

# Холод Саммит Россия

Экоэффективная система  
централизованного холодоснабжения  
предприятия розничной торговли  
с новыми компрессорами  
фирмы Bitzer GmbH

Москва, 16.02.10



## Содержание:

- ❑ Рабочие вещества холодильных машин
  - Экологические требования к современным хладагентам
  - Сравнительный обзор используемых хладагентов
- ❑ R404A/R404A в сравнении с гибридной схемой R134a/CO<sub>2</sub>
  - Фактор TEWI и экоэффективность
- ❑ Новая серия поршневых компрессоров BITZER ECOLINE
  - Оптимизация компрессоров Ecoline для R134a
  - Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета
- ❑ Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>
- ❑ Заключение



# Экологические требования к современным хладагентам

---

- ❑ Строгий запрет/ограничения на использование хладагентов, обладающих потенциалом воздействия на озоновый слой ODP
  - Монреальский (1987) протокол:
    - Вывод из употребления HCFC, например R22
  
- ❑ Ограничение использования газов, влияющих на образование парникового эффекта – в фокусе общественности и властей
  - Киотский (1997) протокол: Период действия до 2012 г.
    - Соглашение о сокращении эмиссии CO<sub>2</sub>
  - Копенгагенская конференция ООН, декабрь, 2009
    - Попытка определения новых задач с учетом меняющейся экологической ситуации

# Экологические требования к современным хладагентам

---

Не дожидаясь общего решения вопроса, страны Европейского Союза принимают меры по ограничению использования хладагентов с высоким потенциалом глобального потепления GWP:

- «F-Gas Регулирование» подлежит пересмотру в 2011/2012 г.г. с ожидаемым постепенным отказом от использования HFC хладагентов с высоким GWP
- Уже сейчас маркировка «ЕСО» на кондиционерах и тепловых насосах допускается только при использовании хладагентов с  $GWP < 2000$
- Строгое ограничение использования и специальное налогообложение HFC хладагентов в Дании и Норвегии

# Сравнительный обзор используемых хладагентов

Хладагент	Эффективность vs. R22 [%]		Удельная объемная холодопроизвод. vs. R22 [%]		Давление vs. R22 [%] SDT 45°C ①	Темп. глайд [K]	GWP	Категория безопас-ти ③	Матер. совместимость
	MT ①	LT ①	MT ①	LT ①					
HFC хладагенты									
<b>R134a</b>	102	--	62	--	67	0	1300	A1	✓
<b>R404A</b> (R507A)	95	105	102	112	118 (122)	0.7	3780 (3850)	A1	✓
<b>R407A</b>	99	106	96	95	108	6.6	1990	A1	✓
<b>R410A</b>	95	94	140	145	157	< 0.2	1980	A1	✓
Природные хладагенты NH <sub>3</sub> , R290, R1270 в обзоре не рассматриваются									
<b>CO<sub>2</sub></b> ②	85	100	470	720	500 (транскритический)	0	1	A1	☺ Эластомеры
HFO Хладагент(ы) с низким GWP									
<b>HFO1234yf</b>	~ 98	--	~ 60	N/A	~ 65	0	4	A2L	✓ ④

① HFC, HFO - условия по стандарту EN12900

② CO<sub>2</sub>:

- MT (транскритический): SST -7 / tgc 35°C / 86bar

- LT (субкритический): SST -32 / SDT -5°C

③ A2L ⇒ Слабо горючее вещество

④ Долгосрочная химическая и термическая стабильность еще на доказаны

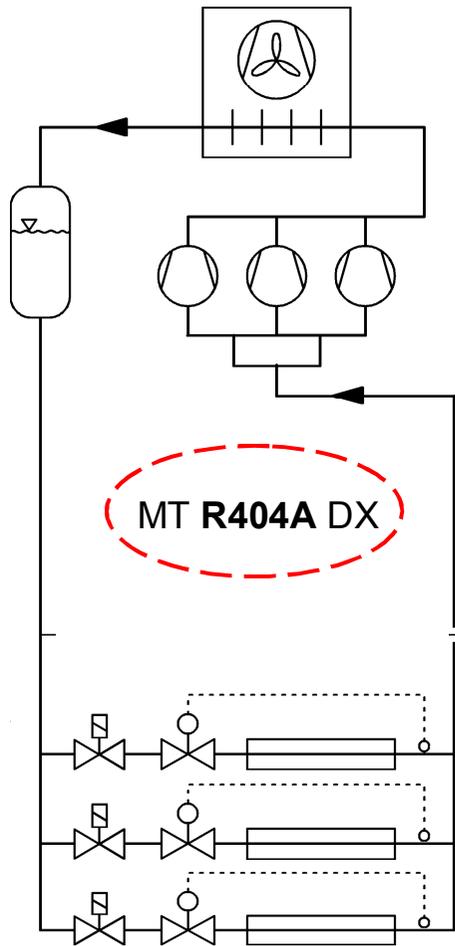
## Содержание:

- ❑ Рабочие вещества холодильных машин
  - Экологические требования к современным хладагентам
  - Сравнительный обзор используемых хладагентов
- ❑ R404A/R404A в сравнении с гибридной схемой R134a/CO<sub>2</sub>
  - Фактор TEWI и экоэффективность
- ❑ Новая серия поршневых компрессоров BITZER ECOLINE
  - Оптимизация компрессоров Ecoline для R134a
  - Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета
- ❑ Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>
- ❑ Заключение

