

Рисунок 2 – Образцы с покрытием и заготовки для нанесения покрытий.

Таким образом, проведенные исследования показали, что пропитка оксидно-керамических покрытий, получаемых методом МДО на поверхности алюминиевых сплавов, растворами полимеров или олигомеров позволяет значительно повышать их антифрикционные свойства. Это существенно расширяет области применения алюминиевых сплавов, в качестве конструкционных материалов для изготовления деталей узлов трения различного назначения.

Литература

1. Суминов, И.В. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование) / И.В. Суминов [и др.]. – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.
2. Коломейченко, А.В. Повышение антифрикционных свойств соединений, содержащих детали с покрытиями, сформированными МДО / А. В. Коломейченко, Н. В. Титов // Тракторы и сельхозмашины. – 2007, № 7. – С. 42-44.
3. Вольхин, А.М. Исследование прочности сцепления сверхвысокомолекулярного полиэтилена с МДО-покрытием / А.М. Вольхин, В.Н. Малышев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2014. – №1 с. 27-3

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАБОЧИХ ВЕЩЕСТВ R513A, R1234YF И R448A В ИСПАРИТЕЛЯХ ХОЛОДИЛЬНЫХ И ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

О.А. Кныш, Е.Н. Макеева

**Гомельский государственный технический университет имени П.О.
Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь**

В настоящее время выбор энергетически эффективных и экологически безопасных хладагентов является важным фактором при проектировании различных видов холодильных машин. Принятые международными комитетами меры по предотвращению разрушения слоя стратосферного озона, а также возникновения парникового эффекта в атмосфере из-за выбросов хладагентов привели к радикальным изменениям в технологиях кондиционирования воздуха и искусственного охлаждения. Это утверждение в особенности справедливо для промышленных установок охлаждения и кондиционирования воздуха с их широкой областью применения. [1,3]

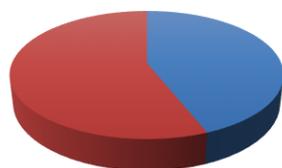
Целью работы является энергетическое и экологическое обоснование применения озонобезопасных хладагентов R1234yf, R513a, R448a; сравнение циклов холодильных и теплонасосных установок для предлагаемых озонобезопасных хладагентов R1234yf, R513a, R448a и заменяемых хладагентов R134a и R404a.



Рисунок 1 – Классификация альтернативных хладагентов

В качестве исследуемых рабочих веществ были выбраны хладагенты R513a, R448a, R1234yf, R134a, R404a.

R513a – азеотропная смесь, предназначенная для замены R134a. Главными преимуществами хладагента является: значительное снижение общей заправки холодильных систем хладагентом одновременно с сохранением необходимого уровня безопасности, характерного для ГФУ; значительное сокращение потенциальных утечек из холодильной системы; уменьшение энергопотребления по сравнению с распространенной в настоящее время системой непосредственного кипения R134a.



■ 1 ■ 2

1 – R134a (44%)
2 – R1234yf (56%)

Рисунок 2 – Состав смесового хладагента R513a

R448a – зеотропная смесь, предназначенная для замены R404a. Растворим в синтетических маслах. При использовании хладагента в существующих системах, следует принимать во внимание температурный глайд от 5 до 6 К, так как это оказывает влияние на производительность испарителя и конденсатора.



■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5

1 – R1234yf (20%)
2 – R1234ez (7%)
3 – R32 (26%)
4 – R125 (26%)
5 – R134a (21%)

Рисунок 3 – Состав смесового хладагента R448a

R1234yf – прозрачный, бесцветный, сжиженный по давлением газ, нетоксичен. Классифицируется как слабовоспламеняемый, однако испытания

показали, что этот газ не возгорается в обычных условиях. Распадается на безвредные компоненты и исчезает из атмосферы в течение 11 дней, в отличие от хладагента R134a, который остается в окружающей среде около 13 лет.

Таблица 1

Теплофизические и экологические показатели исследуемых хладагентов

Показатели	R513a	R134a	R404a	R1234yf	R448a
Молекулярная масса, г/моль	108,4	102	97,6	114,04	86,3
Температура кипения при 0,1013 МПа, °С	-28	-26,1	-46,3	-29,49	-46,12
Критическая температура, °С	96,5	101	72	94,7	82,68
Критическое давление, МПа	3,766	4,07	3,78	3,382	4,595
Критически плотность, кг/м ²	490,89	512	484,5	476	477
Скрытая теплота парообразования при температуре кипения, кДж/кг	192,2	215,9-217,1	175,28	195,4	241,48
Удельная теплоемкость при 25 °С, кДж/(кг*К): жидкости/пара при давлении 0,1013 МПа	1,406 0,822	1,46 0,858	1,502 0,871	1,383 0,905	1,555 0,85
Плотность насыщенного пара при температуре 25 °С, кг/м ³	35,4	5,28	5,3	5,98	4,703
Плотность насыщенной жидкости при температуре 25 °С, кг/м ³	1140	1206	1010	1092	1097
Коэффициент теплопроводности при 25 °С, 10 ⁻³ Па*с: жидкости/пара при давлении 0,1013 МПа	0,0702 0,0136	0,082 0,0145	0,0746 0,012	0,064 0,014	0,081 0,014
Класс безопасности (стандарт ASHRAE* 34)	A1	A1	A1	A2L	A1
ODP	0	0	0	0	0
GWP AR4	600	1430	3922	4	1273
COP,%	108	108	100	107	108

Было осуществлено сравнение циклов холодильных и теплонасосных установок для предлагаемых озонобезопасных хладагентов R1234yf, R513a, R448a и заменяемых хладагентов R134a, R404a.

