

**МДК.02.02. Управление испытанием холодильного оборудования
(по отраслям) и контроль за ним**

Раздел 3. Особенности испытаний малых холодильных машин

**Тема 3.1. Испытания герметичных агрегатов и компрессоров
(4 часа)**

1. Испытания агрегатов.
2. Испытания компрессоров.

1. Испытания агрегатов

Герметичные агрегаты холодопроизводительностью до 3000 Вт испытывают в процессе изготовления, а также после ремонта.

Испытания герметичных холодильных агрегатов бывают приемо-сдаточные, периодические и типовые.

Приемо-сдаточные испытания. Приемо-сдаточным испытаниям подвергают каждый агрегат после обкатки на фреоне в течение не менее 4 ч. При этом проводят следующие испытания:

проверяют на прочность и плотность сборочные единицы до сборки агрегата, а также агрегаты в сборе;

испытывают электрическую прочность и сопротивление изоляции;

измеряют сопротивление цепи заземления;

взвешивают агрегат;

проверяют комплектность;

проверяют влагосодержание (выборочно в количестве 3% от изготавливаемых агрегатов).

Все применяемые при испытаниях измерительные приборы периодически проверяют в установленном порядке.

При обкатке агрегата давления холодильного агента измеряются мановакуумметрами или манометрами класса не ниже 1,6 (ГОСТ 8625—69). При этом давление фреона перед всасывающим патрубком измеряют мановакуумметром с верхним пределом измерения не более 1 МПа (10 кгс/см²), давление после нагнетательного патрубка — манометром с верхним пределом измерения не более 2,5 МПа (25 кгс/см²).

Перед сборкой агрегата проверяют комплектующие изделия (компрессор, пусковую аппаратуру, приборы автоматической защиты, электродвигатель вентилятора). Проверку на прочность и плотность сборочных единиц агрегатов и агрегатов в сборе проводят пробными давлениями, приведенными в табл. 10.

Таблица 10. Пробные давления для агрегатов

Испытательные объекты (способы испытания)	Пробные (избыточные) давления, МПа, для агрегатов, работающих на фреонах		
	12	22	502
Сборочные единицы агрегатов			
на прочность (пневматический)	2,0	2,2	2,2
на плотность (пневматический)	1,6	1,6	1,6
Ресиверы			
на прочность (гидравлический или пневматический)	5,0	6,0	6,0

на плотность (пневматический)	1,6	2,5	2,5
Агрегаты в сборе			
на плотность (пневматический)	1,6	1,6	1,6
на плотность холодильным агентом	Давлением насыщенного пара при 20°C		

Сборочные единицы агрегатов испытывают на прочность воздухом или инертным газом в бронекамере (с выведенными наружу манометром и вентилем на дополнительном трубопроводе) в течение 1 мин. Их считают выдержавшими испытание, если не окажется признаков разрыва, не будет замечено течи или пропуска газа, а также остаточных деформаций после испытания.

На плотность сборочные единицы или агрегаты испытывают воздухом пробным давлением в течение не менее 1 мин. Для этого их погружают в хорошо освещенную ванну, температура воды в которой не ниже 20°C. Появление пузырей не допускается.

Для проверки плотности агрегатов, заряженных холодильным агентом более 0,5 кг, применяют галоидные течеискатели, чувствительность которых не ниже 10 г в год; 0,5 кг и менее — электронные течеискатели, чувствительность которых 0,5 г в год. Агрегаты испытывают на плотность холодильным агентом после пребывания их в течение 1 ч в помещении, температура воздуха которого не ниже 20°C. При этом загазованность помещения парами фреона должна быть не выше чувствительности электронного галоидного течеискателя.

В каждом компрессоре (ГОСТ 16264—70) испытывают электрическую прочность изоляции. Изоляция должна выдерживать 1700 В в течение 1 с или 1440 В в течение 1 мин при работе на номинальном напряжении 380 В; 1500 В в течение 1 с или 1200 В в течение 1 мин при работе на номинальном напряжении 220 В.

Сопротивление изоляции электрической цепи агрегата относительно кожуха компрессора, корпуса вентилятора, рамы агрегата, а также между фазами измеряют по ГОСТ 11828—75. Сопротивление изоляции электрической цепи должно быть не менее 2 МОм.

Сопротивление цепи заземления проверяют омметром (ГОСТ 8038—60).

