

УДК 621.574

Перевод холодильных центробежных машин и компрессорного оборудования на озонобезопасные хладагенты в Беларуси

Д. А. АКУЛИЧ¹, д-р техн. наук Б. Д. ТИМОФЕЕВ²¹6402162@tut.by, ²bortim015@mail.ru

ООО «Центр озонобезопасных технологий»

Приведены сведения о ретрофите турбокомпрессорного оборудования типа 10TXMB-4000–2 с хладагента R12 на азеотропную смесь R142b/RC318 (0,42/0,58) без замены холодильного минерального масла. В холодильном оборудовании фирмы TRANE типа CVGD-39 ретрофит хладагента R12 был рассмотрен в двух вариантах: на R134a и озонобезопасную смесь Экохол (0,05R600a/0,95R134a). На первом этапе был использован R134a с синтетическим маслом. В данной работе озонобезопасная смесь Экохол (0,05R600a/0,95R134a) предлагается для ретрофита холодильного оборудования без замены холодильного минерального масла, но с предварительной проверкой ее работоспособности на экспериментальном стенде.

Ключевые слова: перевод холодильного оборудования на озонобезопасные хладагенты, хладагент типа Экохол, минеральное и синтетическое холодильное масло.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 26.01.2017, принята к печати 15.05.2017

DOI: 10.21047/1606-4313-2017-16-2-50-52

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Акулич Д. А., Тимофеев Б. Д. Перевод холодильных центробежных машин и компрессорного оборудования на озонобезопасные хладагенты в Беларуси // Вестник Международной академии холода. 2017. № 2. С. 50–52.

Retrofitting centrifugal refrigerating machines and compressors to HFC refrigerants in Belarus

D. A. AKULICH¹, D. Sc. B. D. TIMOFEEV²¹6402162@tut.by, ²bortim015@mail.ru

LLC Center of Ozone-safe Technologies

The article deals with retrofitting turbomachinery of 10TXMB-4000–2 type from R12 refrigerant to R142b/RC318 (0.42/0.58) to azeotrope mixture without changing mineral oil. Refrigeration equipment of CVGD-39 type by TRANE company was used to retrofit R12 to R134 and to Jekohol HFC mixture (0.05R600a/0.95R134a). R134 with synthetic oil was used at the first stage. Jekohol HFC mixture (0.05R600a/0.95R134a) was proposed to retrofit refrigeration equipment without changing mineral oil, its applicability being checked experimentally.

Keywords: the retrofit of refrigeration equipment to HFC refrigerants, refrigerant of Jekohol type, mineral and synthetic refrigeration oil.

Article info:

Received 26/01/2017, accepted 15/05/2017

DOI: 10.21047/1606-4313-2017-16-2-50-52

Article in Russian

For citation:

Akulich D. A., Timofeev B. D. Retrofitting centrifugal refrigerating machines and compressors to HFC refrigerants in Belarus. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2017. No 2. p. 50–52.

В Республике Беларусь, в рамках принятых обязательств по защите озонового слоя Земли, выполняются мероприятия и по ускоренному выводу из обращения озоноразрушающих веществ (ОРВ).

В 2000 г. для МПО «ХИМВОЛОКНО», после детального изучения работы холодильного оборудования типа

10TXMB-4000–2 на хладагенте R12 при производстве химволокна, был изготовлен и внедрен смесевой хладагент Экохол-2. Это азеотропная смесь R142b/RC318 с массовым соотношением компонентов 42:58 [1, 2]. При этом не требовалась замена минерального холодильного масла [3].

На УП «Завод полупроводниковых приборов» в турбокомпрессорном оборудовании фирмы TRANE типа CVGD-39 для замены хладагента R12 был рассмотрен R134a и разработаны новые озонобезопасные смесевые хладагенты: 0,1R125/0,9R134a, 0,05R125/0,95R134a, 0,05R600a/0,95R134a и 0,05R125/0,9R134a/0,05R600a.

По результатам анализа расчетов холодильного термодинамического цикла для ретрофита были предложены R134a и смесь типа Экохол (0,05R125/0,95R134a).

В таблице представлены технические параметры холодильной машины фирмы «TRANE» типа CVGD-39 на хладагентах R12, R134a и смеси Экохол (0,05R600a/0,95R134a).