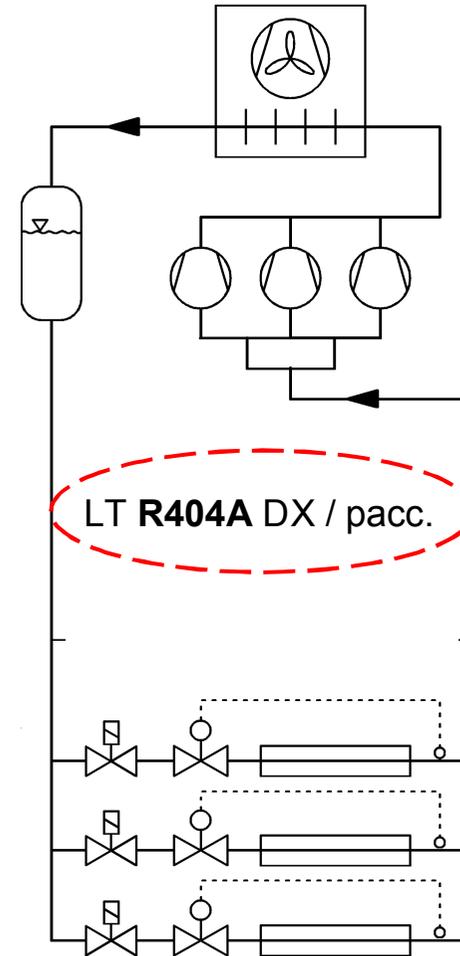


# Стандартное решение R404A/R404A

упрощенная схема



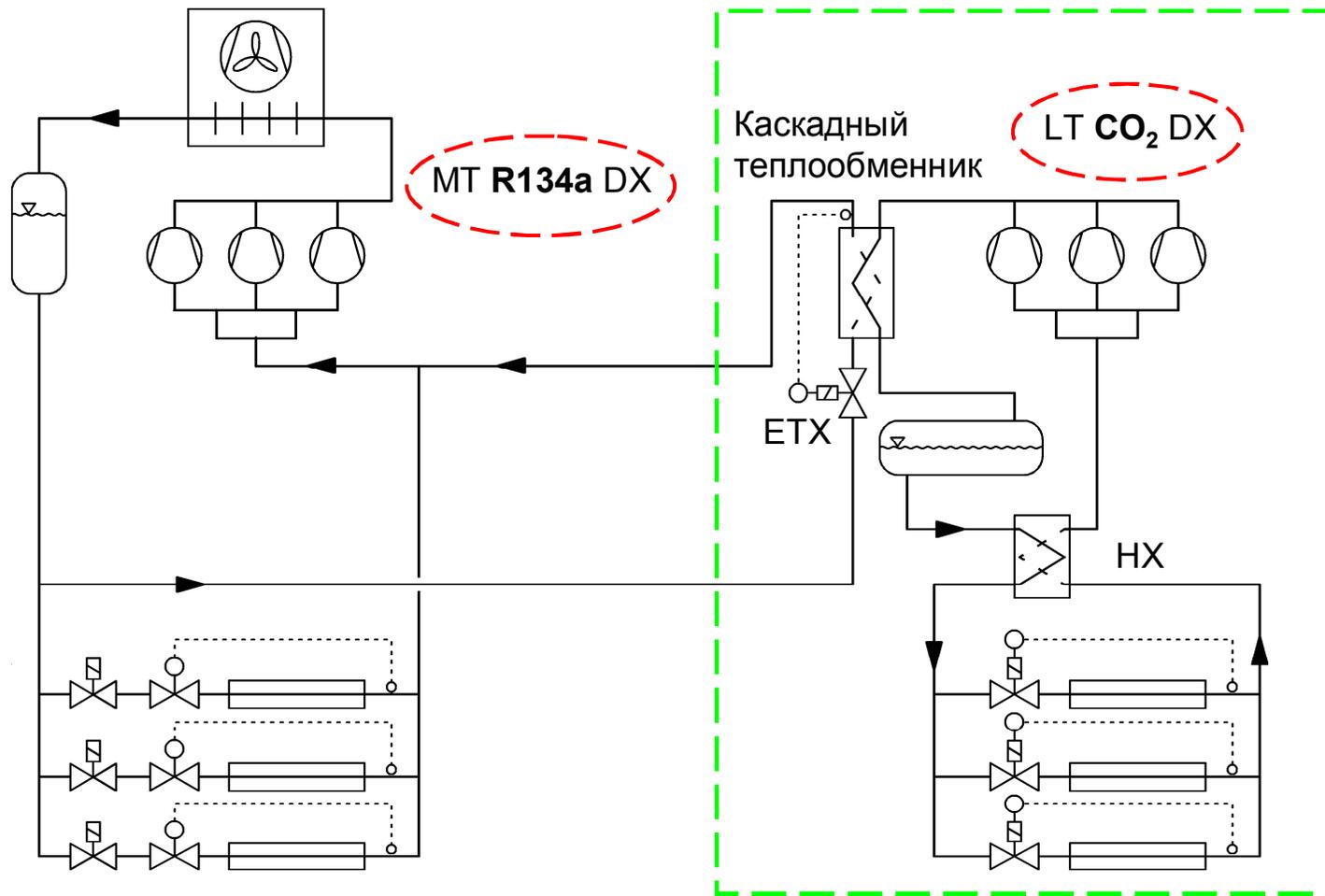
Среднетемпературные MT потребители



Низкотемпературные LT потребители

# Гибридная схема R134a/CO<sub>2</sub>

упрощенная схема



Среднетемпературные МТ потребители

Низкотемпературные ЛТ потребители

# Фактор TEWI и способы его снижения

**TEWI** – фактор суммарного эквивалентного воздействия на потепление:  
критерий экологической чистоты холодильной установки

$$\text{TEWI} = (\text{GWP} \times L \times n) + (\text{GWP} \times m (1 - \alpha_{\text{rec}})) + (n \times E_{\text{annual}} \times \beta)$$



