

**КУРС: ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
И СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ
С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ**

Альтернативные хладагенты

Екатеринбург УрФУ 2017

к.т.н. Доцент Велькин В.И.



Содержание

1. Классификация хладагентов
 2. Требования к хладагентам
 3. Особенности термодинамики смесей хладагентов
 4. Традиционные хладагенты групп ХФУ и ГХФУ
 5. Альтернативные однокомпонентные хладагенты
 6. Область применения хладагентов R402a и R402b
 7. Альтернативные многокомпонентные хладагенты группы ГФУ
- 

Наименование хладагентов в разных фирмах

Фирма	Торговая марка
«Du Pont de Nemour»	Фреон (Freon) или Сува (SUVA)
«Elf Atochem»	Форан (FORANE)
«Solvay»	Кальтрон (Kaltron)
«Montedison»	Альгофрен (Algofrene)
AZSO	Allied Signal
ICI	Клеа (Klea)
«Daikin Kogyo»	Дайфлон (Daiflon)



Классификация хладагентов

По степени озоноразрушающей активности хладагенты разделены на 3 группы:

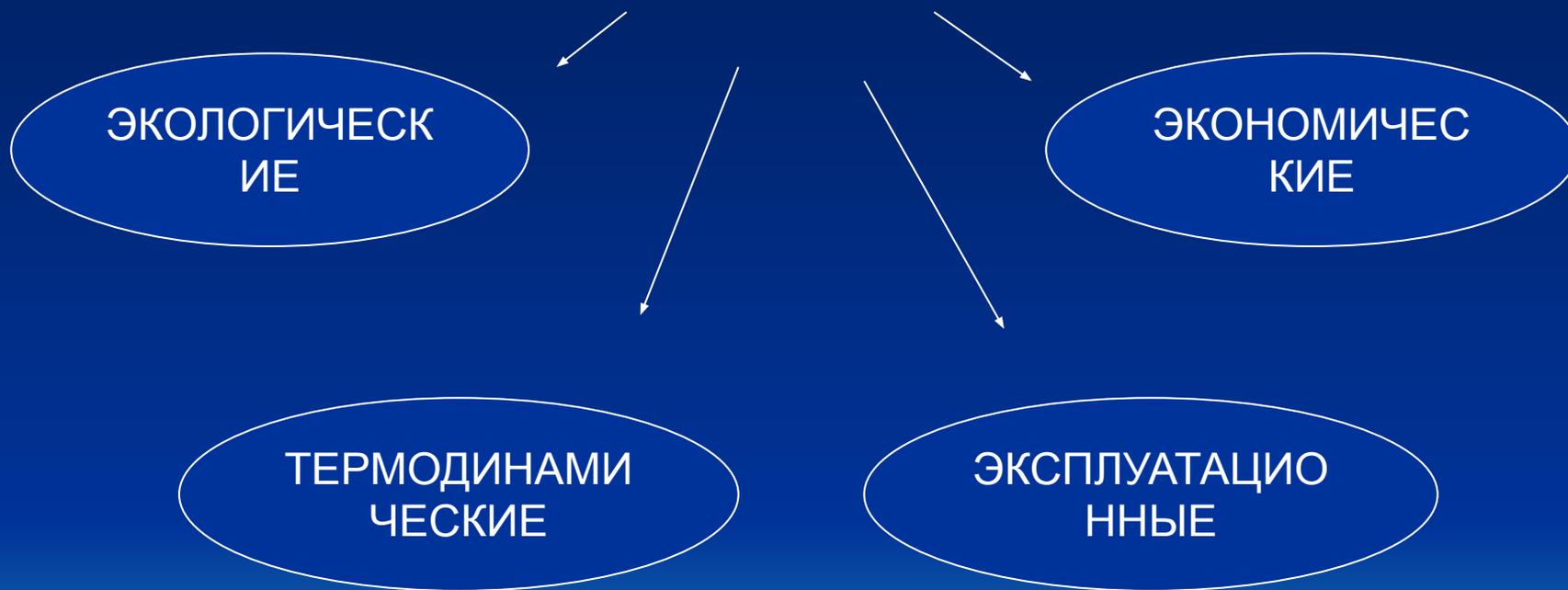
Хладагенты с высокой озоноразрушающей активностью – хлорфторуглероды(ХФУ)
(R11,R113,R502)

Хладагенты с низкой озоноразрушающей активностью – гидрохлорфторуглероды(ГХФУ)
(R21,R141b,R124)

Озонобезопасные хладагенты – гидрофторуглероды(ГФУ), не содержащие атомов хлора
(R134,R32,R290).

