

Маслов Олег Сергеевич

студент

Никишин Владислав Викторович

студент

Лемешко Михаил Александрович

канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник

Кожемяченко Александр Васильевич

д-р техн. наук, профессор, профессор

Институт сферы обслуживания

и предпринимательства (филиал)

ФГБОУ ВО «Донской государственный

технический университет»

г. Шахты, Ростовская область

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

***Аннотация:** в статье рассмотрена актуальность вопроса диагностирования технического состояния фильтр-осушителей герметичных агрегатов бытовых холодильных приборов в процессе эксплуатации. Указана необходимость определения диагностических параметров степени проходимости фильтр-осушителей без их разборки. Сформулирована цель работы, которая заключается в разработке диагностических параметров для определения степени чистоты фильтрующих элементов бытовых холодильных приборов. Представлена методика проведения исследований по определению предельных значений перепадов давлений рабочего тела, создаваемых фильтрующей перегородкой в условиях, соответствующих реальной эксплуатации герметичного агрегата бытового холодильного прибора. Представлена принципиальная схема экспериментальной установки для определения проходимости фильтр-осушителей и их фильтрующих элементов. Показаны результаты исследований загрязненности реальных*

фильтрующих элементов, на основании статистической обработки которых получены предельные значения перепадов давлений, вызывающих отказ бытового холодильного прибора.

Ключевые слова: *бытовой холодильный прибор, фильтр-осушитель, фильтрующий элемент, засорение, диагностический параметр, перепад давления, техническое состояние.*

Степень засорения фильтрующих элементов реальных фильтр-осушителей оценивали по перепаду давления рабочего тела, создаваемого фильтрующей перегородкой в условиях, соответствующих реальной эксплуатации герметичного агрегата бытового холодильного прибора.

Для этого разработана и изготовлена экспериментальная установка с целью определения проходимости фильтр-осушителей и их фильтрующих элементов. Принципиальная схема установки (рис. 1) состоит из герметичного хладонового компрессора типа ХКВ6 – 1ЛБУХЛ, воздушного конденсатора, присоединительной обоймы с фильтрующим элементом, дифференциального ртутного манометра ДГ-50, штатного фильтр-осушителя типа ОФ-5, капиллярной трубки, листотрубного испарителя, помещенного в теплоизолированную камеру.

В качестве теплоизолятора использовали пенопласт толщиной 150 мм. Присоединительная обойма с испытуемым элементом подключалась к соответствующим трубопроводам установки с помощью быстродействующих клапанных муфт типа ИП-24. Обойма представляет собой устройство, обеспечивающее реализацию фланцевого способа отбора перепада давления Δp и состоит из корпуса, зажимной гайки, герметизирующих прокладок, между которыми устанавливается испытуемый фильтрующий элемент.

Принцип работы установки аналогичен работе герметичного агрегата холодильника, что обеспечивает достоверное моделирование реальных условий эксплуатации испытуемых фильтрующих элементов.

При выходе установки в режим, характеризующийся стабилизацией давления рабочего тела, которое фиксировали по установившемуся на манометру ДМН, закрывали уравнительный вентиль ВН2 и определяли значение Δp .

Значения давлений на манометре ДМН, характеризующие выход установки в установившийся режим, задавали согласно изменениям температуры окружающей среды по ГОСТ 16317–83 при номинальной температуре кипения хладагента.