Массу агрегата определяют взвешиванием на весах с погрешностью ± 100 г.

Комплектность поставки агрегата должна соответствовать указанной в паспорте.

Влагосодержание в агрегатах проверяют на стендах или конвейерах обкатки с помощью индикатора влажности, изменяющего цвет при содержании влаги в смеси смазочного масла с фреоном-12 от 0,0005 до 0,0015% по массе и с фреоном-22 от 0,001% до 0,006% по массе от синего до голубого, а при более высоком влагосодержании — до розового.

При проверке влагосодержания агрегат должен проработать в течение 4 ч, температура смеси холодильного агента со смазочным маслом перед индикатором влажности — не выше 25°C. При этом индикатор должен иметь синий или голубой цвет в агрегатах, работающих на фреоне-12, и синий цвет в агрегатах, работающих на фреоне-22. Цвет индикатора определяют путем сравнений с эталонной цветной шкалой.

Периодические испытания. Периодическим испытаниям один раз в год подвергают два агрегата, прошедших приемо-сдаточные испытания. При годовом выпуске менее 2000 агрегатов испытания проводят один раз в 2 года. Периодические испытания проводят для проверки соответствия агрегата всем требованиям ГОСТ 22502-77.

Во время периодических испытаний проверяют и испытывают следующее:

- определяют массу;
- определяют номинальную холодопроизводительность и потребляемую мощность;
- измеряют температуру обмотки встроенного электродвигателя компрессора;
- проверяют возможность пуска при пониженном напряжении;
- проверяют работу приборов автоматической защиты;
- определяют шумовые характеристики;
- определяют уровни виброскорости.

Если при испытаниях один из агрегатов не соответствует требованиям стандарта, то проводят повторные испытания удвоенного количества агрегатов. Результаты повторных испытаний считают окончательными.

Массу агрегата определяют взвешиванием. При периодических испытаниях определяют сухую массу агрегата, заполненного маслом и холодильным агентом. В этом случае сухая масса агрегата равна измеренной, за вычетом массы масла и фреона, находящегося в агрегате.

Холодопроизводительность агрегатов с конденсатором воздушного охлаждения испытывают на стенде (рис. 6).

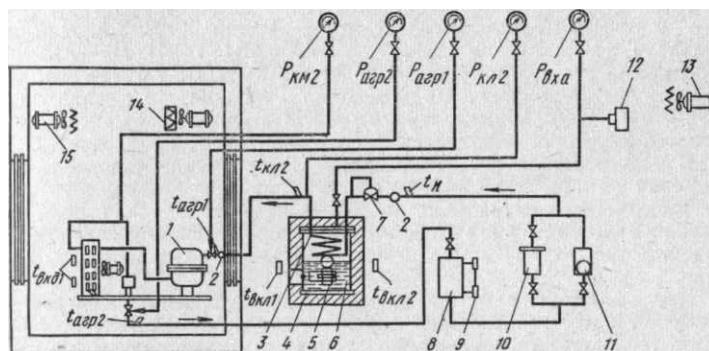


Рис. 6. Схема стенда с электрическим калориметром:

1 — агрегат; 2 — смотровое стекло; 3 — испаритель; 4 — калориметр со вторичным холодильным агентом; 5 — электрический нагреватель; 6 — вторичный холодильный агент; 7 — регулирующий вентиль; 8 — ресивер; 9 — указатель уровня; 10 — осушитель; 11 — прибор для определения концентрации масла; 12 — реле высокого давления; 13 — нагреватель стенда; 14 — охладитель камеры; 15 — нагреватель камеры

В калориметре к вторичному холодильному агенту подводится тепло от электрического нагревателя. Вторичный холодильный агент кипит, а образующийся при этом пар конденсируется на наружной поверхности испарителя.

При испытании мощность, подводимую к нагревателю, регулируют так, чтобы давление вторичного холодильного агента оставалось постоянным. Для уменьшения теплообмена с окружающей средой калориметр покрыт тепловой изоляцией.

Реле высокого давления служит для автоматической защиты калориметра от повышения давления вторичного холодильного агента: при повышении давления до заданного предела это реле выключает нагреватель.

В камере, где размещают испытуемый агрегат, заданную температуру воздуха поддерживают с помощью нагревателя и охладителя.

Давление холодильного агента измеряют манометрами класса не ниже 0,6 (ГОСТ 2405-72) с верхними пределами измерений не более указанных в табл. 11.