Утечки хладагента

Потери при утилизации

Энергетическая составляющая

Прямое воздействие

Косвенное воздействие

**GWP** = потенциал глобального потепления используемого хладагента

**L** = утечки хладагента в год (кг)

**n** = срок службы холодильной установки (год)

**m** = количество / заправка хладагента (кг)

**$\alpha_{\text{rec}}$**  = коэффициент утилизации

**$E_{\text{annual}}$**  = потребление электроэнергии в год (кВт·ч)

**$\beta$**  = эмиссия CO<sub>2</sub> на 1 кВт·ч (кг/кВт·ч)

# Фактор TEWI и способы его снижения

---

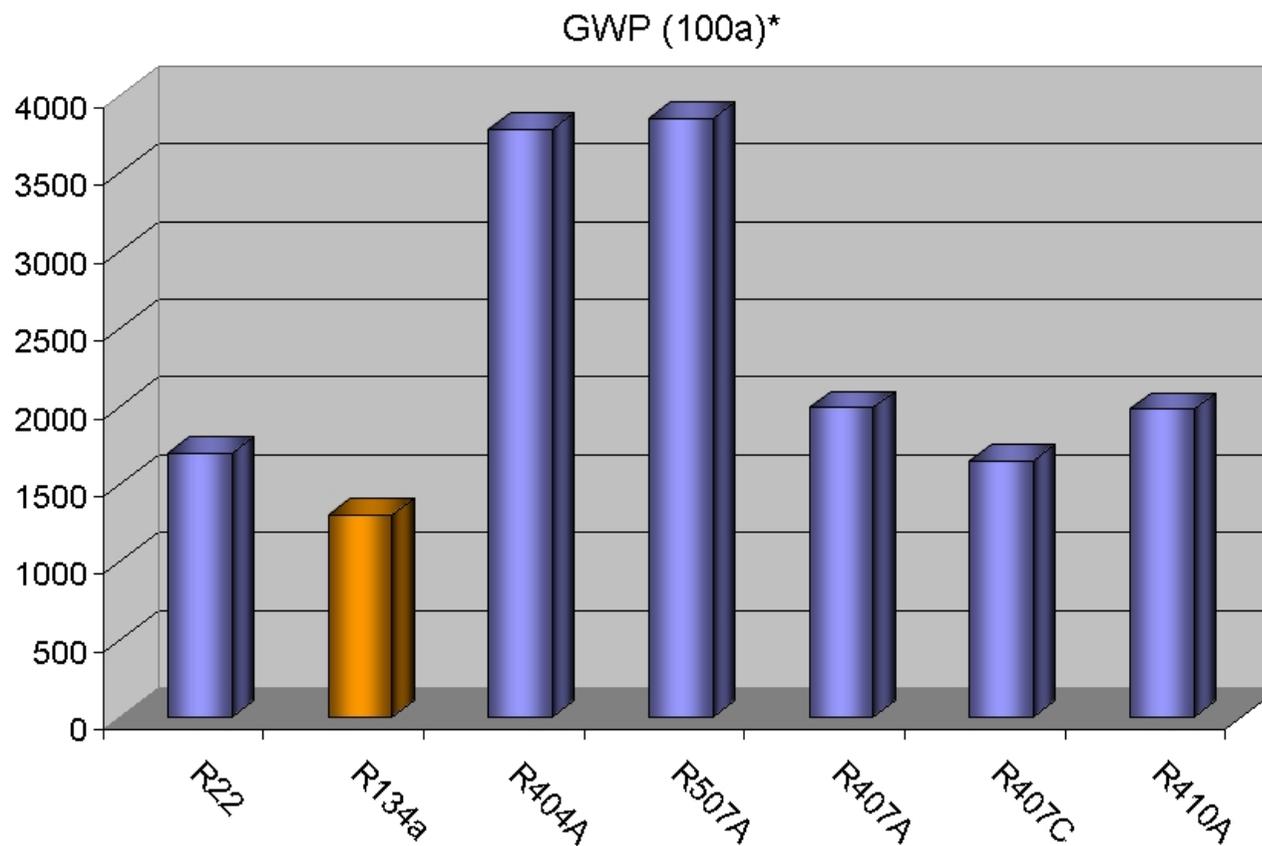
Способы снижения фактора **TEWI** эквивалентного воздействия на глобальное потепление конкретной холодильной установки:

- ✓ Использование хладагента с более низким потенциалом глобального потепления **GWP**
- ✓ Повышение герметичности холодильной установки и снижение **утечек** хладагента
- ✓ Снижение потерь хладагента при **утилизации** установки
- ✓ Повышение **энергетической эффективности** системы



