

УДК 629.463.125

*Вадим Ищенко  
Владимир Кулешов  
Андрей Мельничук*

## **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ lgp-i ДИАГРАММЫ**

*Изложены основные положения разработки методики диагностирования холодильных машин подвижного состава с использованием lgp-i диаграммы.*

*Викладені основні положення розробки методики діагностування холодильних машин рухомого складу з використанням lgp-i діаграми.*

*The basic provisions of the development of methods of diagnosing cold rolling machines with lgp-i diagram.*

**Ключевые слова:** подвижной состав, холодильная машина, диагностирование, техническое состояние, lgp-i диаграмма, неисправность.

**Введение.** В период эксплуатации подвижного состава в работе холодильного оборудования могут произойти неисправности, влекущие за собой частичное или полное нарушение режима работы. В настоящее время, для определения технического состояния узлов и агрегатов холодильного оборудования и вагонов, повышается значение технической диагностики. За последние годы на железных дорогах Украины и других государств техническая диагностика все больше внедряется в технологические процессы обслуживания и ремонта вагонов. Это в свою очередь требует разработки методик диагностирования холодильного оборудования подвижного состава с учетом специфики эксплуатации, технического обслуживания и ремонта вагонов.

**Постановка задачи.** Техническое состояние холодильного оборудования включает в себя три взаимосвязанных фактора: теплотехнические и энергетические показатели отдельных узлов и холодильной машины в целом и механическое состояние кинематических пар и сопряжений, входящих в отдельные узлы. Состав и порядок проведения проверок технического состояния составных частей и всей холодильной машины, а также правила анализа их результатов устанавливает алгоритм технического диагностирования.

В реальных условиях алгоритм диагностирования часто предусматривает на первом этапе функциональное диагностирование, с целью интегральной оценки технического состояния холодильной машины, а затем тестовое диагностирование, для поиска дефекта [1].

**© Ищенко В. М., Кулешов В. П., Мельничук А. В., 2011**

При тестовом диагностировании холодильной машины возникает необходимость определения неисправности до уровня отдельного элемента (компрессора, конденсатора, испарителя, терморегулирующего вентиля и т.д.). В этом случае для оценки работоспособности оборудования холодильной машины требуются тесты с большой разрешающей способностью, под которой понимают объем выдаваемого тестом информации.

Значительный объем диагностической информации без разборки оборудования холодильной машины содержит реальный цикл, построенный в lgr-i диаграмме. Исследуя реальный холодильный цикл путем измерения параметров в отдельных точках холодильной машины, можно оценить по lgr-i диаграмме отклонение реального цикла от нормы и определить характер неисправности холодильной машины [2].

Исходя из вышеизложенного предлагается для поиска неисправности холодильной машины использовать lgr-i диаграмму.

**Анализ исследований и публикаций.** Вопросам технического диагностирования холодильного оборудования подвижного состава железных дорог посвящены работы отечественных, зарубежных ученых и специалистов.

Анализ показал, что в большинстве работ рассматриваются вопросы функционального диагностирования с целью интегральной оценки технического состояния холодильных машин и тестового диагностирования отдельно взятого оборудования (компрессоры, аппараты, приборы автоматики и т.д.) на специальных стендах в условиях вагоноремонтных предприятий. Также рассматриваются общие вопросы и приведены примеры исследования реального цикла для определения неисправности холодильной машины по lgr-i диаграмме.

При этом недостаточно рассмотрены вопросы связанные с разработкой методики диагностирования холодильных машин подвижного состава с использованием lgr-i диаграммы.

**Цель работы.** Разработка методики диагностирования холодильных машин подвижного состава с использованием lgr-i диаграммы.

**Основной материал.** В подвижном составе железных дорог применяются фреоновые парокompрессионные холодильные машины.

Для оценки технического состояния и определения возможных неисправностей холодильных машин подвижного состава предлагается методика диагностирования, которая предусматривает на первом этапе измерение основной внешней характеристики холодильной машины – холодопроизводительности, что позволяет оценить общее техническое состояние холодильной машины и имеющиеся отклонения от нормальной работы, а затем, при необходимости, тестовое диагностирование с использованием диаграммы lgr-i для поиска неисправности.

Для определения холодопроизводительности холодильной машины предлагается использовать уравнение [3]:

$$Q_0 = \lambda V_h q_v,$$

где  $Q_0$  – холодопроизводительность, Вт;

$\lambda$  – коэффициент подачи компрессора;

$V_h$  – объем описанный поршнями компрессора за единицу времени, м<sup>3</sup>/с;

$q_v$  – удельная объемная холодопроизводительность всасываемых паров хладагента, Дж/м<sup>3</sup>.

