



Охлаждающие смеси Расчет озоноразрушающего потенциала (ОРП)



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).



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.

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.

ОРП

Величины ОРП позволяют простым способом сравнивать относительную способность различных ОРВ разрушать стратосферный озон. ОРП определяется как “комплексное изменение суммарного озона на единицу массовых выбросов конкретного озоноразрушающего вещества относительно комплексного изменения суммарного озона на единицу массовых выбросов ХФУ-11” (ВМО, 1995), т.е. коэффициент суммарной потери озона в результате воздействия данного вещества и суммарная потеря озона в результате воздействия той же массы ХФУ-11. ХФУ-11 или трихлорфторметан выбран в качестве эталонного газа, ПГП которого принят за единицу(1). Согласно этому стандарту рассчитывается ОРП остальных газов.

Величина ОРП некоторых распространенных ГХФУ и ХФУ

Вещество	ОРП (“отчетная” величина)
ГХФУ-22	0.055
ГХФУ-123	0.02
ГХФУ-124	0.022
ГХФУ-142b	0.065
ГХФУ-225ca	0.025
ГХФУ-225cb	0.033
ХФУ-11	1
ХФУ-12	1
ХФУ-113	0.8
ХФУ-115	0.6

Примечание: величина ОРП всех ГФУ равна нулю

РАСЧЕТ ОРП СМЕСЕЙ

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

Таким образом, ОРП смесей рассчитывается следующим образом:

$$\text{ОРП смеси} = \text{Массовая доля в \% компонента A} \times \text{ОРП A} + \text{Массовая доля в \% компонента B} \times \text{ОРП B} + \text{Массовая доля в \% компонента C} \times \text{ОРП C}$$

Пример: R-401A

R-401 A - смесь, состоящая из **53% ГХФУ-22**, **13% ГФУ-152a** и **34% ГХФУ-124** (масса в %). Величина ОРП у ГХФУ-22 составляет 0.055, у ГФУ-152a – 0 (не-ОРВ) и у ГХФУ-124 - 0.022.

$$\begin{aligned} \text{ОРП смеси (R-401A)} &= \text{Массовая доля ГХФУ-22} \times \text{ОРП ГХФУ-22} + \text{Массовая доля ГФУ-152a} \times \text{ОРП ГФУ-152a} + \text{Массовая доля ГХФУ-124} \times \text{ОРП ГХФУ-124} \\ &= 0.53 (53\%) \times 0.055 + 0.13 (13\%) \times 0.0 + 0.34 (34\%) \times 0.022 \\ &= 0.029 + 0.0 + 0.007 \\ &= 0.036 \end{aligned}$$

НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ ОРП СМЕСЕЙ

Обозначение по ASHRAE	Состав, вещества*	Состав (масса в %)	ОРП компонентов†	ОРП смеси
Зеотропные смеси				
R-401A	ГХФУ-22/ГФУ-152a/ГХФУ-124	53/13/34	0.055/0/0.04	0.036
R-402A	ГФУ-125/ГУ-290/ГХФУ-22	60/2/38	0/0/0.055	0.021
R-403A	ГУ-290/ГХФУ-22/ПФУ-218	5/75/20	0/0.055/0	0.041
R-406A	ГХФУ-22/ГУ-600a/ГХФУ-142b	55/4/41	0.055/0/0.065	0.057
R-408A	ГФУ-125/ГФУ-143a/ГХФУ-22	7/46/47	0/0/0.055	0.026
R-409A	ГХФУ-22/ГХФУ-124/ГХФУ-142b	60/25/15	0.055/0.04/0.065	0.048
R-411A	ГУ-1270/ГХФУ-22/ГФУ-152a	1.5/87.5/11	0/0.055/0	0.048
R-412A	ГХФУ-22/ПФУ-218/ГХФУ-142b	70/5/25	0.055/0/0.065	0.054
R-414B	ГХФУ-22/ГХФУ-124/ГУ-600a/ГХФУ-142b	50.0/39.0/1.5/9.5	0.055/0.04/0/0.065	0.196
R-416A	ГФУ-134a/ГХФУ-124/ГУ-600	59.0/39.5/1.5	0/0.04/0	0.009
R-418A	ГУ-290/ГХФУ-22/ГФУ-152a	1.5/96.0/2.5	0/0.055/0	0.053
Азеотропные смеси				
R-504	ГФУ-32/ХФУ-115	48.2/51.8	0/0.6	0.311
R-509A	ГХФУ-22/ПФУ-218	44.0/56.0	0.055/0	0.024

Примечания

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

† Значения ОРП взяты из текста Монреальского протокола, с которым можно ознакомиться в публикации "Пособие по Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой (Приложение A, B, C и E), в котором можно найти более подробную информацию и таблицы со значениями ОРП, которые следует применять в рамках Монреальского протокола.

<http://ozone.unep.org/en/handbook-montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer/5>

В контексте Монреальского протокола для расчета ОРП смесей и отчетности по ним следует пользоваться этими величинами, несмотря на то имеются более обновленные варианты.

Ozone Action

United Nations Environment Programme (UNEP)
Division of Technology, Industry and Economics
1 rue Miollis, Building VII
Paris 75015, France

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