# Фактор TEWI и способы его снижения

Потенциал глобального потепления R134a составляет одну треть от GWP R404A - **троекратное** сокращение прямого воздействия

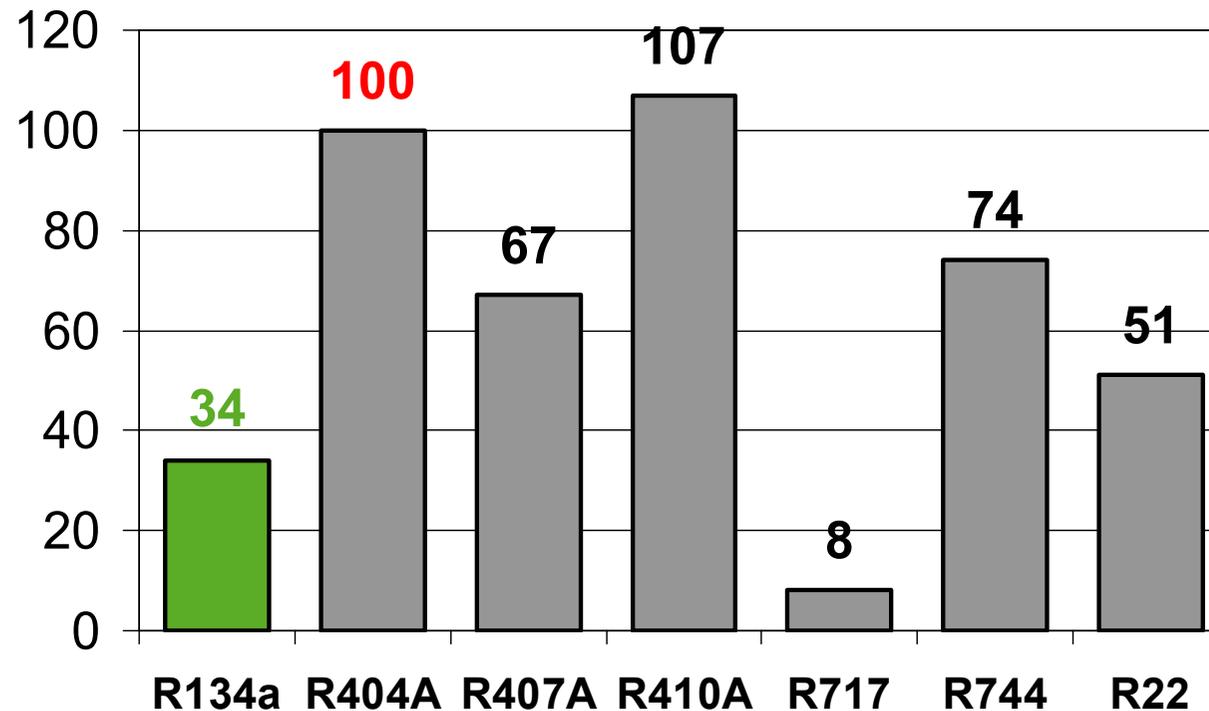


GWP CO<sub>2</sub> = 1

\* Values according to IPCC III (Intergovernmental panel on climate change)

# Фактор TEWI и способы его снижения

Относительные значения утечек различных хладагентов при ламинарном истечении из одинаковых неплотностей в условиях  $t_o = -10^\circ\text{C}$ ;  $t_c = 45^\circ\text{C}$  (R744  $-35^\circ / -5^\circ\text{C}$ )



