

Кожмяченко Александр Васильевич

д-р техн. наук, профессор

Петросов Сергей Петрович

д-р техн. наук, профессор,

заведующий кафедрой

Лемешко Михаил Александрович

канд. техн. наук, доцент,

ведущий научный сотрудник

Урунов Салават Рашидович

аспирант

Маслов Олег Сергеевич

студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»

г. Шахты, Ростовская область

МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ПО СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР В КАМЕРАХ

Аннотация: в статье проведен анализ недостатков существующих способов определения технического состояния малых холодильных машин и их подсистем, на основании которого разработан метод оценки технического состояния малой холодильной машины, основанный на определении скорости изменения температур в камерах.

Ключевые слова: малая холодильная машина, техническое состояние, метод, скорость изменения температуры, холодильная камера.

Разработанный метод может найти применение при оценке технического состояния малой холодильной машины (МХМ), например, бытового холодильного прибора при изготовлении, перед ремонтом или после ремонта, при диагностировании, оценке его соответствия техническим требованиям или стандартам. А

также может быть использован при модернизации или введении новых элементов или новых процессов в работу МХМ, сравнительных испытаниях однотипных холодильных машин компрессионного типа.

Аналогом разработанного метода является известный способ определения технического состояния бытового холодильного прибора путем оценки его холодопроизводительности на стендах, имеющих теплоизолированные камеры и калориметр [1]. Сущность этого способа заключается в измерении холодопроизводительности работающего холодильного агрегата при стандартных внешних условиях.

Метод определения холодопроизводительности в теплоизолированной камере осуществляется путем ручного регулирования мощности нагревателя калориметра, размещенного в одной теплоизолированной емкости с испарителем исследуемого работающего холодильного агрегата. При этом добиваются теплового равновесия (теплового баланса) вырабатываемого холода и компенсирующего тепла, выделяемого нагревателем. Полученное значение мощности нагревательного элемента при тепловом установленном равновесии характеризует холодопроизводительность агрегата. Полученная при испытаниях фактическая холодопроизводительность сравнивается с ожидаемой, определенной расчетным путем или сравнивается с холодопроизводительностью эталонного (образцового) однотипной МХМ. По сходимости или отличию этих показателей оценивается техническое состояние исследуемой МХМ.

Этот способ применим так же для оценки состояния (или испытания) какой-либо подсистемы холодильной машины, например, фильтра-осушителя, конденсатора, компрессора.

Оценка подсистемы выполняется путем сравнения фактической и эталонной холодопроизводительностей холодильного агрегата.

Особенностью рассмотренного способа оценки технического состояния МХМ на калориметрических стендах и в теплоизолированной камере является громоздкость стенда, длительность испытаний, ручное управление процессом

измерений путем вращения вентилях, снятие показателей по шкальным манометрам, а также то, что измерения имеют относительно высокую погрешность.

Другим известным аналогичным методом оценки технического состояния отдельных подсистем МХМ является способ диагностики и диагностическая система для бытовых холодильных приборов. В этом способе, в холодильном приборе размещается несколько датчиков напряжения на различных его подсистемах (компонентах) [2]. По отличию измеренных показаний напряжений от эталонных, судят о техническом состоянии МХМ и его основных элементах.

Особенностью такого метода является то, что измерение только напряжений не позволяет характеризовать термодинамические и теплоэнергетические процессы в МХМ. При этом методе не определяется холодопроизводительность и не учитывается температура окружающей среды.

Известен также способ определения технического состояния МХМ, с использованием специальных переносных стендов. Например, способ, реализуемый на переносном стенде СХ-2 [3]. При использовании этого стенда определяется величина напряжения питания потребляемого тока, проверяется изоляция на пробой, измеряется активное сопротивление обмоток, сопротивление изоляции, определяется коэффициент рабочего времени, измеряется температура в трех точках холодильного шкафа. Существенным является измерение на этом стенде времени работы хладонового компрессора и времени нахождения его в выключенном состоянии, что позволяет вычислять коэффициент рабочего времени (КРВ) холодильника машины. КРВ косвенно характеризует производительность агрегата в целом и герметичность холодильного шкафа, технического состояние трибосопряжений хладонового компрессора. Прибор позволяет реализовать метод измерения температур в холодильном и морозильном отделениях. Вывод о техническом состоянии МХМ выполняется на основании сравнения КРВ исследуемого холодильного прибора с КРВ эталонного.

Недостатком данного способа является то, что при определении технического состояния с применением вышеназванного стенда, не учитывается воздействие температуры окружающего воздуха, которая влияет на величину КРВ.

