

# АГРОИНЖЕНЕРИЯ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 621.565

*А.С. Борисенко, Ф.Д. Сапожников, В.М. Колончук, Ф.И. Назаров, Н.П. Жук*

## СИТУАЦИОННЫЙ ТРЕНИНГ СТУДЕНТОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*УО «БГАТУ», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы инновационной технологии подготовки специалистов по эксплуатации молокоохладительных установок молочно-товарных ферм на базе учебно-тренировочного модуля.

**Ключевые слова:** учебный модуль, хладагент, неисправности.

## SITUATIONAL TRAINING OF STUDENTS IN THE TRAINING PROCESS OF STUDYING REFRIGERATING EQUIPMENT

**Annotation.** The issues of innovative technology for training specialists in the operation of milk-cooling plants of dairy farms on the basis of a training module are considered.

**Keywords:** training module, coolant, fault symptoms.

Агропромышленный комплекс республики располагает большим разнообразием высокотехнологичных молокоохладительных установок на молочно-товарных фермах. Для поддержания работоспособности холодильного оборудования его постоянно проверяют и в полном объеме проводят операции технического обслуживания. Изменение акцентов в изучении передовых технологий и технологических средств диагностики холодильных установок влечет за собой увеличение веса интегрированных знаний, основанных на обобщении теоретических исследований и опыта эксплуатации промышленного оборудования [1].

Диагностика – одна из сложных технических задач, которую приходится решать при эксплуатации и обслуживании холодильного оборудования. Главную трудность вызывает практически полное отсутствие визуальной информации о происходящих процессах внутри трубопроводов при работающей установке. О режиме работы можно судить только по измеряемым параметрам, таким как давление и температура. Для определения давления применяются манометры, однако они могут быть не подключены к системе или их подсоединение затруднено или вообще невозможно, тогда остается единственная информация – температура поверхностей. Ее можно замерять термометрами различных типов и только в отдельных точках, полную картину распределения температур составить сложно. Целью работы является совершенствование методологии и технических средств диагностики в условиях параметрических и внешних отказов молокоохладительных установок при подготовке ремонтников.

Исследование различного типа неполадок в холодильных установках и сравнение режимов работы узлов одинакового функционального назначения производится на базе учебного модуля. Учебный модуль (рис. 1) сконструирован как обычное охлаждающее устройство. Он представляет собой систему, моделирующую более 50 возможных неполадок молокоохладительных установок, холодильных камер и воздухоохладителей. Источник питания модуля электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Модуль укомплектован двумя типами терморегулирующих вентилей: электронный и термостатический. В состав модуля входят конденсатор, компрессор, испаритель, реле давления. Манометр низкого давления измеряет давление всасывания от 1 до 12 бар, а манометр высокого давления 5 – дав-

ление нагнетания от 1 до 25 бар. На передней стенке модуля также расположены фильтровый дегидратор, монитор, три цифровых термометра, и электронная система контроля АКС72А.

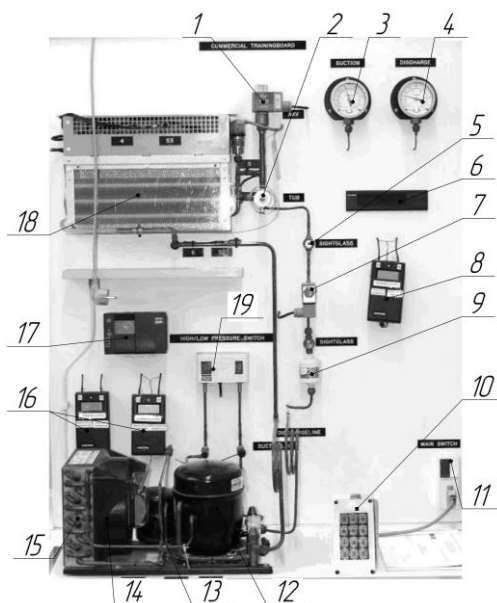


Рисунок 1 – Диагностический учебно-тренировочный модуль

1 – электронный ТРВ; 2 – термостатический ТРВ; 3 – манометр давления всасывания; 4 – манометр давления нагнетания; 5 – смотровой глазок; 6 – монитор; 7 – электромагнитный вентиль; 8, 16 – электронные термометры; 9 – фильтр; 10 – пульт; 11 – кнопка включения стенда; 12 – компрессор; 13 – ресивер; 14 – вентилятор; 15 – конденсатор; 17 – блок управления; 18 – испаритель; 19 – реле давления