Пониженное давление в системе



троекратное снижение утечек R134a

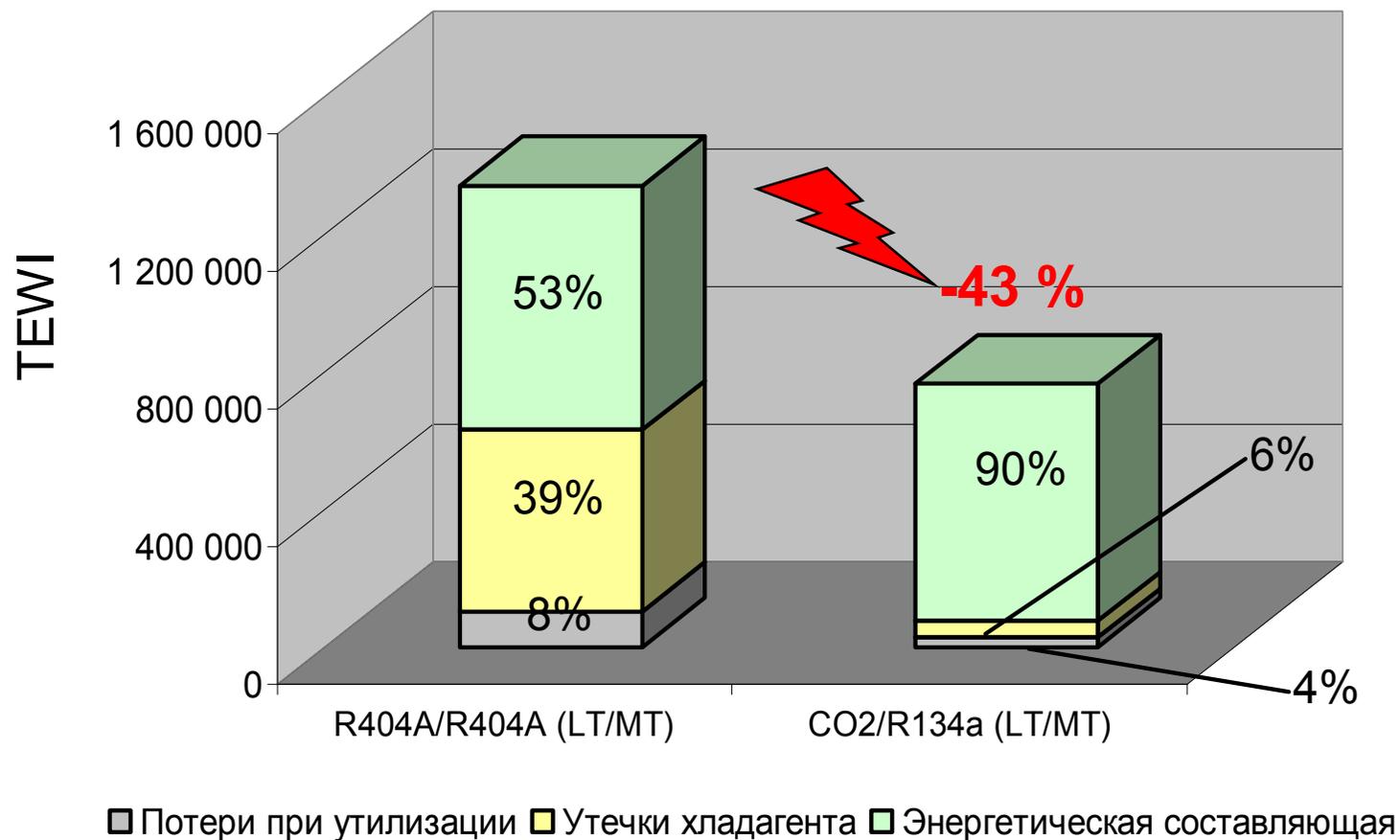
# Фактор TEWI и способы его снижения

Пример расчета фактора TEWI в стандартной и гибридной схемах  
холодоснабжения супермаркета в г. Берлине

LT	R404A	CO <sub>2</sub> Cascade
Maximum capacity	30kW	30kW
Evaporating SST / Suction gas superheat	-35°C / 20K	-32°C / 20K
Condenser	$\Delta t = 12K$	$t_c = 0^\circ C$
Subcooling	0 K	10 K
Location	Temperature profile Berlin	
Constant load		
Refrigerant charge	80 kg	50 kg
Leakage rate *	5%	3,70%
Recovery losses	10%	10%
Operating time in years	10	10
Energy-Mix	0,6 kg CO <sub>2</sub> /kWh	
MT	R404A	R134a
Maximum capacity	45kW	45kW + Qc CO <sub>2</sub> Cascade
Evaporating SST / Suction gas superheat	-7°C / 20°C	
Condenser	$\Delta t = 12K$	
Subcooling	0 K	
Location	Temperature profile Berlin	
Constant load		
Refrigerant charge	200 kg	220 kg
Leakage rate *	5%	1,7%
Recovery losses	10%	10%
Operating time in years	10	10
Energy-Mix	0,6 kg CO <sub>2</sub> /kWh	