Исходные данные:

Показатель	Удельная массовая холодопроизводительность, q_0 , кДж/кг	Удельная работа сжатия, l_k , кДж/кг	Холодильный коэффициент, $\varepsilon = q_0/l_k$	$COP = \varepsilon + 1$
------------	--	--	--	-------------------------

Для построения циклов процессов, характеризующих работу холодильных установок, были приняты следующие температуры: температура кипения $-15\text{ }^\circ\text{C}$, температура конденсации $30\text{ }^\circ\text{C}$.

Для построения циклов процессов, характеризующих работу теплонасосных установок: температура кипения $5\text{ }^\circ\text{C}$, температура конденсации $40\text{ }^\circ\text{C}$. [2]

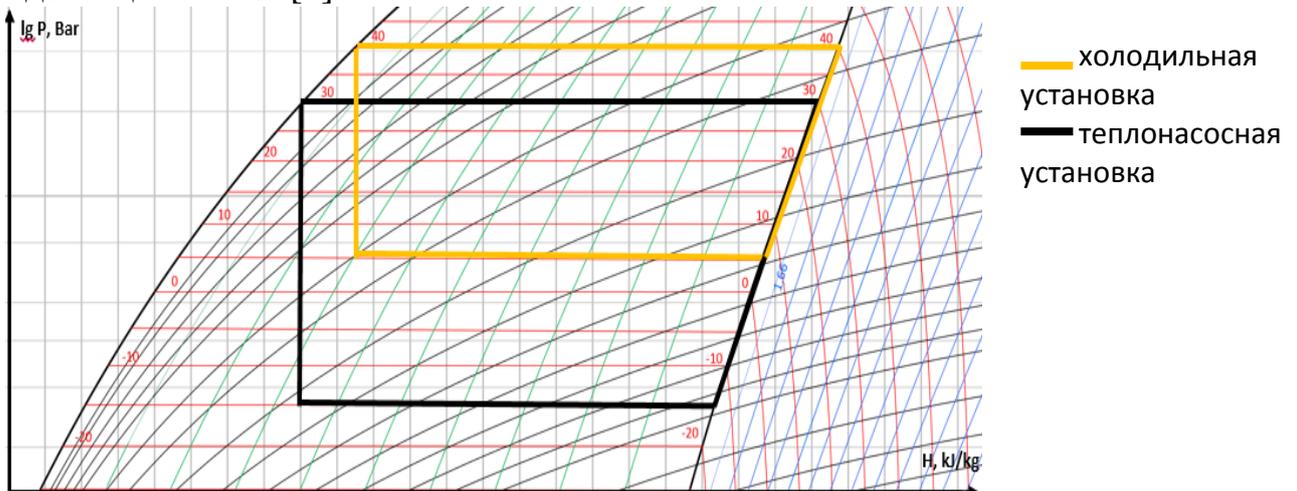


Рисунок 4 – Цикл холодильной и теплонасосной установки на примере хладагента R1234yf

Таблица 2

Результаты сравнения циклов холодильных и теплонасосных установок. Как следует из таблицы 2, предлагаемые озонобезопасные хладагенты практически не уступают заменяемым хладагентам по основным показателям эффективности работы холодильной машины: удельной массовой холодопроизводительности и холодильного коэффициента. При использовании предлагаемых хладагентов массовый расход уменьшится в 1,8 раза, потребляемая мощность теплонасосных и холодильных систем уменьшится в 1,4 раза, однако стоимость данных хладагентов в 10 раз больше уже используемых хладагентов.

	ХМ	ТНУ	ХМ	ТНУ	ХМ	ТНУ	ТНУ
R134a	145	142	25	19	5,8	7,47	8,47
R404a	115	107	22	21	5,3	5,1	6,1
R1234yf	114	112	28	21	4,1	5,33	6,33
R513a	129	126	26	20	4,96	5,6	6,6
R448a	153	148	22	14	6,96	10,57	11,57

Литература

1. Цветков О.Б. Холодильные агенты. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. – 216 с.
2. Холодильные машины/А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев и др./Под ред. Л.С. Тимофеевского. – СПб: Политехника, 1997. – 992 с.
3. Цветков О.Б. Хладагенты, хладоносители и холодильные масла – ностальгия о будущем. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2013. – 27 с.

ТЕКУЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ПУТИ ИХ РАЗВИТИЯ. ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ТРАСС

Андрей Волков, магистрант, КПУП «Гомельоблтеплосеть»

Введение. Проблемы энергоэффективности были и будут актуальной темой исследования по мере развития научно-технического прогресса. При комплексной оценке энергоэффективности тепловых трасс должны быть учтены многие факторы, такие как материал труб, тепловая изоляция (тип и качественный износ), диаметр труб, толщина стенки труб, температурный график, на который работает диагностируемая тепловая сеть.

Диагностика тепловых сетей является неотъемлемой частью их эксплуатации. Потребность в диагностировании тепловых сетей обусловлена:

- некачественными нормами проектирования и эксплуатации;
- некачественными строительными работами;
- существующая нормативная база проектирования и строительства не соответствует современным условиям эксплуатации подземных трубопроводов;
- меньшие заявленные значения коэффициента теплопроводности трубопроводов;
- человеческий фактор в процессе проектирования, монтажа и эксплуатации тепловых трасс.

Основная часть. В 2002 г. Советом Министров Республики Беларусь было принято Постановление № 1820 «О дополнительных мерах по экономному и эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов», в соответствии с которым с 1 января 2003 г. Строительство новых, капитальный ремонт и реконструкция старых теплосетей производятся в Беларуси только с применением ПИ-труб в бесканальном исполнении.