

Дилатометрическая кривая для стекла состава 1

Высокая электропроводность ( $6 \cdot 10^{-7}$  См/см при 25 °С,  $4 \cdot 10^{-3}$  См/см при 300 °С) наряду с высокими температурами стеклования и гидролитической стойкостью позволяет рекомендовать исследованные стекла для изготовления ионообменных мембран и сепараторов для натриевых ХИТ и электрохимических датчиков, работающих в широком температурном интервале.

#### Список использованных источников

1. Yabuuchi N., Kubota K., Dahbi M., Komaba S. Research Development of Sodium-Ion Batteries // *Chem. Rev.* 2014. Vol. 114. № 23. P. 11636–11682.
2. Adelhelm P., Hartmann P. From lithium to sodium: cell chemistry of sodium-air and sodium-sulfur batteries // *Beilstein J. Nanotechnol.* 2015. Vol. 6. P. 1016–1055.
3. Yu, X.H. A stable thin-film lithium electrolyte: Lithium phosphorus oxynitride // *J. Electrochem. Soc.* 1997. V. 144. № 2. P. 524–532.

УДК 621.565.9

## ИСПЫТАНИЯ НОВЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ КОМПОЗИТ ГРУПП ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

## TESTING OF THE NEW KOMPOZIT GROUP HEAT EXCHANGERS FOR REFRIGERATING MACHINES

Кувалдин А. Е., Раков О. А.

Композит Групп, Уральский федеральный университет,  
г. Екатеринбург, oleg\_rakov@list.ru

Rakov O. A., Kuvaldin A. E.  
Kompozit Group, Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** В работе изложен принцип работы установки, предназначенной для испытаний новых компактных теплообменников Композит Групп для холодильной техники, дан пример полученных результатов.

**Abstract:** The paper is dealt with the principle of operation of the unit, designed to test the new Kompozit Group compact heat exchangers for refrigerating machines. Data are given about of the results obtained.

**Ключевые слова:** импортозамещение; холодильные машины; компактные теплообменники; конденсатор; испаритель.

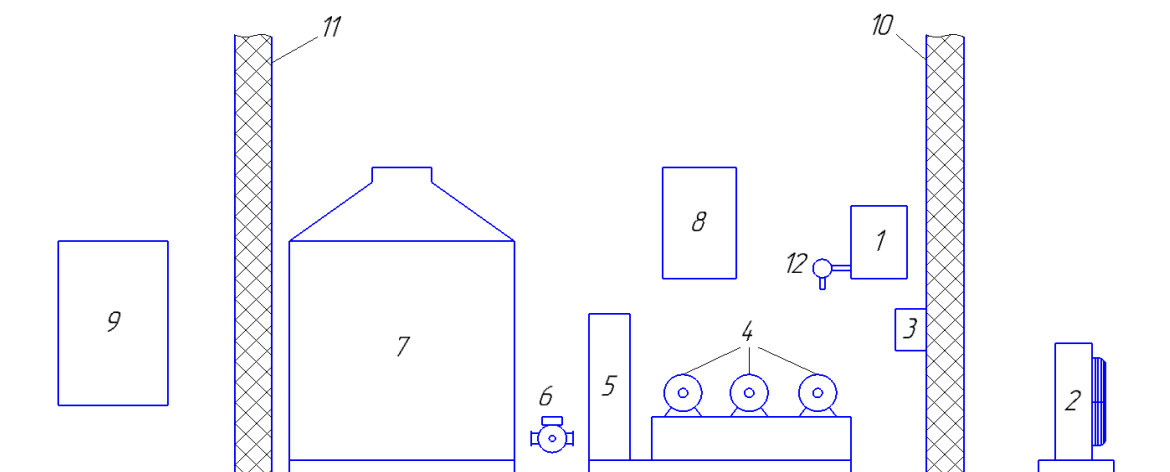
**Key words:** import substitution; refrigerating machines; compact heat exchangers; condenser; evaporator.

В настоящее время в холодильной технике получили широкое распространение компактные теплообменные аппараты, эффективные, легкие и малогабаритные. Большая часть продаваемого в России оборудования – иностранного производства.