Датчики (рис. 2): Д1, Д2 – измеряют температуру паров хладагента соответственно на выходе и входе в компрессор; Д3, Д4 – температуру трубопровода на выходе из конденсатора и температуру охлаждающего воздуха, выходящего из испарителя соответственно; Д5, Д6 – температуру трубопроводов соответственно на входе и выходе из испарителя. Сенсор (рис. 2) S1 и S2 – измеряют температуру соответственно перед испарителем (за выпускным вентилем) и после испарителя. Сенсор S3 – измеряет температуру окружающего воздуха.

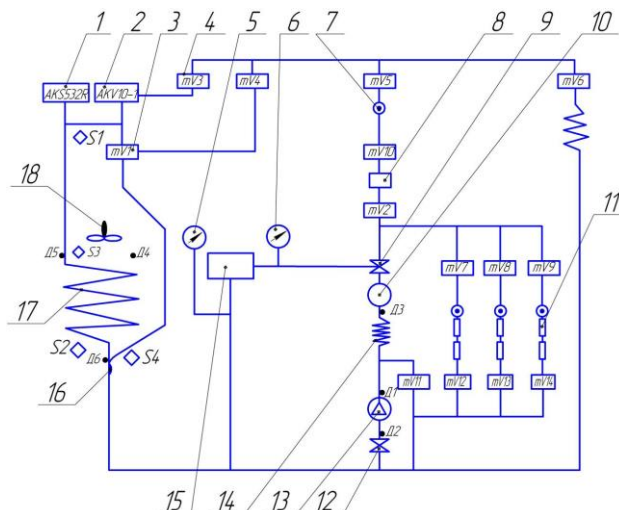


Рисунок 2 – Принципиальная схема модуля

1 – электронный вентиль; 2 – терморегулирующий вентиль; 3, 4 – электромагнитный вентиль; 5 – манометр давления всасывания; 6 – манометр давления нагнетания; 7 – смотровой глазок; 8 – фильтр; 9 – вентиль нагнетательный; 10 – ресивер; 11 – расширитель; 12 – вентиль всасывающий; 13 – компрессор; 14 – конденсатор; 15 – реле давления; 16 – термобаллон; 17 – испаритель; 18 – вентилятор; Д1 – Д6 – датчики; S1 – S4 – сенсоры

Электронная система контроля АКС72А настраивает и контролирует работу электронного – расширительного вентиля АКV 10 (рис. 3), представляющего собой расширительный клапан с электрическим управлением. Он регулирует поступление жидкого хладагента в испарители.