Из таблицы следует, что хладагент R134a и смесь 0,05R600a/0,95R134a по отношению к хладагенту R12:

— увеличивают холодопроизводительность оборудования Q_0 на 1,7 и 5,3%, соответственно;

— увеличивают теплопроизводительность конденсатора Q_k на 2,1 и 6,3%, соответственно;

— повышают потребляемую мощность на привод компрессора N_3 на 3,9 и 11,0%, соответственно, что ниже паспортного значения $N_3 = 325$ кВт;

— снижают холодильный коэффициент цикла ϵ на 6,4 и 8,4%, соответственно;

— число Маха M_u (1) для турбокомпрессора находится в допустимом интервале величин 1,2–1,4 [4].

Указанные в таблице технические параметры холодильной машины фирмы «TRANE» типа CVGD-39 на хладагентах R134a и смеси 0,05R600a/0,95R134a получены по результатам теоретических расчетов с использованием программ [5]. Также имеется согласованность с паспортными данными холодильной машины фирмы «TRANE» типа CVGD-39 на хладагенте R12.

На первом этапе холодильная машина фирмы «TRANE» типа CVGD-39 была переведена на R134a с заменой минерального холодильного масла на синтетическое.

Возможен и перевод холодильной машины фирмы «TRANE» типа CVGD-3 на озонобезопасную смесь Экохол (0,05R600a/0,95R134a) без замены холодильного минерального масла. Однако это требует экспериментальной проверки на стенде. Такие исследования проводились в ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси на теплонасосном стенде ТН-10М с озонобезопасной смесью Экохол (0,05R600a/0,95R134a) с использованием холодильного минерального масла. Главной проблемой использования указанных выше новых озонобезопасных хладагентов в холодильном оборудовании является не только совместимость хладагента с маслом, но и его возврат в картер компрессора, поскольку в рабочем контуре всегда циркулирует рабочее вещество хладагент-масло [6–8].

Для ПО «ПОЛИМИР» проведены расчеты по переводу холодильного оборудования типа ХТМФ-248–4000 с хладагента R12 на смесь R22/R218 с массовым соотношением компонентов 6:4 [9]. При этом необходима замена минерального холодильного масла на синтетическое с соблюдением технологии промывки холодильного контура. Выполненная работа была использована заказчиком для обоснования покупки нового холодильного адсорбционного бромисто-литиевого агрегата.

В рефрижераторных секциях вагонного депо г. Молодечно с холодильным оборудованием типа ВР18х2-1-2 для замены смесевых хладагента C10M1 по ТУ 2412-003-32837395-98 был предложен озонобезопасный хладагент группы HFC Экохол 1 (0,8R125/5,7R600a/93,5R134a).

Для смесевых хладагентов группы HFC, в состав которых входит углеводород R600a, возможно применение холодильного минерального масла в компрессорном оборудовании. Это явилось обоснованием для разработки и исследования таких хладагентов с про-

Технические параметры холодильной машины фирмы «TRANE» типа CVGD-39 на хладагентах R12, R134a и смеси Экохол (0,05R600a/0,95R134a)

Параметр	Обозначение	R12	R134a	0,05R600a/0,95R134a
Молекулярная масса	ММ, кг/кмоль	120	102,03	98,318
Объемная производительность турбокомпрессора	V , м ³ /ч	1948	1948	1948
Удельная объемная холодопроизводительность цикла	q_v , кДж/м ³	2089	2123	2200
Удельная массовая холодопроизводительность цикла	q_m , кДж/кг	138,3	140	139,48
Удельная работа на сжатие хладагента	l (1), кДж/кг	26,5	35,64	36,34
Расход хладагента	G_a , кг/с	10,1	8,2	8,53
Холодопроизводительность	Q_0 , кВт	1130	1149	1190
Потребляемая мощность на привод турбокомпрессора	N_3 , кВт	281	292	310
Холодильный коэффициент цикла	ϵ_0	4,2	3,93	3,84
Теплопроизводительность конденсатора	Q_k , кВт	1411	1441	1500
Температура кипения хладагента в испарителе	t (1"), °С	3	3	3
Давление хладагента в испарителе	P (1"), бар (абс.)	3,40	3,16	3,35
Давление хладагента на выходе из турбокомпрессора	P (2), бар (абс.)	11,1	12,0	12,8
Температура хладагента на выходе из турбокомпрессора	t (2), °С	66,7	61,9	59,0
Скорость звука хладагента на входе в турбокомпрессор	a (1), м/с	136,7	146,9	149,8
Число Маха	M_u (1)	1,36	1,27	1,24

веркой их работоспособности на экспериментальной установке ТН-10 в ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси.

На основании вышеизложенного мы рекомендуем в работающем холодильном оборудовании на хладаген-

тах группы HCFC проводить ретрофит на смеси озонобезопасные хладагенты типа Экохол 1. При этом массовое соотношение компонентов смеси должно определяться с учетом реальных условий эксплуатации холодильного оборудования.

