



Охлаждающие смеси Расчет потенциала глобального потепления



ВВЕДЕНИЕ

Количество однокомпонентных хладагентов с различными термодинамическими свойствами, универсально подходящими для разного вида оборудования, ограничено. Растущий спрос на охлаждение и кондиционирование воздуха в различных сферах применения привел к дальнейшим поискам подходящих смесей хладагентов. Некоторые смеси были разработаны в качестве производных смешивания двух или более однокомпонентных хладагентов в различных пропорциях, которые в конечном итоге обладали качествами, отличными от качеств компонентов.

Хотя в контексте Монреальского протокола принято использовать термин “бленд”, важно отметить, что термин “смеси” также используется для описания хладагентов, которые состоят из более чем одного хладагента. Данный термин в частности применяется в Гармонизированной системе описания и кодирования товаров Всемирной таможенной организации (ГС).

Пост-кигальская версия



©Shutterstock

ТИПЫ СМЕСЕЙ ХЛАДАГЕНТОВ

Смесь хладагентов состоит из двух или более однокомпонентных хладагентов. Такие смеси бывают двух типов: азеотропные и зеотропные.

Азеотропные смеси

Эти смеси ведут себя подобно однокомпонентным хладагентам, у которых процесс кипения и конденсации происходит при постоянной температуре и при заданном давлении. По системе обозначения ASHRAE данным смесям присвоены номера из серии 500 (код ASHRAE), например R-509A.

ПГП

Потенциал глобального потепления (ПГП) является мерой относительного воздействия различных газов на глобальное потепление. ПГП присваивает некое значение количеству тепла, уловленному определенной массой газа, по сравнению с количеством тепла, уловленным аналогичной массой двуокиси углерода за определенную единицу времени. Двуокись углерода выбрана Межправительственной группой по изменению климата (IPCC) в качестве эталонного газа, ПГП которого принят за единицу (1).

Вслед за Кигальской поправкой 2016 Монреальский протокол принял стандартные “отчетные значения” ПГП для ГФУ¹ и ряда избранных ГХФУ и ХФУ, внеся их в текст протокола (в Приложение A, C и F).

Зеотропные смеси

У данных смесей процесс кипения и конденсации происходит в диапазоне температур при заданном давлении. Подобный диапазон температур называется “температурный гистерезис”. Зеотропным смесям присвоены коды ASHRAE из серии 400, например R-401A, R-406A и др.

Величины ПГП некоторых распространенных хладагентов

Вещество	ПГП
ХФУ-12	10 900
ГХФУ-22	1810
ГХФУ-124	609
ГХФУ-142b	2310
ГФУ-143a	4470
ГФУ-152a	124
ГФУ-23	14 800
ГФУ-32	675
ГФУ-125	3500
ГФУ-134a	1430
ГФУ-1234ze(E)	<1
ГФУ-1234yf	<1
R-290 (пропан)	5

РАССЧЕТ ПГП СМЕСЕЙ

Поскольку смеси хладагентов формируются путем смешивания двух или более компонентов, ПГП смеси представляет из себя средневзвешенную величину ПГП каждого индивидуального компонента смеси. То есть, для подсчета ПГП смеси необходимо прибавить ПГП индивидуальных компонентов пропорционально их массе.

Таким образом, ПГП смесей рассчитывается следующим образом:

$$\text{ПГП смеси} = \text{Массовая доля в \% компонента А} \times \text{ПГП А} + \text{Массовая доля в \% компонента В} \times \text{ПГП В} + \text{Массовая доля в \% компонента С} \times \text{ПГП С}$$

Пример: R-401A

R-401A – смесь, состоящая из **53% ГХФУ-22**, **13% ГФУ-152a** и **34% ГХФУ-124** (масса в %). Величина ПГП у ГХФУ-22 составляет 1810, у ГФУ-152a - 124 и у ГХФУ-124 - 609.

$$\text{ОРП смеси (R-401A)} = \text{Массовая доля ГХФУ-22} \times \text{ОРП ГХФУ-22} + \text{Массовая доля ГФУ-152a} \times \text{ОРП ГФУ-152a} + \text{Массовая доля ГХФУ-124} \times \text{ОРП ГХФУ-124}$$

$$= 0.53 (53\%) \times 1810 + 0.13 (13\%) \times 124 + 0.34 (34\%) \times 609$$

$$= 959.3 + 16.1 + 207.1$$

$$= 1182.5 \text{ (округлено до 1180)}$$

НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ ПГП СМЕСЕЙ

Обозначение по ASHRAE	Состав, вещества*	Состав (масса в %)	ПГП компонентов†	ПГП смеси
Зеотропные смеси				
R-401A	ГХФУ-22/ГФУ-152a/ГХФУ-124	53/13/34	1810/124/609	1180
R-404A	ГФУ-125/ГФУ-143a/ГФУ-134a	44/52/4	3500/4470/1430	3920
R-407A	ГФУ-32/ГФУ-125/ГФУ-134a	20/40/40	675/3500/1430	2110
R-407C	ГФУ-32/ГФУ-125/ГФУ-134a	23/25/52	675/3500/1430	1770
R-407F	ГФУ-32/ГФУ-125/ГФУ-134a	30/30/40	675/3500/1430	1820
R-410A	ГФУ-32/ГФУ-125	50/50	675/3500	2090
R-417A	ГФУ-125/ГФУ-134a/HC-600	46.6/50/3.4	3500/1430/4	2350
R-444B	ГФУ-32/ГФУ-1234ze(E)/ГФУ-152a	41.5/48.5/10	675/1/124	290
R-446A	ГФУ-32/ГФУ-1234ze(E)/HC-600	68/29/3	675/1/4	460
R-449A	ГФУ-134a/ГФУ-125/ГФУ-1234yf/ГФУ-32	26/25/25/24	1430/3500/1/675	1410
R-452A	ГФУ-1234yf/ГФУ-32/ГФУ-125	30/11/59	1/675/3500	2140
Азеотропные смеси				
R-507A	ГФУ-125/ГФУ-143a	50/50	3500/4470	3990
R-513A	ГФУ-1234yf/ГФУ-134a	56/44	1/1430	630

* ГХФУ = гидрохлорфторуглерод, ГФУ = гидрофторуглерод, ПФУ = перфторуглерод, ГУ = гидроуглерод

Примечания

Величины ПГП для ГХФУ, ГФУ и ХФУ, указанные в данном листке (включая в расчетах ПГП смесей) взяты из Приложений А, С и F к Монреальскому протоколу. Все остальные величины взяты из следующего документа: "2014 Scientific Assessment of Ozone Depletion, World Meteorological Organization (100 year time horizon values)".

† Гидроолефины (ГФО) представляют из себя новый класс ненасыщенных ГФУ хладагентов, которые обладают пониженным ПГП и короткой продолжительностью пребывания в атмосфере, по сравнению с другими ГФУ. ГФО не включены в

OzonAction

UN Environment (UNEP)
Economy Division
1 rue Miollis, Building VII
Paris 75015, France

www.unep.org/ozonaction
ozonaction@unep.org