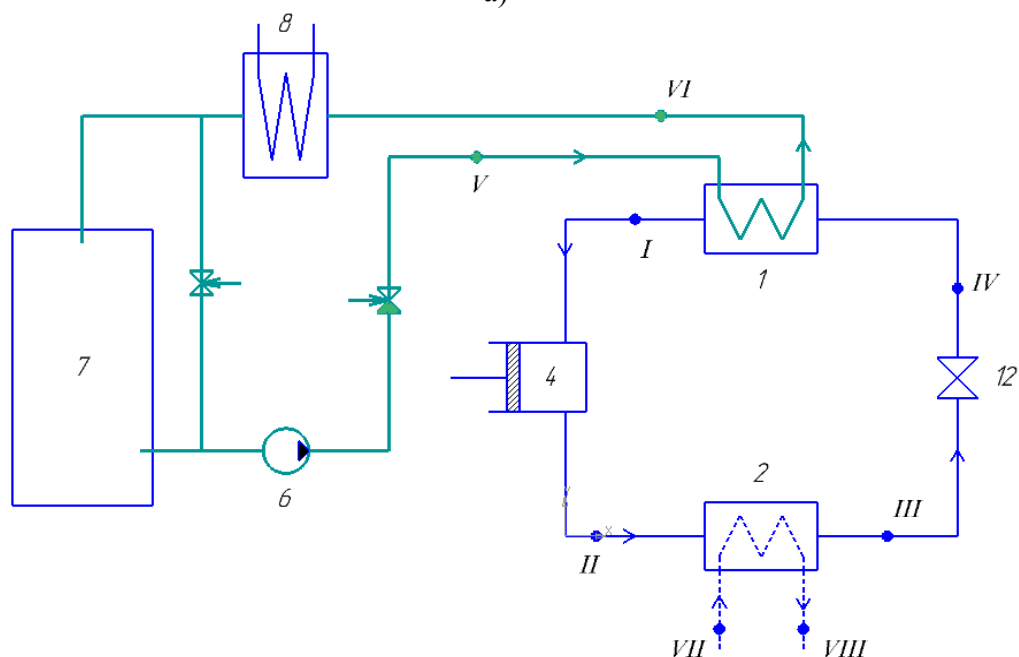
Компания Композит Групп в качестве одного из мероприятий по импортозамещению запускает производство новых компактных теплообменников для систем промышленного охлаждения и кондиционирования. С целью создания линейки продукции и определения ее номинальных технических характеристик на площадке компании в г. Екатеринбург создана промышленная испытательная установка для изучения опытных и серийных образцов компактных теплообменников.

В установке используется парокомпрессионная холодильная машина (ХМ), роль потребителя холода в которой играет водяной контур с включенным электрическим водогрейным котлом, имитирующим теплопритоки в охлаждаемую систему.

Схема установки, а также расположение технологических агрегатов представлены на рисунке.



а)



б)

Схема установки и расположение технологических агрегатов

а) расположение оборудования на площадке, б) схема установки.

1 – испаритель, 2 – конденсатор с осевыми вентиляторами, 3 – частотный преобразователь, 4 – компрессоры, 5 – щит управления холодильной машины, 6 – насос циркуляционной воды, 7 – бак запаса воды, 8 – электрический водогрейный котел, 9 – щит питания установки, 10 – наружная стена, 11 – перекрытие в цехе, 12 – терморегулирующий вентиль (ТРВ) – дроссель.

I – VIII – точки измерения параметров фреона, воды, воздуха

Установка состоит из испарителя 1, конденсатора 2, с установленными на нем осевыми вентиляторами с электроприводом, число оборотов которых регулируется частотным преобразователем 3, мощностью 18 кВт. Сжатие рабочего тела осуществляется тремя поршневыми компрессорами 4, электрической мощностью 11 кВт каждый. Управление ХМ осуществляется при помощи контроллера CAREL, установленного на щите 5. Центробежный насос 6, мощностью 1 кВт, обеспечивает циркуляцию воды в контуре. Бак 7, объемом

3 м<sup>3</sup>, предназначен для создания запаса воды и выполняет функцию термостата. Электрический котел 8, мощностью 100 кВт, является моделью потребителя холода. Питание на оборудование передается со щита 9, оборудованного необходимыми средствами электробезопасности.