Литература

1. Смесь хладагентов Экохол-2: Технические условия. ТУ 2412-014-07623164. — Кирово-Чепецк (Российская Федерация). 2000.
2. Тимофеев Б. Д., Нагула П. К., Заяц Т. А., Акулич Д. А. Результаты экспериментального исследования работоспособности озонобезопасной смеси Экохол 1 с использованием минерального холодильного масла // Вестник Международной академии холода. 2015. № 3.
3. Бабакин Б. С. Хладагенты, масла, сервис холодильных систем. Монография. — Рязань: Узорочье. 2003. 470 с.
4. Бараненко А. В. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур» / А. В. Бараненко, Н. Н. Бухарин, В. И. Пекарев, И. А. Сакун, Л. С. Тимофеевский. — СПб.: Политехника, 1997. 992 с.
5. REFPROP // Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties. NIST Standard Reference Database 23. Version 7.1
6. Железный В. П., Семенов Ю. В. Рабочие тела парокompрессионных холодильных машин: свойства, анализ, применение: монография. — Одесса: Феникс, 2012. 420 с.
7. Железный В. П., Мельник А. В. Кипение в гладкой трубе раствора R600a/минеральное масло ISO VG 15 // Вестник Международной академии холода. 2014. № 2. С. 13–18.
8. McLinden M. O., Klein S. A., Perkins R. A. An extended corresponding states model for the thermal conductivity of refrigerants and refrigerant mixtures // Int. J. Refrigeration. 2000. Vol. 23. P. 43–63.
9. Смесь хладагентов 22 и 218 в массовом соотношении 6:4 (опытная): Технические условия. ТУ РБ 14498995-360-99. Минск 1999.

Сведения об авторах

Акулич Дмитрий Анатольевич

ООО «Центр озонобезопасных технологий», 220037, Республика Беларусь, г. Минск, 1-й твердый переулоч, 7/1, 6402162@tut.by

Тимофеев Борис Дмитриевич

д. т. н., ООО «Центр озонобезопасных технологий» 220037, Республика Беларусь, г. Минск, 1-й твердый переулоч, 7/1, bortim015@mail.ru

References

1. Mix of hladon Ekokhol-2: Technical specifications. Technical specifications 2412-014-07623164. — Kirovo-Chepetsk (Russian Federation). 2000. (in Russian)
2. Timofeev B. D., Nagula P. K., Zayats T. A., Akulich D. A. Pilot study of Ekokhol 1 ozone-safe mix with the use of mineral refrigerating oil. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2015. No 3. (in Russian)
3. Babakin B. S. Coolants, oils, service of refrigerating systems. Monograph. — Ryazan': Uzoroch'e. 2003. 470 p. (in Russian)
4. Baranenko A. V. Refrigerators: The textbook for students of technical colleges of specialty «Equipment and Physics of Low Temperatures»/ A. V. Baranenko, N. N. Bukharin, V. I. Pekarev, I. A. Sakun, L. S. Timofeevskii. SPb.: Politekhnik, 1997. 992 p. (in Russian)
5. REFPROP // Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties. NIST Standard Reference Database 23. Version 7.1
6. Zheleznyi V. P., Semenyuk Yu. V. Working bodies of vapor-compression refrigerators: properties, analysis, application: monograph. Odessa: Feniks, 2012. 420 p. (in Russian)
7. Zheleznyi V. P., Mel'nik A. V. Boiling in a smooth pipe of R600a/mineral solution an oil of ISO VG 15. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2014. No 2. p. 13–18. (in Russian)
8. McLinden M. O., Klein S. A., Perkins R. A. An extended corresponding states model for the thermal conductivity of refrigerants and refrigerant mixtures. *Int. J. Refrigeration*. 2000. Vol. 23. P. 43–63.
9. Mix of hladon 22 and 218 in a mass ratio 6:4 (experienced): Technical specifications. Technical specifications. TU RB 14498995-360-99. Minsk 1999. (in Russian)

Information about authors

Akulich Dmitry Anatolyevich

LLC Center of Ozone-safe Technologies, 220037, Republic of Belarus, Minsk, 1 tverdyi pereulok, 7/1, 6402162@tut.by

Timofeev Boris Dmitriyevich

D. Sc., LLC Center of Ozone-safe Technologies, 220037, Republic of Belarus, Minsk, 1 tverdyi pereulok, 7/1, bortim015@mail.ru