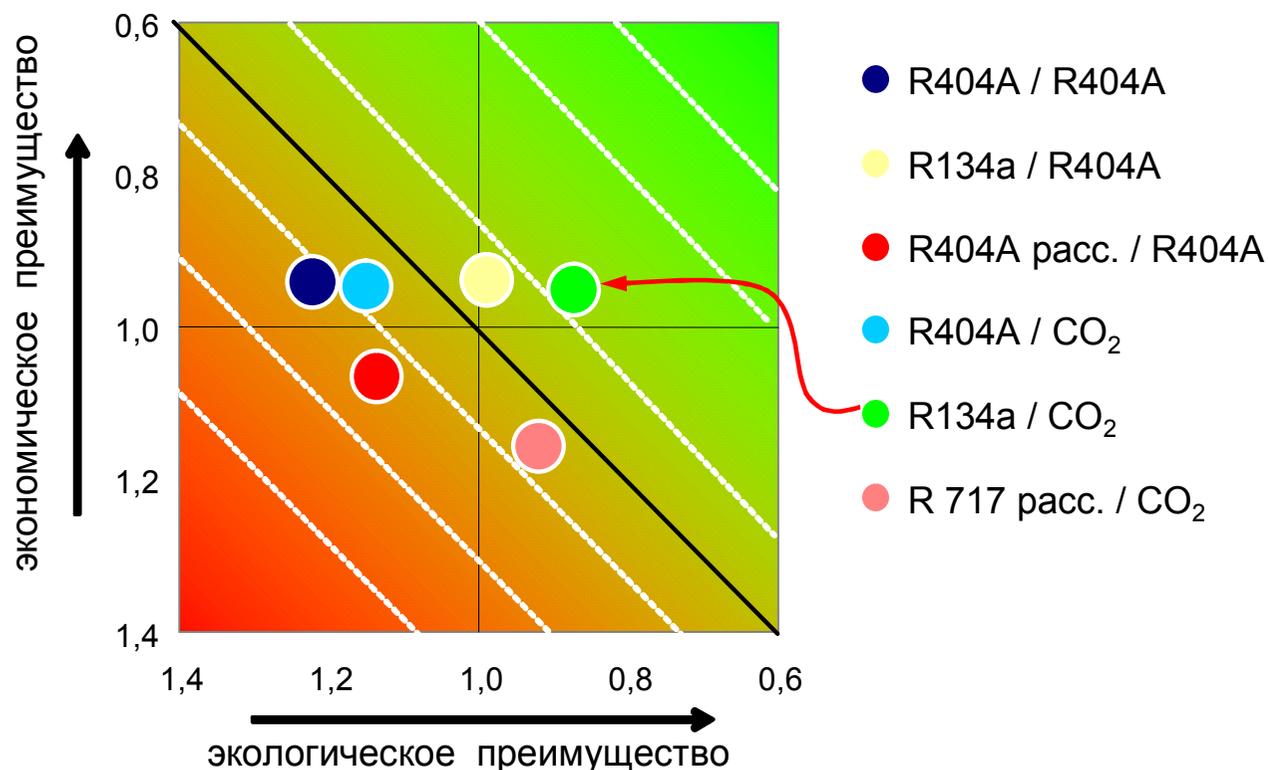
# Фактор TEWI и способы его снижения

Пример расчета фактора TEWI в стандартной и гибридной схемах  
холодоснабжения супермаркета в г. Берлине



# Экоэффективность гибридной схемы R134a/CO<sub>2</sub>

**Экоэффективность** – комплексный критерий оценки экологических и экономических показателей холодильной установки



Источник: IZW Ганновер, Германия – Informationszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik e.V.

## Содержание:

- Рабочие вещества холодильных машин
  - Экологические требования к современным хладагентам
  - Сравнительный обзор используемых хладагентов
- R404A/R404A в сравнении с гибридной схемой R134a/CO<sub>2</sub>
  - Фактор TEWI и экоэффективность
- Новая серия поршневых компрессоров BITZER ECOLINE
  - Оптимизация компрессоров Ecoline для R134a
  - Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета
- Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>
- Заключение



# Новая серия поршневых компрессоров Ecoline

Разработана на базе широко известных и прекрасно зарекомендовавших себя на рынке компрессоров серий C4, B5 и B6, оптимизированных для работы с R134a

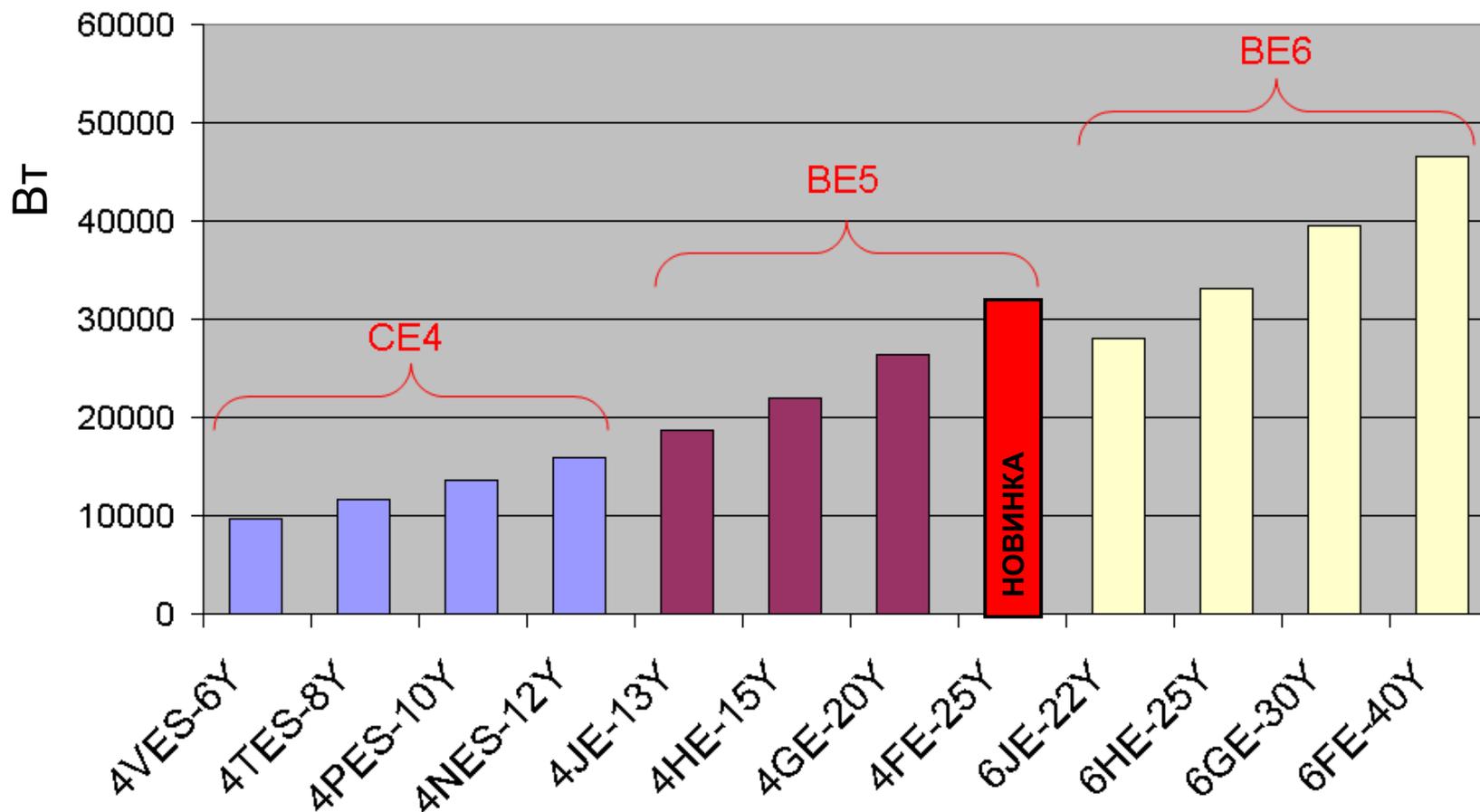
- Новая конструкция клапанной доски
- Увеличенные внутренние сечения
- Новый высокоэффективный мотор
- Использование стандартных аксессуаров
- Сохраненные внешние габаритные размеры



