

оборудование и инструменты могут быть использованы такие же, как и для традиционных хладагентов.

Литература

1. Какие масла использовать для фреонов R1234yf и R1234ze. [Электронный ресурс]. URL: <https://cool-system.ru/blog/ustroystvo-i-osnovnye-uzly-sistemy/kakie-masla-ispolzovat-dlya-freonov-r1234yf-i-r1234ze> (дата обращения 24.09.2020).
2. HFO–хладагенты для систем кондиционирования. [Электронный ресурс]. URL: <https://aboutdc.ru/page/906.php> (дата обращения 24.09.2020).
3. Оборудование для обслуживания кондиционеров. Техническая информация. – 2019. – 115 с.

УДК 621.644

Анализ свойств перспективных хладагентов

Жук Н.П.

Белорусский национальный технический университет

В начале XXI века после ряда международных соглашений по ограничению выбросов парниковых газов появились заменители существующих гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ) и гидрофторуглеродов (ГФУ), которые отличаются высоким парниковым воздействием. Остановимся на их основных свойствах.

Химические свойства. Гидрофторолефины (ГФО, HFO, коммерческое название) и гидрохлорфторолефины (ГХФО, HCFO) считаются отдельным, отличным от традиционных ГФУ и ГХФУ классом синтетических хладагентов. Отличием ГФО и ГХФО является то, что они ациклические *непредельные* углеводороды (алкены или более знакомое название – олефины) и их галогенные производные. Алкены содержат в молекуле помимо одинарных связей, одну двойную связь между атомами углерода и соответствуют общей формуле C_nH_{2n} . Их также называют ненасыщенными, так как их молекулы имеют меньшее число атомов, чем насыщенные. На текущий момент известно более десяти ГФО, которые используются в различных отраслях. Наиболее часто используемые на сегодняшний день в качестве хладагентов олефины R1234yf и R1234ze(E).

Физические и термодинамические свойства. ГФО были специально разработаны для замены ГХФУ и ГФУ, потому их физические (в частности, термодинамические) свойства схожи.

Основные химические, физические, термодинамические и некоторые экологические характеристики этих ГФО в сравнении с R134a указаны в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики некоторых ГФО в сравнении с R134a

Наименование показателя	R134a	R1234yf	R1234ze(E)
Химическое наименование	1,1,1,2-тетрафторэтан	2,3,3,3-тетрафторпропен	транс-1,3,3,3-тетрафторпропен
Молекулярная формула (строение молекулы)	$C_2H_2F_4$ (CF_3-CH_2F)	$C_3H_2F_4$ ($CH_2=CF-CF_3$)	$C_3H_2F_4$ ($CHF=CH-CF_3$)
Внешний вид	бесцветный газ, без запаха	бесцветный газ, без запаха	бесцветный газ, без запаха
Молекулярная масса, г/моль	102	114	114
Температура кипения при 1атм, °С	-26	-30	-19
Критическая температура, °С	101,1	94,7	109,4
Критическое давление, бар	40,60	33,82	36,36
Критическая плотность, кг/м ³	538	478	489
Тройная точка, °С	-100,6	нет данных	-104,5
Давление кипения при 8°С, бар	2,86	3,09	1,87

Давление конденсации при 40°C, бар	9,15	9,17	6,65
Плотность жидкости при 25°C, кг/м ³	1207	1094	1163
Плотность пара при 25°C, кг/м ³	32,4	37,6	26,4
Скрытая теплота парообразования, кДж/кг	198,7	195,4	184,3
Озоноразрушающий потенциал (ODP-R11=1)	0	0	0
Потенциал глобального потепления (GWP-CO ₂ =1, AR5)	1430	4	6
Время распада в атмосфере	около 13 лет	7 дней	11 дней
Индекс безопасности (ASHRAE34)	A1	A2L	A2L
Нижний и верхний порог воспламеняемости, % (60°C, ASTM E681-01)	не воспламеняется	6,2 – 12,3	5,7 – 11,3
Температура самовоспламенения, °C	743	405	368
Нижний предел воспламеняемости, кг/м ³	не воспламеняется	0,289	0,303