Описанный способ дает ориентировочную оценку технического состояния МХМ, в нем также предусматривается необходимость участия исполнителя в выполнении измерений, необходимость «ручной» обработки результатов измерений при вычислении КРВ, т.е. процесс измерений и оценка технического состояния МХМ не автоматизирован. Очевидно, что в рассматриваемом методе не учитывается влияние на показатель технического состояния – температура окружающего воздуха.

Однако на время работы компрессора после включения и до отключения его влияет температура окружающей среды, от которой зависит КРВ, используемый для оценки технического состояния МХМ.

Авторами предлагается метод, в котором указанные недостатки устранены.

Сущность разработанного метода заключается в том, что техническое состояние МХМ оценивается по скорости понижения температуры в отделениях холодильного прибора, за установленный промежуток времени или по промежутку времени работы компрессора от включения до достижения в отделении (отделениях) установленного значения температуры.

Способ включает операции размещения в исследуемых отделениях холодильника датчиков температур, в холодильном шкафу, а также размещение в не корпуса холодильника датчика температуры окружающего воздуха, подключение устройства учета времени работы компрессора и использования интерфейса для сбора и обработки информации, процесс измерений, процесс вычислений и индикацию технического состояния МХМ.

Сущность метода поясняется графиками процесса охлаждения, приведенных на рисунках 1 и 2.

На рисунке 1 приведены графики зависимости температур в охлаждаемом отделении МХМ от времени работы компрессора при различных температурах окружающего воздуха. На рисунке 2 приведены графики зависимости температур в охлаждаемом отделении для эталонного и исследуемого МХМ от времени работы компрессора за определенный промежуток времени.

На рисунке 3 приведены графики изменения температур эталонного и исследуемой МХМ, при обеспечении заданной температуры в охлаждаемом отделении.

Как видно на графиках (рисунок 1) зависимости температуры от времени работы компрессора при различных температурах окружающего воздуха на некотором диапазоне изменения температур – линейна, а скорость охлаждения (угол наклона линии) одинакова при различных температурах окружающего воздуха. Таким образом, измеряя скорость охлаждения при любых температурах окружающего воздуха, можно судить о техническом состоянии МХМ. Скорость охлаждения определяет холодопроизводительность холодильного агрегата, емкость охлаждаемого отделения, объем охлаждаемого продукта и техническое состояние всех подсистем МХМ.

При диагностике или при определении технического состояния МХМ отделения не загружается продуктами. Таким образом, для каждого объема охлаждаемого отделения нового (эталонного) и испытываемого холодильного прибора, скорость охлаждения характеризует техническое состояние всех его подсистем в совокупности. По отклонению фактической (измеренной) скорости охлаждения от эталонной (измерений на новом или эталонном однотипном холодильном приборе) оценивается его техническое состояние.

Данный способ позволяют испытывать различные подсистемы холодильника – холодильный агрегат, герметичный хладоновый компрессор, фильтр-осушитель и другие подсистемы МХМ.

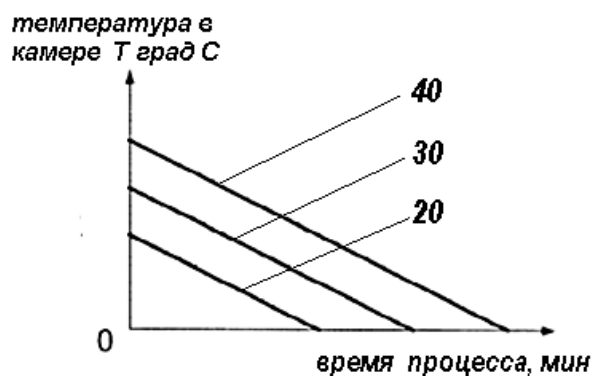


Рис. 1. Зависимость температуры в камере охлаждения от времени работы компрессора. 20, 30, 40 – температура окружающего воздуха

В каждом случае вывод о техническом состоянии исследуемой подсистемы МХМ является её интегральной оценкой – по соответствию фактической и эталонной скоростям охлаждения.

Скорость охлаждения (рисунок 2) определяется по выражению:

$$V_{\text{охл}} = \frac{\Delta T}{\tau}; \quad (1)$$

где ΔT – диапазон температур от начального значения (равного температуре окружающего воздуха) до конечного, измеренного через установленное время работы компрессора τ .