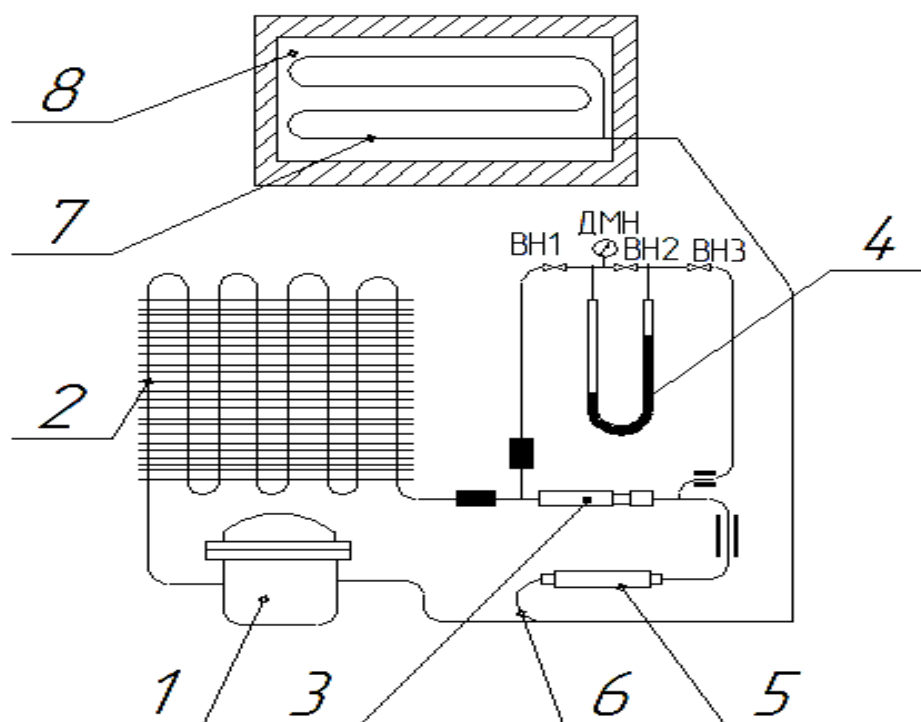


Рис. 1. – Принципиальная схема установки для определения проходимости фильтр осушителей по хладону: 1 – компрессор, 2 – конденсатор; 3 – соединительная обойма; 4 – дифференциальный манометр; 5 – штатный фильтр – осушитель; 6 – капиллярная трубка; 7 – испаритель; 8 – теплоизолированная камера; 9 – муфта; ВН1.....ВН3 – вентили

Наличие эксплуатационных отложений на фильтрующих элементах приводит к изменению их фильтрационных характеристик: снижению способности, изменению полноты и тонкости фильтрования, фильтруемости и грязеемкости [1–3].

Изменение эксплуатационных характеристик обуславливается величиной перепада давления хладагента Δp на входе и выходе из фильтр-осушителя [2].

Для условий работы герметичного агрегата бытового холодильного прибора при прочих равных условиях Δp зависит от температурного режима эксплуатации холодильной машины, который характеризуется температурой кипения хладагента T_0 и температурой окружающего воздуха $T_{ОВ}$ [4].

На основании вышесказанного, при оценке степени засорения реальных фильтр-осушителей за определяющую величину принимали перепад давления Δp .

Результаты исследований загрязненности реальных фильтрующих элементов показали, что в номинальном режиме работы холодильного агрегата при $T_0 = 253 \text{ K}$ и $T_{ОВ} = 298 \text{ K}$ величина перепада давления изменяется от 0 до 96 кПа и более.

При этом для принятых категорий засорения реальных фильтрующих элементов наблюдали следующие соответствия интервалов перепада давлений:

чистые сетки – от 0 до 16 кПа;

частично засоренные сетки – от 16 до 48 кПа;

полностью засоренные сетки – от 48 до 96 кПа и более,

На основании результатов статистической обработки полученных перепадов давлений с учетом того, что искомый параметр Δp представляет собой величину случайного действия, получена гистограмма плотности распределения частности w/h , изображающая дифференциальный закон распределения перепада давления на исследуемых фильтрующих элементах (рис. 2).

Полученная гистограмма имеет два экстремума. При изменении перепада давления Δp от 0 до 96,6 кПа эмпирическая зависимость w/h соответствует логарифмически нормальному закону распределения, который описывается уравнением вида [3]:

$$\varphi(\rho) = \frac{0,4343}{\Delta \rho \sigma \lg \Delta \rho \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \frac{(\lg \Delta \rho - \lg \bar{\Delta \rho})^2}{2\sigma^2 \lg \Delta \rho}, \quad (1)$$

Данному закону в основном подчиняются распределения наработок различных изделий, в том числе бытовых машин, приборов и их элементов [3].