Таблица 11. Давление холодильного агента

Холодильный агент	Давление, МПа		
	перед всасывающим патрубком	после ресивера	фреона в калориметре
Фреон-12	1,0	2,45	1,6
Фреон-22	1,0	3,9	1,6
Фреон-502	1,0	3,9	1,6

Атмосферное давление измеряют anerоидом, температуру фреона — ртутными термометрами с ценой деления 0,1°С, температуру воздуха — термометрами с ценой деления 0,5°С (ГОСТ 215-73), напряжение — вольтметрами классов 0,2 или 0,5 (ГОСТ 8711-60), потребляемую мощность — ваттметрами классов 0,2 или 0,5 (ГОСТ 8476-60). Шкалы этих приборов выбирают так, чтобы измеряемые величины находились в пределах от 20 до 95% шкалы.

В электрической цепи нагревателя калориметра отклонение напряжения не превышает $\pm 1\%$ от среднего значения.

Термометры должны быть проверены на нулевую точку. Если положение нулевой точки не соответствует положению, указанному в свидетельстве, то необходимо ввести поправку на смещение нулевой точки.

После монтажа стенда ежегодно и после вскрытия калориметра проверяют качество изоляции, определяемое произведением коэффициента теплопередачи на величину поверхности калориметра при трех значениях разности температур вторичного холодильного агента и окружающего воздуха: $10 \pm 2^\circ\text{C}$; $20 \pm 2^\circ\text{C}$; $30 \pm 2^\circ\text{C}$. Температура воздуха у стенда должна быть $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Потери тепла через изоляцию калориметра не превышают 5% от замеряемой холодопроизводительности.

В контуре испытательного стенда наличие воздуха не допускается. Присутствие воздуха проверяют при выключенном агрегате и постоянной температуре воздуха у конденсатора в течение 10 ч. В последние 2 ч через каждые 30 мин записывают температуру воздуха у конденсатора и давление холодильного агента в конденсаторе.

Давление фреона в конденсаторе должно быть не выше давления всасываемого пара фреона, соответствующего температуре окружающего воздуха (точность измерения $\pm 2^\circ\text{C}$). Давление в конденсаторе проверяют перед периодическими или типовыми испытаниями, а также после каждого добавления холодильного агента в систему. Перед зарядкой проверяют давление фреона в баллоне, которое должно соответствовать температуре окружающего воздуха с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$.

Перед испытаниями агрегатов измеряют сопротивление электрической изоляции калориметра, которое должно быть не менее 50 МОм.

Показания приборов записывают после установившегося режима в течение 1 ч через каждые 10 мин. Установившимся тепловым режимом является такой режим работы, при котором отклонения от средней температуры кипения, всасывания и воздуха перед конденсатором составляют не более $0,5^\circ\text{C}$.

Во время испытаний поддерживают номинальное напряжение на клеммах агрегата. Колебания напряжения должны быть не более чем на $\pm 1\%$ от номинального.

В электрические цепи нагревателя калориметра и агрегата включают устройства для стабилизации и плавного регулирования напряжения. Напряжение, силу тока и мощность агрегата с трехфазными электродвигателями измеряют в каждой фазе двигателя.

Результаты испытаний номинальной холодопроизводительности определяют как среднее арифметическое семи последовательных показаний приборов.

Температуры кипения t_0 и конденсации t_k определяют с помощью таблиц насыщенных паров холодильных агентов по абсолютным давлениям перед всасывающим патрубком и после нагнетательного соответственно, температуру вторичного холодильного агента $t_{\text{вх}}$ в калориметре — с помощью таблиц насыщенных паров холодильных агентов по давлению вторичного холодильного агента.

Абсолютное давление холодильного агента рассчитывают по формуле

$$p_a = p + (p_6 / 735,6),$$

где p_a — абсолютное давление холодильного агента, кгс/см²;

p — измеренное давление, кгс/см²;

p_6 — показание anerоида, мм рт. ст.

Для перевода давления в МПа значения в кгс/см² умножают на 0,0981.

Потребляемую мощность агрегата с трехфазными электродвигателями измеряют двумя или тремя ваттметрами или трехфазным ваттметром. Мощность, потребляемая агрегатом, равна сумме мощностей компрессора и вентилятора.