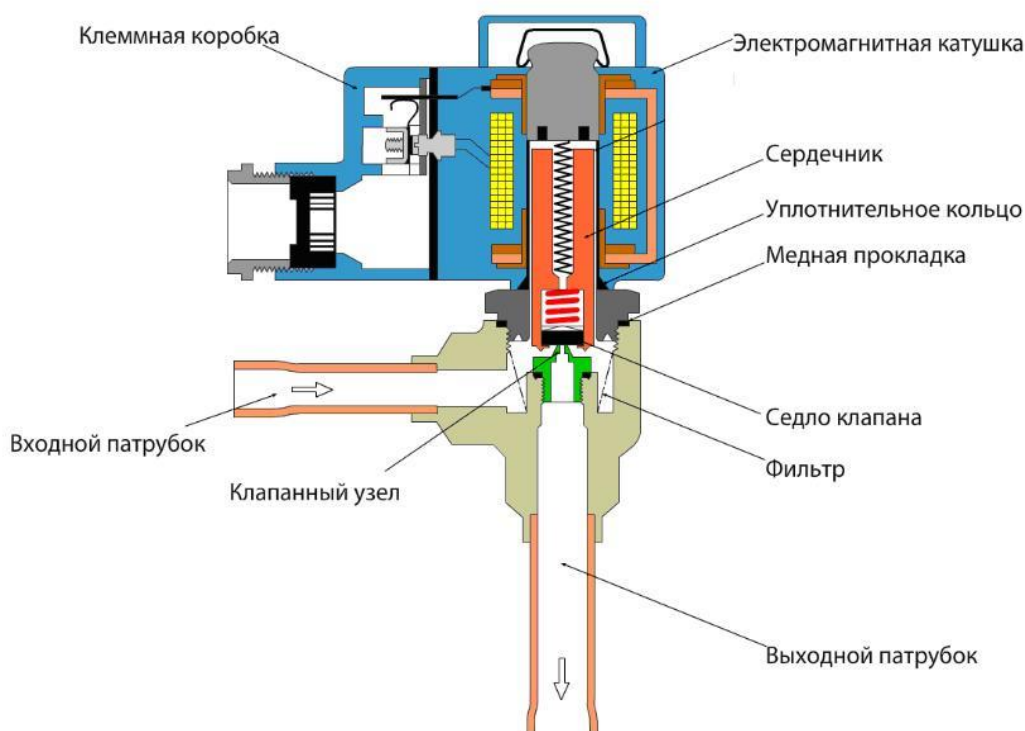


Рисунок 3 – Электронно-расширительный вентиль АКV 10

Для управления работой клапанов АКV используется контроллер АКС72А, подающие электрический сигнал на открытие/закрытие клапана. Впрыск контролируется перегревом хладагента. Возможные типы неисправностей вызываются кодами (табл. 1).

Таблица 1 – Типы основных неисправностей

| Код ввода | Неисправности холодильной установки     | Код выход |
|-----------|---|-----------|
| 30        | Вентилятор в конденсаторе не работает   | 50        |
| 31        | Вентилятор в радиаторе не работает      | 51        |
| 32        | Засорился дегидратор                    | 52        |
| 35        | Заблокирован фильтр в выпускном вентиле | 55        |
| 38        | Переполнение                            | 58        |
| 40        | Малая утечка                            | 60        |
| 41        | Крупная утечка                          | 61        |
| 47        | Поломка реле                            | 67        |

Неисправности определяются по температурным и параметрическим показателям. Схема установки датчиков на холодильной установке представлена на рисунке 4. После моделирования неисправности учебный модуль приводится в исходное положение набором соответствующих кодов выхода на пульте. Возможно, также моделирование нескольких неисправностей одновременно. Нехватка хладагента в испарителе, например, всегда вызывает рост перегрева, а нехватка хладагента в конденсаторе – снижение переохлаждения. Если в холодильном контуре загрязнен испаритель, то это единственная неисправность, при которой одновременно с аномальным падением давления испарения реализуется нормальный или слегка пониженный перегрев.