Требования к свойствам хладагентов

Они подразделяются на



Особенности термодинамики смесей хладагентов

В молекулярной теории различают

Азеотропные смеси -
состав паровой и жидкой
фаз одинаков, а
давления в точках
росы и кипения
совпадают

Зеотропные смеси –
концентрации паровой
и жидкой фаз
в условиях
термодинамического
равновесия
различаются

Традиционные хладагенты групп ХФУ и ГХФУ

К ним относятся

1.Хладагент R12 – дифторхлорметан.
Высокий потенциал разрушения озона (ODP = 1);
Большой потенциал глобального потепления (GWP = 8500)

2.Хладагент R11 – фтортрихлорметан (ODP = 1)

3.Хладагент R502 – азеотропная смесь хладагентов R22 и R115
(ODP = 0.33, GWP = 4300)

4.Хладагент R22 – дифторхлорметан (ODP = 0.05, GWP = 1700)

5.Хладагент R123. (ODP = 0.02, GWP = 90)

Альтернативные однокомпонентные хладагенты

К ним относятся

1.Хладагент R717 – аммиак (ODP = 0, GWP = 0)

2.Хладагент R744 – углекислый газ (ODP = 0, GWP = 1)

3.Хладагент R728 – азот (ODP = 0, GWP = 0)

Альтернативные однокомпонентные хладагенты

4.Хладагент R290 – пропан (ODP = 0, GWP = 3)

5.Хладагент R600a – изобутан (ODP = 0, GWP = 0.001)

6.Хладагент R125 – пентафторэтан (ODP = 0, GWP = 860)

Альтернативные однокомпонентные хладагенты

7.Хладагент R134 – тетрафторэтан (ODP = 0, GWP = 1300)

8.Хладагент R143a – трифторэтан (ODP=0, GWP =1000)

9.Хладагент R32 – дифторметан (ODP = 0, GWP = 220)



Альтернативные многокомпонентные хладагенты на основе углеводородов

К ним относятся

1.Хладагент С1 – азеотропная смесь R152 и R600a

2.Смесь пропан-бутан (43% R600a)

3.Хладагент CM1 – зеотропная смесь R134, R218, R600

Альтернативные многокомпонентные хладагенты группы ГХФУ. Хладагенты среднего давления.

Для замены R12 и R500 фирмой «Du Pont» разработан ряд сервисных переходных смесей среднего давления SUVA MP



Хладагент	Массовая доля компонента, %		
	R22	R152	R124
R401a	53	13	34
R401b	61	11	28
R401c	33	15	52

Альтернативные многокомпонентные хладагенты группы ГХФУ.

Хладагенты высокого давления.

Хладагенты SUVA HP80 (R402a) и SUVA HP81 (R402b) были специально разработаны для действующих установок, спроектированных в расчете на применение R502.

Состав хладагентов R402a и R402b:

Хладагент	Массовая доля компонента, %		
	R22	R125	R290
R402a	38	60	2
R402b	60	38	2

Область применения хладагентов R402a и R402b

Вид холодильной установки	Ретрофит	Заменяемый хладагент
Холодильные установки для хранения замороженных продуктов при $t < -18$ град.	R402a, R402b	R502
Низкотемпературный холодильный транспорт	R402a	R502

Альтернативные многокомпонентные хладагенты группы ГФУ.

Хладагент R404a – близкоазеотропная смесь R125/R143a/R134a

Применяется в качестве заменителя R502 при ретрофите систем.

Хладагент R407c – торговая марка SUVA 9000.

Зеотропная смесь R32/R125/R134a

Разработан как альтернатива R22.



Альтернативные многокомпонентные хладагенты группы ГФУ.

- Хладагент R507 – торговая марка «Genetron AZ50».
- Состав смеси – R125 и R143a в соотношении 50/50.
- Хладагент R410a – торговая марка SUVA 9100.
- Двойная азеотропная смесь ГФУ R32 и R125 (50/50)
- Хладагент R508b - торговая марка SUVA 95/
- Азеотропная смесь R23 и R116.