсаторный агрегат установкой переключателя 3 (см. рис. 12) в положение «ОХЛАЖДЕНИЕ»;

5) проверяют значение уставки температуры охлаждения молока на дисплее 9 и при необходимости корректируют его потенциометром 10;

6) для опорожнения молочного танка (сдачи молока на переработку) выключают компрессорно-конденсаторный агрегат (переключатель 3 устанавливают в положение «0»), откручивают пробку с молочного крана 8 (см. рис. 2) и соединяют его с молочным насосом.

Для промывки молокоохладительной установки SMZ 40 выполняют следующие операции:

1) присоединяют патрубок автомата промывки к молочному крану 8;

2) открывают молочный кран 8;

3) закрывают сливной кран 17 (см. рис. 14);

4) заливают в резервуар 5 необходимое количество моющего средства; объем моющего средства (л) рассчитывают по формуле

$$V_{\text{мс}} = \frac{C_{\text{мс}} V_{\text{в}}}{100 - C_{\text{мс}}},$$

где  $C_{\text{мс}}$  – требуемая концентрация моющего средства в растворе, %;

$V_{\text{в}}$  – объем воды в молочном танке в режиме циркуляционной промывки (см. таблицу), л;

5) устанавливают переключатель 3 (см. рис. 12) на панели управления в положение «МОЙКА», переключатель 5 – в положение «АВТОМАТИЧ. ПРОМЫВКА»;

6) запускают программу автоматической промывки поворотом ключа-выключателя 4;

7) по окончании программы промывки переводят переключатель 3 в положение «0».

### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена молокоохладительная установка SMZ 40 и каковы ее технические характеристики?

2. Какие хладоносители используют в молокоохладительных установках?

3. Каковы назначение компрессорно-конденсаторного агрегата и принцип его работы?

4. С какой целью используется двухблочное реле в компрессорно-конденсаторном агрегате?
5. Какие предохранительные элементы имеются в молокоохладительной установке?
6. Каковы назначение и принцип работы терморегулирующего вентиля?
7. Что представляет собой пульт управления и каковы режимы работы молокоохладительной установки?
8. Как работает установка в режиме охлаждения и промывки?
9. Расскажите о принципе работы электромагнитного клапана подачи воды.

Учебное издание

**Мачёхин Кирилл Александрович**  
**Крупенин Павел Юрьевич**

**ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА  
ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

**УСТАНОВКА МОЛОКООХЛАДИТЕЛЬНАЯ  
SMZ 40**

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Редактор *Н. Н. Пьянусова*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Корректор *Е. В. Ширалиева*

Подписано в печать 29.09.2023. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,32.  
Тираж 60 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.