Експериментально отримане при діагностуванні значення холодопродуктивності порівнюється з номінальним її значенням і визначається розходження. При різниці значень більше 15% виконують тестове діагностування холодильної машини для пошуку несправності з використанням Igp-i діаграми [4].

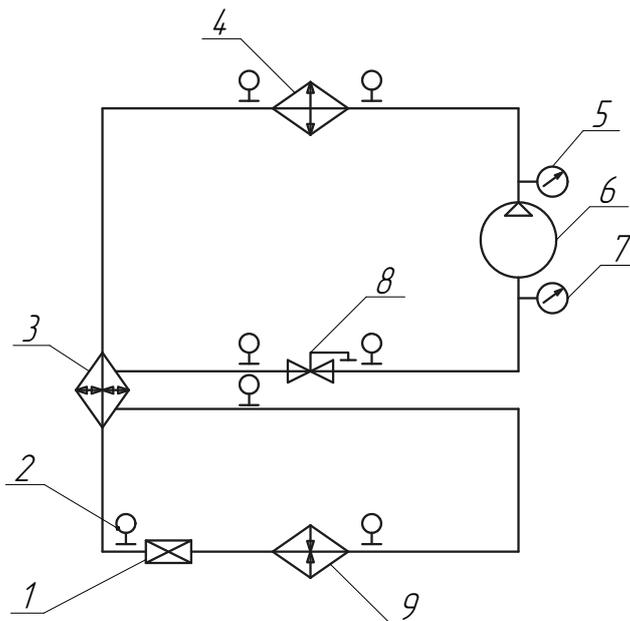
Основними причинами несправностей парокompresіонних холодильних машин з поршневыми компресорами являються:

- износ поршневой и клапанной группы компрессора;
- нарушение плотности системы циркуляции хладагента;
- нарушение настройки приборов автоматики или их неисправность;
- наличие в системе машины воздуха, воды, грязи.

Причины определяют характер неисправности и отклонения холодильного цикла машины от нормального значения.

Для исследования реального холодильного цикла по Igp-i диаграмме, при установившемся рабочем режиме необходимо измерить температуру и давление хладагента в характерных точках холодильной машины, перегрев испарителя, переохлаждение конденсатора.

На рис. 1 приведена схема размещения измерительных приборов для диагностирования холодильной машины ВР-18х2-1-2 секции РС-4.



**Рис. 1. Схема размещения измерительных приборов при диагностировании холодильной машины ВР-18х2-1-2 рефрижераторной секции РС-4:**

1 – терморегулирующий вентиль; 2 – датчик температуры; 3 – теплообменник; 4 – конденсатор; 5 – манометр; 6 – компрессор; 7 – мановакуумметр; 8 – автоматический дроссель давления; 9 – испаритель.

По измеренным значениям рабочих параметров хладагента в характерных точках холодильной машины в lgp-i диаграмме строится цикл холодильной машины и оцениваются возможные отклонения от нормального режима работы.

На рис. 2 представлена lgp-i диаграмма неисправности компрессора, когда давление конденсации ниже нормы, в то время как давление кипения превышает допустимое значение. Подобное может происходить из-за неисправности нагнетательного или всасывающего клапанов компрессора.