Холодильный коэффициент (удельную электрическую холодопроизводительность) определяют по формуле

$$K_{\text{арп}} = Q_0 / N_{\text{арп}},$$

где $K_{\text{ар}}$ — холодильный коэффициент (удельная электрическая холодопроизводительность), Вт/Вт [ккал/(кВт·ч)];
 $N_{\text{ар}}$ — потребляемая мощность, Вт.

Температуру обмотки встроенного электродвигателя компрессора измеряют в конце испытания по определению холодопроизводительности в установившемся тепловом режиме, а также при испытаниях автоматической защиты при отключенном электродвигателе вентилятора.

Температуру обмотки определяют методом сопротивления по ГОСТ 183-74. Первое измерение температуры обмотки должно быть не позже чем через 30 с после остановки компрессора.

Температуру обмотки определяют по возрастанию ее сопротивления, измеренного при практически холодном состоянии обмотки.

Проверяя возможность пуска при пониженном напряжении агрегата, измеряют напряжение на клеммах агрегата в момент включения, давление всасывания и температуру окружающего воздуха. Напряжение при пуске агрегата должно быть не более 0,85 номинального, температура кипения 5—10°C, максимальная температура окружающего воздуха не более 45°C. Для агрегатов, работающих с капиллярными трубками, разность между давлениями нагнетания и всасывания должна быть не менее 0,1 МПа (1 кг/см²). Испытание проводят не менее трех раз. При этом стабилизаторы напряжения не применяют.

Автоматическую защиту агрегатов с трехфазным электрическим двигателем испытывают при аварийных режимах: прекращение работы вентилятора; прекращение всасывания холодильного агента; повышение температуры окружающего воздуха до 60°C; выпадение фазы трехфазного электродвигателя работающего агрегата.

Агрегаты с однофазными двигателями испытывают дополнительно при следующих аварийных режимах: пробое электрических конденсаторов; разрыве пусковой обмотки; повреждении пусковых приборов агрегатов.

В каждом из этих режимов приборы автоматической защиты должны остановить агрегат в случае повышения температуры обмотки встроенного электродвигателя компрессора до 105°C для изоляции класса А и до 130°C для класса В. Допустимо повышение температуры обмотки встроенного электродвигателя за время не более 1,5 ч до 140°C для электродвигателей с изоляцией класса А нагревостойкости и до 150°C для электродвигателей с изоляцией класса В.

При периодических испытаниях приборы автоматической защиты не настраивают, при типовых испытаниях проверяют настройку этих приборов на крайние пределы срабатывания, оговоренные в технических условиях. Проверку проводят при соединении обмоток в звезду и треугольник.

Во время испытаний приборов автоматической защиты определяют температуру обмотки встроенного электродвигателя, температуру всасывания фреона, температуру кожуха или воздуха под тепловым реле, давления всасывания и нагнетания, потребляемую мощность и силу тока, напряжение по всем фазам.

Шум и вибрацию измеряют по ГОСТ 8.055-73 при работе агрегата с технологическим испарителем на номинальном режиме.

Допустимые отклонения температуры кипения холодильного агента $\pm 0,5^\circ\text{C}$ и температуры окружающего воздуха $\pm 1^\circ\text{C}$. При работе с технологическим испарителем допустимо отклонение давления всасывания ± 10 кПа ($\pm 0,1$ кг/см²).

При определении вибрации агрегат с измерительными амортизаторами устанавливают на фундамент с виброизоляцией. Масса фундамента должна превышать массу агрегата не менее чем в 10 раз. Частота свободных колебаний агрегата на измерительных амортизаторах в вертикальном направлении должна быть ниже частоты вращения вентилятора не менее чем в два раза. Для измерения используют виброметры класса 1 или 2 по ГОСТ 16826-71 с пьезоэлектрическими датчиками.

Вибрации измеряют во всех точках крепления агрегата в направлении, перпендикулярном опорной поверхности. Пьезоэлектрические датчики должны прилегать к поверхности рамы и крепиться к ней болтами или магнитами.

Точность измерения вибрации должна быть не ниже ± 2 дБ. Проверку вибрации в каждой точке проводят три раза. Вибрацию определяют как среднее арифметическое трех последовательных показаний приборов.

Список рекомендованных источников

1. Игнатьев В.Г., Самойлов А.И. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования. – М.: Агропромиздат, 1986. – 232 с.

Составить опорный конспект, сделать скрин и прислать – **vitaliy.buruyan**