Физиологические свойства. ГФО относятся к категории А по токсичности (ASHRAE 34 "Классификация по группам безопасности"), т.е. малотоксичные (нетоксичные для человека), предел допустимого воздействия >400 ppm, малая вероятность отравления. Группа пожарной безопасности ГФО – 2L, т.е. трудновоспламеняемые, горючие, с низкой скоростью горения. Для воспламенения требуется концентрация более 100 г/м^3 (как правило, не менее 300 г/м^3). Удельная теплота сгорания менее 19000 кДж/кг . Низкая скорость распространения пламени (менее 10 см/с). Как правило, для воспламенения необходимы особые условия.

Опасность для человека (помимо горючести) представляет и то, что ГФО, несмотря на малую токсичность, непригодны для дыхания. ГФО являются асфиксантами – веществами, способствующими вытеснению кислорода из воздуха и вызывающими его нехватку для дыхания человека. При этом они в 4 раза тяжелее воздуха, бесцветны и не имеют запаха. Поэтому очень важно обеспечить вентилирование рабочего места, особенно, если хладагент используется ниже уровня земли (в подвалах, шахтах, котлованах).

Экологические свойства. ГФО имеют очень хорошие экологические характеристики: нулевой озоноразрушающий потенциал и относительно низкий потенциал глобального потепления. Распадаются на безвредные компоненты и исчезают из атмосферы в течение нескольких дней, в отличие от хладагента R134a, который остаётся в атмосфере несколько лет.

Экономические свойства. Следует отметить, что практически все ГФО стоят заметно дороже классических хладагентов, которых призваны заменить, однако за счет повышения энергоэффективности холодильных систем затраты могут быть скомпенсированы. Кроме того, большинство ГФО горючи, что накладывает ограничения на размер систем, размещаемых внутри помещений.

Для обеспечения безопасности при работе с ГФО хладагентами необходимы высокая квалификация и опыт персонала.

Для работы с этими веществами потребуются другое оборудование для заправки, комплектующие, инструменты, материалы и т.д.

Литература

1. Паспорта безопасности на R1234yf и R1234ze. Точка доступа <https://www.agas.com/products-services/refrigerants/>. Дата доступа 28.09.2020.

2. Озонабезопасные технологии в холодильной промышленности. Гидрофторолефины. Точка доступа <http://hvaccenter.ru/gidroftorolefiny>. Дата доступа 23.09.2020.
3. Вывод озоноразрушающих веществ и фторсодержащих газов в Российской Федерации. Гидрофторолефины. Точка доступа http://www.ozoneprogram.ru/holodilnii_sektor/gidroftorolefini_hs/. Дата доступа 23.09.2020.

СЕКЦИЯ «МЕНЕДЖМЕНТ»

УДК 65.011

Движение информации как фактор эффективности управления

Володько В.Ф.

Белорусский национальный технический университет

Движение информации обеспечивает связующую функцию менеджмента. Без циркулирования сведений, их полноты и точности эффективное управление невозможно. Менеджеров называют людьми, принимающими решения, однако верное решение может быть принято только на основании достоверной и полной информации.

Менеджеры тратят на обмен информацией (коммуникации) более половины своего рабочего времени. Неэффективные коммуникации – одна из главных причин возникновения проблем и ошибок в управлении подразделением и предприятием в целом. Успешных руководителей отличает высокое умение устного и письменного общения.

Обмен информацией можно рассматривать одновременно и как систему, и как процесс. Оба этих подхода включают коммуникации либо в общий процесс управления, в качестве подпроцесса, либо в общую систему менеджмента, в виде подсистемы.

Обмен информацией в виде подсистемы состоит из шести взаимосвязанных и взаимозависимых элементов: отправитель, получатель, каналы, сети, содержание, «барьеры».

В обмене информацией в качестве коммуникационного подпроцесса можно выделить два фактора: точность передаваемой информации и обратная связь между коммуникаторами.

Как отправителем, так и получателем информации может быть физическое лицо, подразделение или предприятие в целом. Менеджер в