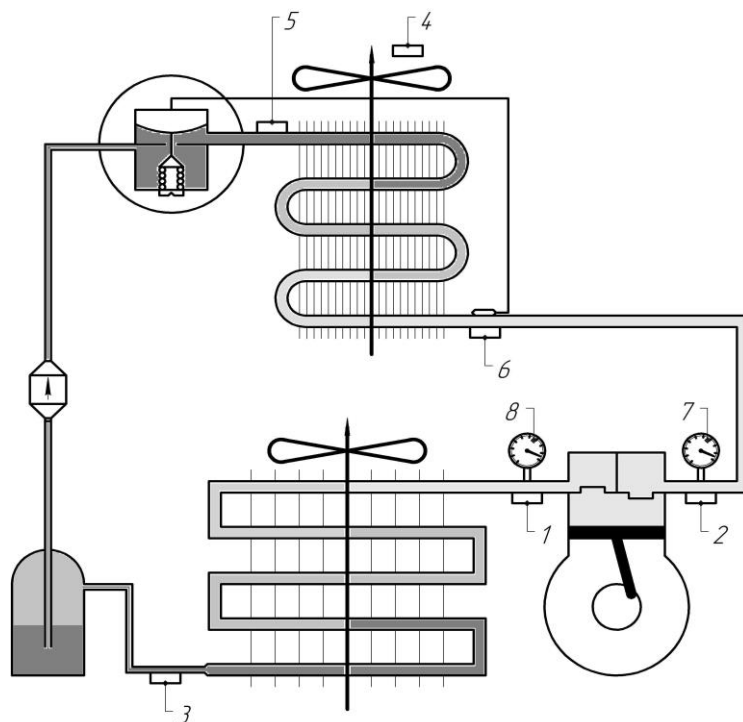


Рисунок 4 – Схема установки датчиков на холодильной установке

Датчики температуры: 1 – выход хладагента из компрессора; 2 – вход хладагента в компрессор; 3 – выход хладагента из конденсатора; 4 – воздух, выходящий из испарителя; 5 – вход хладагента в испаритель; 6 – выход хладагента из испарителя; 7 – манометр всасывания; 8 – манометр нагнетания

Тепловизионная съемка производится путем бесконтактной регистрации всех видов излучения объекта в инфракрасном диапазоне спектра. На экране тепловизора выводится цветная картинка распределения температур во всем поле видения прибора, где разным температурам соответствуют разные цвета. Цветовой спектр распределяется от ярко желтого (красного) до синего и даже черного – соответственно от горячих до холодных поверхностей. Температурный диапазон определяется прибором автоматически (рис.5).

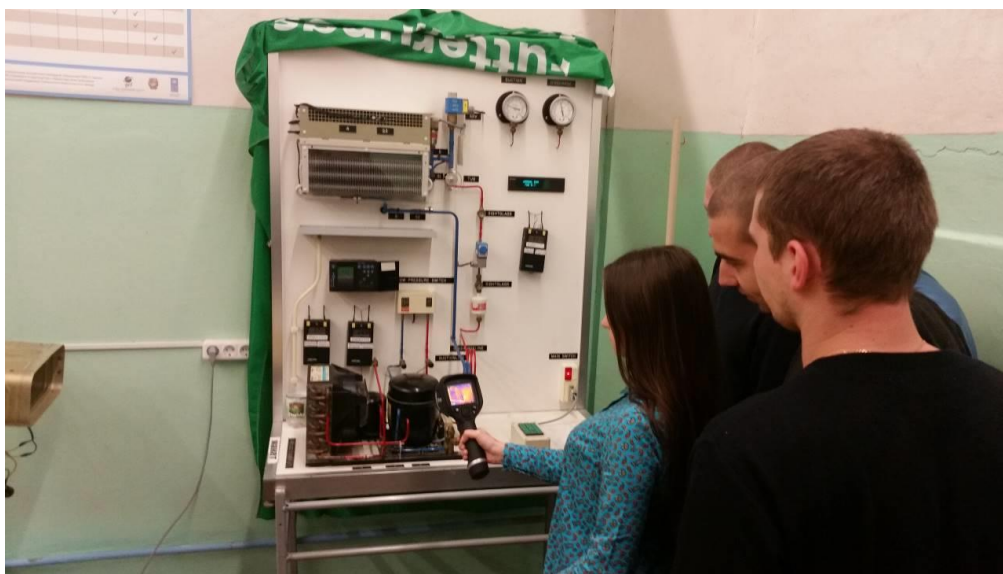


Рисунок 5 – Визуализация тепловизором неисправностей

Если в холодильном контуре слабый компрессор, то это вызывает аномальный роста давления испарения при нормальном или даже несколько заниженном давлении конденсации и недостаточной хладопроизводительности. Хорошее переохлаждение означает либо чрез-

мерную заправку, либо наличие в хладагенте неконденсирующихся примесей. Если в холодильном контуре слабый конденсатор, то это единственная неисправность, при которой одновременно растет давление конденсации и ухудшается переохлаждение. В случае утечки из жидкостных магистралей выходящий и кипящий холодильный агент виден особенно ярко (рис. 6).