Перечень приборов, позволяющих измерять параметры фреона, воды, воздуха, приведен в табл. 1.

Показания датчиков дТС и ПД выводятся на измерители УКТ-38 НПП «ОВЕН».

Принцип работы установки следующий: из испарителя перегретый пар фреона всасывается компрессором, где сжимается до давления конденсации. После сжатия рабочее тело направляется в конденсатор, где оно конденсируется и переохлаждается за счет отвода теплоты в окружающую среду. Далее фреон расширяется в процессе дросселирования, осуществляемом при помощи терморегулирующего вентиля (ТРВ) от давления конденсации до давления кипения. После ТРВ рабочее тело в состоянии влажного пара поступает в испаритель. В испарителе рабочее вещество кипит и перегревается за счет подвода теплоты от охлаждаемой жидкости.

Таблица 1

Измерительное оборудование

Параметр	Прибор
$p_I$	датчик давления Danfoss
$t_I$	датчик температуры NTC
$t_{II}, t_{III}, t_V, t_{VI}, t_{VII}, t_{VIII},$	термометры сопротивления дТС-Pt100
$p_{II}, p_{IV}$	датчик избыточного давления ПД100-ДИ
$\Delta p_{II-III}$	датчик перепада давления ПД200-ДД
$\Delta p_{VII-VIII}$	датчик разрежения воздуха в корпусе конденсатора ПД100-ДВ
$p_V, p_{VI}$	стрелочные манометры МП4-Уф
$G_V$	ультразвуковой расходомер Карат-520-40-Е50-0

Испаритель – ребристо-пластинчатой конструкции, четырехходовой по воде, одноходовой по фреону.

Конденсатор – трубчато-ленточной конструкции с горизонтальным расположением труб, одно-, двух- или четырехходовой по фреону, одноходовой по воздуху. Наружный воздух подается двумя «тянущими» осевыми вентиляторами.

Для обработки полученных данных используется авторская методика, созданная на основе работ [1] и [2].

По итогам испытаний определяются тепловая мощность и перепады давления теплоносителей в теплообменных аппаратах при различных начальных условиях. В качестве примера приведены данные (табл. 2), полученные при

испытаниях конденсатора KMCV 2000.63GD-3-12NA-2 (двухходовой по фреону конденсатор с микроканальными трубами, вертикальный, длиной по осям коллекторов 2000 мм, с двумя вентиляторами  $\varnothing$  630 мм с трехфазными асинхронными двигателями) и испарителя KPBEV-183 (вертикальный испаритель с площадью поверхности основных разделительных пластин 183  $\text{дм}^2$ ).

Таблица 2

Результаты испытаний конденсатора

Параметр	Значение
Расход фреона, кг/ч	2212
Расход охлаждающего воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$	30012
Температура охлаждающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$	30,5
Расход воды через испаритель, $\text{м}^3/\text{ч}$	6,66
Температура воды на входе, $^{\circ}\text{C}$	13,8
Мощность конденсатора, кВт	95,6
Перепад давления по фреону, бар	1,75
Температура начала конденсации, $^{\circ}\text{C}$	44,0
Мощность испарителя, кВт	69,8
Перепад давления по фреону, бар	0,43
Перепад давления по воде, кПа	19
Температура начала испарения, $^{\circ}\text{C}$	-5,7

Экспериментальные данные, полученные на установке, используются для определения номинальных технических характеристик теплообменных аппаратов, указываемых в каталоге, а также для создания программ расчета и подбора оборудования по требуемым параметрам для потребителей, совершенствования оборудования для систем промышленного охлаждения и кондиционирования.

Список использованных источников

1. Кэйс В. М., Лондон А. Л. Компактные теплообменники / пер. с англ. под ред. Ю. В. Петровского. М. : Энергия, 1967. 224 с.
2. Бараненко А. В., Бухарин Н. Н. [и др.] Холодильные машины. СПб. : Политехника, 1997. 992 с.

УДК 691.5

**ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ  
ВЫСОЛООБРАЗОВАНИЯ В БЕТОНЕ**

**EFFECTIVE WAYS TO REDUCE EFFLORESCENCE IN CONCRETE**