# Новая серия поршневых компрессоров Ecoline

Модельный ряд **Bitzer Ecoline**. Холодопроизводительность при:

$t_o = -10^{\circ}\text{C}$ ;  $t_c = 45^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{oh} = 20^{\circ}\text{C}$



# Новая серия поршневых компрессоров Ecoline

## Специфические особенности серии Ecoline

- ❑ Высокоэффективный компрессор для работы с R134a в среднетемпературном режиме охлаждения с улучшенным COP при работе с меньшей разницей давлений
  - ➔ Экономия электроэнергии и расходов
- ❑ Расширенная в сторону низких температур конденсации область применения
  - ➔ Сокращение срока окупаемости затрат
- ❑ Низкий уровень шума и вибрации
  - ➔ Простота установки и использования
- ❑ Более высокие максимальные температуры конденсации
  - ➔ Дополнительная надежность в летний период
- ❑ Пригодность для частотного регулирования до 70 Гц с стандартным эл. мотором
  - ➔ Экономия на более дешевом инверторе и простой способ 35% повышения производительности



# Новая серия поршневых компрессоров Ecoline

Расширенная в сторону низких температур конденсации  
область применения

Пример:  $t_o = -10^\circ\text{C}$

4NCS-12.2Y: COP=4,12 @  $t_c=20^\circ\text{C}$

+16%



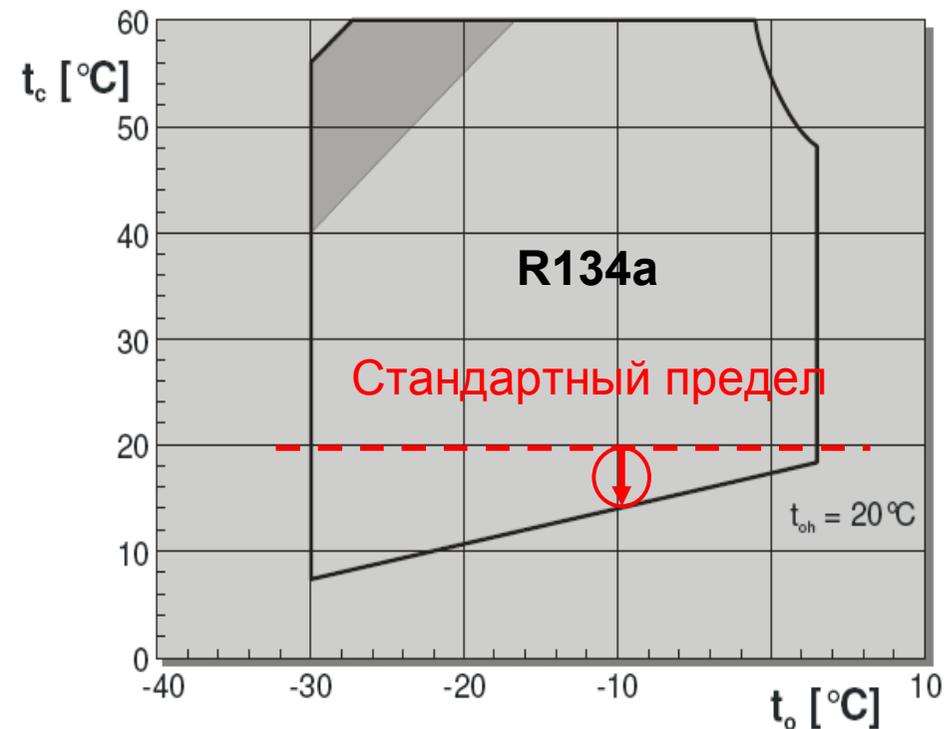
4NES-12Y: COP=4,78\* @  $t_c=20^\circ\text{C}$