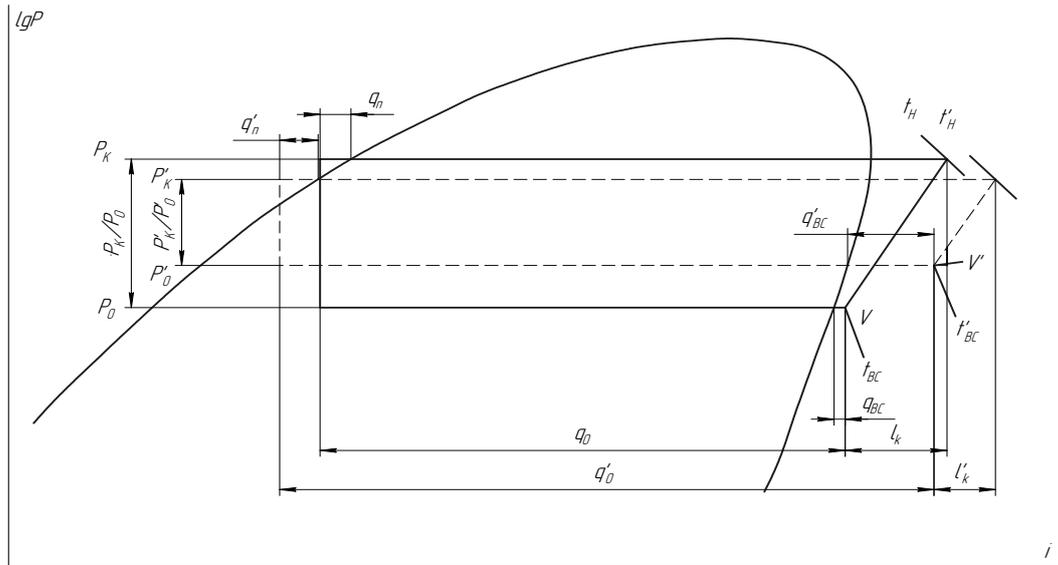


Рис. 2. lgp-i диаграмма при неисправности компрессора

В табл. 1 приведены изменения параметров холодильного цикла в lgp-i диаграмме при неисправности компрессора.

Таблица 1

**Изменения параметров рабочего цикла при неисправности компрессора**

Измеряемый параметр	Отклонение параметра
Давление конденсации, $P_k$	Понижается
Давление кипения, $P_0$	Повышается
Температура нагнетания, $t_n$	Повышается
Температура всасывания, $t_{вс}$	Повышается
Перегрев, $q_{вс}$	Повышается
Переохлаждение, $q_{п}$	без изменений
Степень превышения давления, $P_k/P_0$	Понижается
Удельная массовая холодопроизводительность, $q_0$	Повышается
Удельная работа сжатия компрессора, $l_k$	повышается незначительно

В табл. 2 приведено несколько примеров отклонения lgr-i диаграммы от нормы и причины этих отклонений (неисправностей).

Таблиця 2

**Изменение параметров при неисправности холодильной машины**

Неисправность	Изменение параметра			Причина
	повышается	понижается	без изменения	
1. Высокое давление в конденсаторе («Слабый» конденсатор)	$P_k, P_o, t_n, t_{bc}, I_k, P_k/P_o$	$q_o$	$q_{bc}, q_{п}$	– отсутствие обдува конденсатора, – высокая наружная температура, – загрязнение конденсатора, – наличие в системе воздуха
2. Низкое давление кипения	$t_n, t_{bc}, q_{bc}, I_k, P_k/P_o$	$P_k, P_o, q_{п}, q_o$		– недостаточное количество хладагента в системе, – недостаточное количество хладагента проходит через терморегулирующий вентиль (ТРВ)
3. Высокое давление конденсации и кипения	$P_k, P_o, q_{п}$	$t_n, q_{bc}, q_o, I_k, P_k/P_o$	$t_{bc}$	– неточно отрегулирован ТРВ, – неплотно установлен термобалон ТРВ
4. Низкое давление кипения («Слабый» испаритель)	$I_k, P_k/P_o$	$P_k, P_o, t_n, t_{bc}, q_{bc}, q_o$	$q_{п}$	– недостаточный поток воздуха проходит через испаритель
5. Снижение переохлаждения	$P_k, P_o, t_n, t_{bc}, q_{bc}, I_k$	$q_{п}, P_k/P_o, q_o$		– повышенный теплоприток, – недостаточная холодопроизводительность

По результатам тестового диагностирования с использованием lgr-i диаграммы определяется причина и сама неисправность холодильной машины, которая в последствие устраняется.

**Выводы:**

1. Разработанная методика диагностирования холодильного оборудования подвижного состава железных дорог позволяет оценить техническое состояние и выявить возможные неисправности холодильных машин.
2. Анализ реального холодильного цикла по lgr-i диаграмме дает достаточную диагностическую информацию для определения причин и самой неисправности холодильной машины.

3. Разработанная методика диагностирования позволяет обнаружить неисправности оборудования без разборки холодильных машин при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте подвижного состава.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов М. М. Диагностирование вагонов. – М.: Транспорт, 1990. -197с.
2. Нимич Г. В, Михайлов В. А., Бондарь Е. С. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха. – К.: ТОВ «Видавничий будинок» «Аванпост Прим», 2003. – 603 с.
3. Бартош Е. Т. Энергетика изотермического подвижного состава. – М.: Транспорт, 1976.– 304 с.
4. Борзилов І. Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики. (Частина 2): Навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – 83 с.