Для эталонного холодильника скорость охлаждения равна $V^y = \frac{\Delta \dot{O}_y}{\tau}$, для испытываемого холодильника скорость охлаждения равна $V_\varepsilon = \frac{\Delta \dot{O}_\varepsilon}{\tau}$ отклонение скорости охлаждения в испытываемой МХМ от скорости охлаждения в эталонном МХМ равно:

$$\Delta V_{\text{ооэ}} = \frac{\Delta \dot{O}_y - \Delta T_\varepsilon}{\tau_y} \quad (2)$$

По величине этого отклонения определяется техническое состояние исследуемого холодильного прибора.

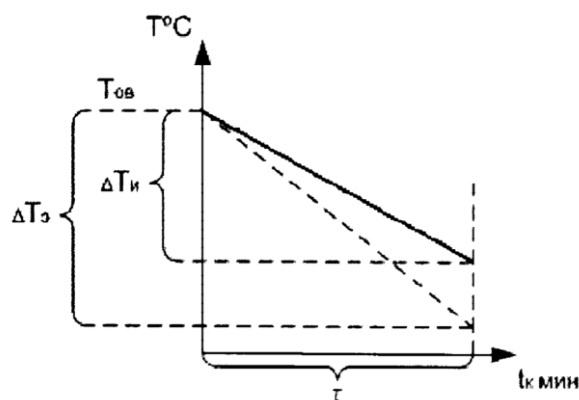


Рис. 2. График изменения скорости охлаждения

Косвенно скорость охлаждения можно определять (рисунок 3) при одинаковом диапазоне изменения температур ($\Delta T_\varepsilon = \Delta T_{\text{и}}$) временем работы компрессора, затрачиваемого для охлаждения холодильного отделения до заданного ($T_{\text{охл}}$)

значения температуры, т.е. измерять $\tau_э$ и $\tau_и$, а техническое состояние МХМ при этом определяется величиной: $\Delta\tau_{охл} = \tau_и - \tau_э$.

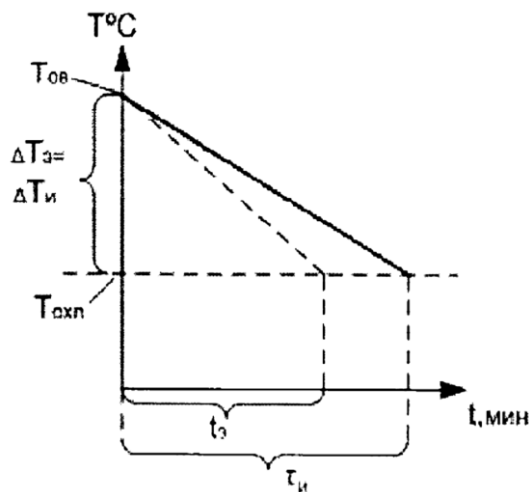


Рис. 3. График изменения времени работы компрессора

Так же скорость охлаждения можно косвенно определить (рисунок 2) путем задания одинакового периода времени работы компрессора и для эталонного и для испытываемого холодильника, т.е. при $\tau_э = \tau_и = \tau$, тогда техническое состояние МХМ определяется: $\Delta T = \Delta T_э - \Delta T_и$.

Разработанный метод позволяет упростить процесс измерения и исключить присутствие оператора при снятии характеристик МХМ.

В аналогах оператор, управляет приборами регулирования и визуально контролируя параметры процесса по показанию манометров, при этом допускаются ошибки и погрешности.

В предложенном способе исключено влияние человеческого фактора на результат диагностирования. Кроме того, в предложенном способе упрощен процесс определения технического состояния МХМ, т.к. отсутствует необходимость управления вентилями, и следить за показателями приборов.

По степени расхождения измеренных и эталонных показателей может быть определена степень дефектности МХМ.

Предложенный метод может быть применен при исследовании холодильных машин, например, исследование различных хладагентов, а также для

оперативной диагностики МХМ на месте их эксплуатации с использованием переносных персональных компьютеров.

Список литературы

1. Патент RU 2480686 С2, МПК F25В 49/02 от 13.07.2011. Оpubл. 27.04.2013 Бюл. №12. Способ определения технического состояния бытового холодильного прибора / М.А. Лемешко, А.В. Кожемяченко, С.П. Петросов, В.В. Рукасевиц, А.В. Саввов.

2. Кожемяченко А.В. Метод оперативной диагностики технического состояния бытовых холодильных приборов / А.В. Кожемяченко, М.А. Лемешко, С.Р. Урунов // World science: problems and innovations: Сборник статей победителей XI Международной научно-практической конференции: в 2-х ч. – 2017. – С. 131–134.

3. Кожемяченко А.В. Диагностика и сервис бытовых машин и приборов / А.В. Кожемяченко, С.П. Петросов, С.Н. Алехин [и др.]. – М.: Академия, 2003. – 320 с.