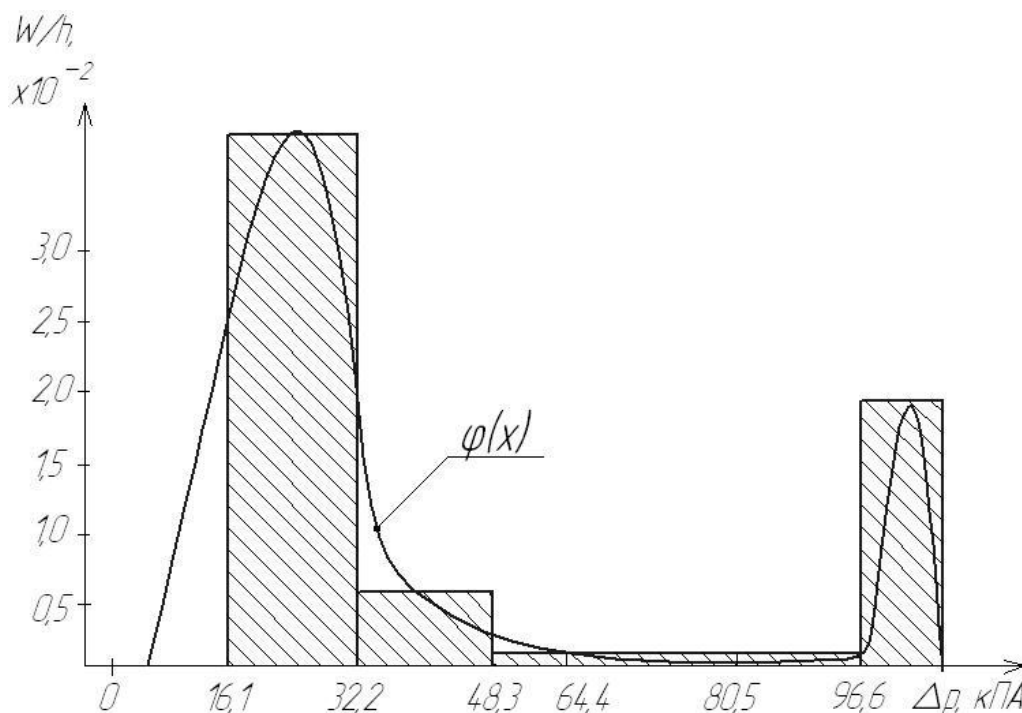


Рис. 2. Гистограмма плотности распределения частности степеней засорения фильтрующих элементов

Вид теоретического закона распределения для эмпирической зависимости $w/h = f(\Delta p)$ выбирали, используя критерий Колмогорова, величина которого составила $\lambda = 0,683$ при доверительной вероятности $P(\lambda) = 0,743$ [3].

Полученная зависимость имеет экстремум при значении перепада давления $\Delta p = 24,2$ кПа. Этот факт говорит о том, что в период эксплуатации агрегата от 8 до 14 лет наиболее вероятно частичное засорение фильтрующих элементов его фильтр-осушителя.

Второй экстремум гистограммы соответствует величине перепада давления $\Delta p = 96,6$ кПа, обуславливаемый наличием в рассматриваемой генеральной совокупности исследуемых фильтрующих сеток, засоренных черной смолистой массой отложений.

Содержание всех исследуемых фильтрующих элементов, засоренных черной массой отложений, соответствует 30% отказов агрегатов, связанных с «грязным» сгоранием обмоток статора встроенного электродвигателя, что согласуется с данными работы [4].

Как показали опыты, при перепаде давления $\Delta p = 96,6$ кПа на фильтр-осушителе в агрегате практически прекращается циркуляция холодильного агента. Поэтому величина перепада давления $\Delta p = 96,6$ к принята предельное значение и является диагностическим параметром, определяющим работоспособность герметичного агрегата бытового холодильного прибора.

Список литературы

1. ГОСТ 26678–85. Холодильники и морозильники бытовые электрические компрессионные параметрического ряда. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 66 с.
2. Быков А.В. Альтернативные озонобезопасные хладагенты / А.В. Быков, И.М. Калнинь, В.И. Сапронов // Холодильная техника. – 1981. – №3. – С. 7–11.
3. Северцев Н.А. Статистическая теория подобия. Надежность технических систем / Н.А. Северцев, В.Г. Шолкин, Г.А. Ярыгин. – М.: Наука, 1986. – 205 с.
4. Левкин В.В. Математическое моделирование абсорбционно-компрессионных холодильных агрегатов: Монография / В.В. Левкин, О.Н. Кирсанов. – Новочеркасск: УПЦ «Набал». ЮРГТУ (НПИ), 2004. – 95 с.