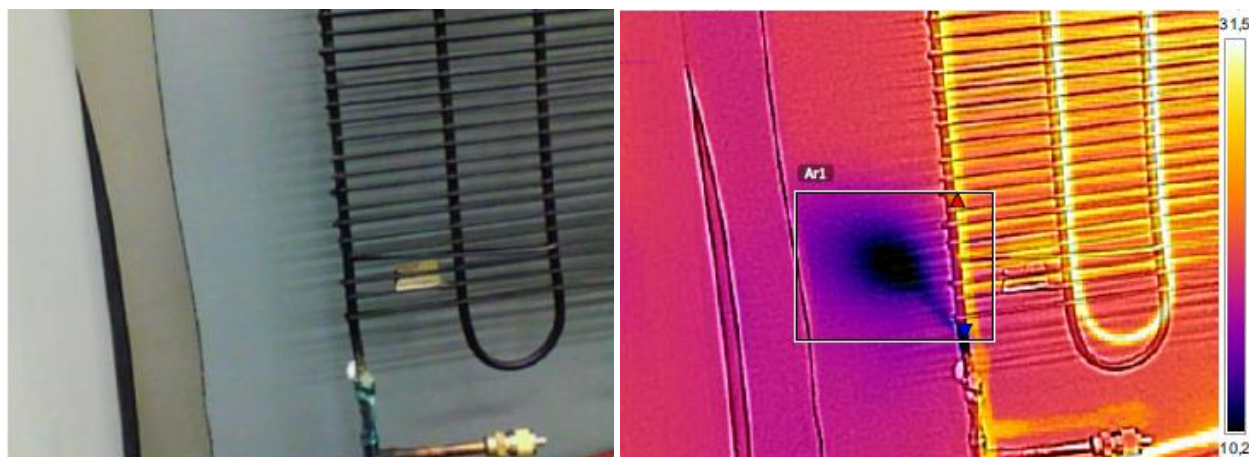


Рисунок 6 – Утечка фреона в системе (жидкостной теплый трубопровод)

Диагностике на учебном модуле подвергают и электродвигатели (рис. 7). Особенно, если он хорошо просматривается. Изучается характер нагрева статора электродвигателя, а также нагрев его подшипников (рис. 7).

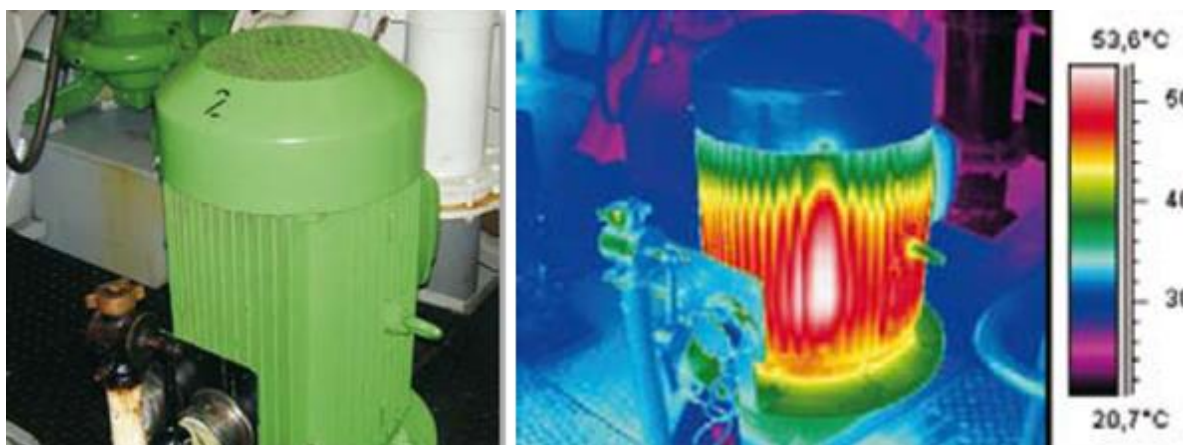


Рисунок 7 – Нагрев обмоток электродвигателя компрессора

Применение вышеизложенной инновационной технологии способствует формированию базовых компетенций студентов по безразборной диагностике холодильного оборудования.

### Литература

1. Миклуш, В. П. Организация и технология технического сервиса животноводческого оборудования: учебник для вузов / В. П. Миклуш, Н. Н. Романюк, М. В. Колончук [и др.]. – Астана: КАТУ им. Сейфуллина, 2014. – 412 с.
2. Охлаждение молока и техническое обслуживание установок: практикум / Ф. Д. Сапожников, В. М. Колончук, Ф. И. Назаров. – Минск: БГАТУ, 2016. – 84 с.