+21%



4NES-12Y: COP=5,79\* @  $t_c=14^\circ\text{C}$

**Суммарное повышение COP 40%**



\* предварительные данные

# Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета

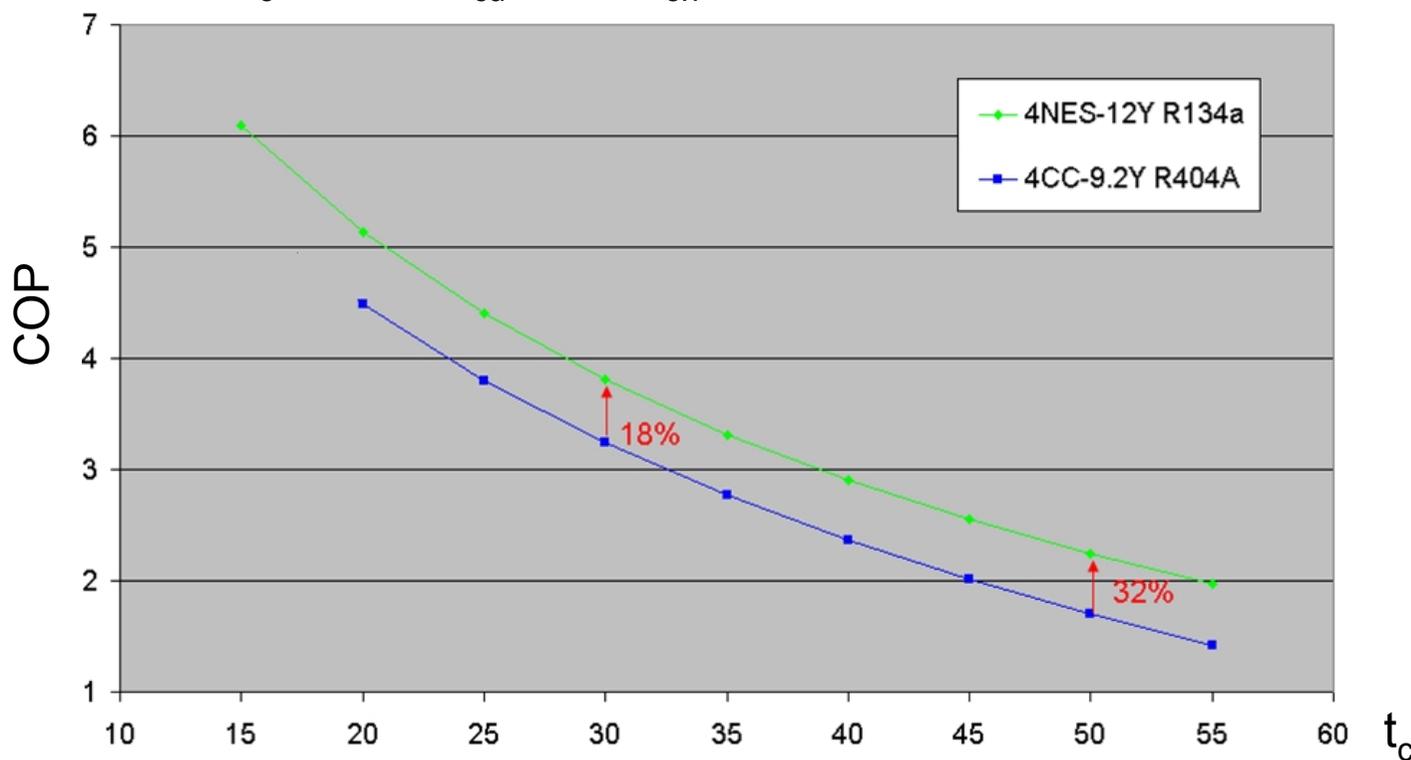
**Холодопроизводительность:** 47 кВт / режим постоянной нагрузки  
**Рабочие условия:**  $t_o = -7^\circ\text{C}$ ,  $t_c = 30^\circ\text{C} \dots 50^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t_{cu} = 2\text{K}$ ,  $\Delta t_{oh} = 20\text{K}$  / полезный 7К  
**Географический район:** Германия, Карлсруэ  
**Тариф электроэнергии:** 0,15 €/кВт·ч  
**Темп. перепад в конденсаторе:**  $t_{amb} - t_c = 10\text{K}$

	<b>BITZER ECOLINE</b> <b>3x 4NES-12Y</b>	<b>Стандартные компрессоры</b> <b>3x 4CC-9.2Y</b>
Производительность	51,7 кВт	47,8 кВт
Хладагент	R134a	R404A

# Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета

Компрессоры 4NES-12Y серии Ecoline обеспечивают повышенный COP во всем диапазоне эксплуатации среднетемпературной установки

$t_o = -7^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t_{cu} = 2\text{K}$ ,  $\Delta t_{oh} = 20\text{K}$  / полезный 7K



предварительные данные

# Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета

	BITZER ECOLINE 4NES-12Y	Стандартные компрессоры 4CC-9.2Y	Преимущество системы с Ecoline
Годовое энергопотребление	111.947 кВт·ч	132.411 кВт·ч	<b>- 20.464 kWh</b>
Потребление энергии за 10 лет	1.119.470 кВт·ч	1.324.110 кВт·ч	<b>- 204.640 kWh</b>
Эмиссия CO <sub>2</sub> за 10 лет эксплуатации*	689.594 кг CO <sub>2</sub>	815.652 кг CO <sub>2</sub>	<b>-126.058 кг CO<sub>2</sub></b>
Среднегодовой COP компрессоров	3,68	3,11	<b>+ 18,3 %</b>
Стоимость годового энергопотребления **	16.792,- €	19.862,- €	<b>-3.070,- €</b>

\* По докладу ВМУ 07: 616 г CO<sub>2</sub>/ кВт·ч

\*\* 0,15 €/кВт·ч

# Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета

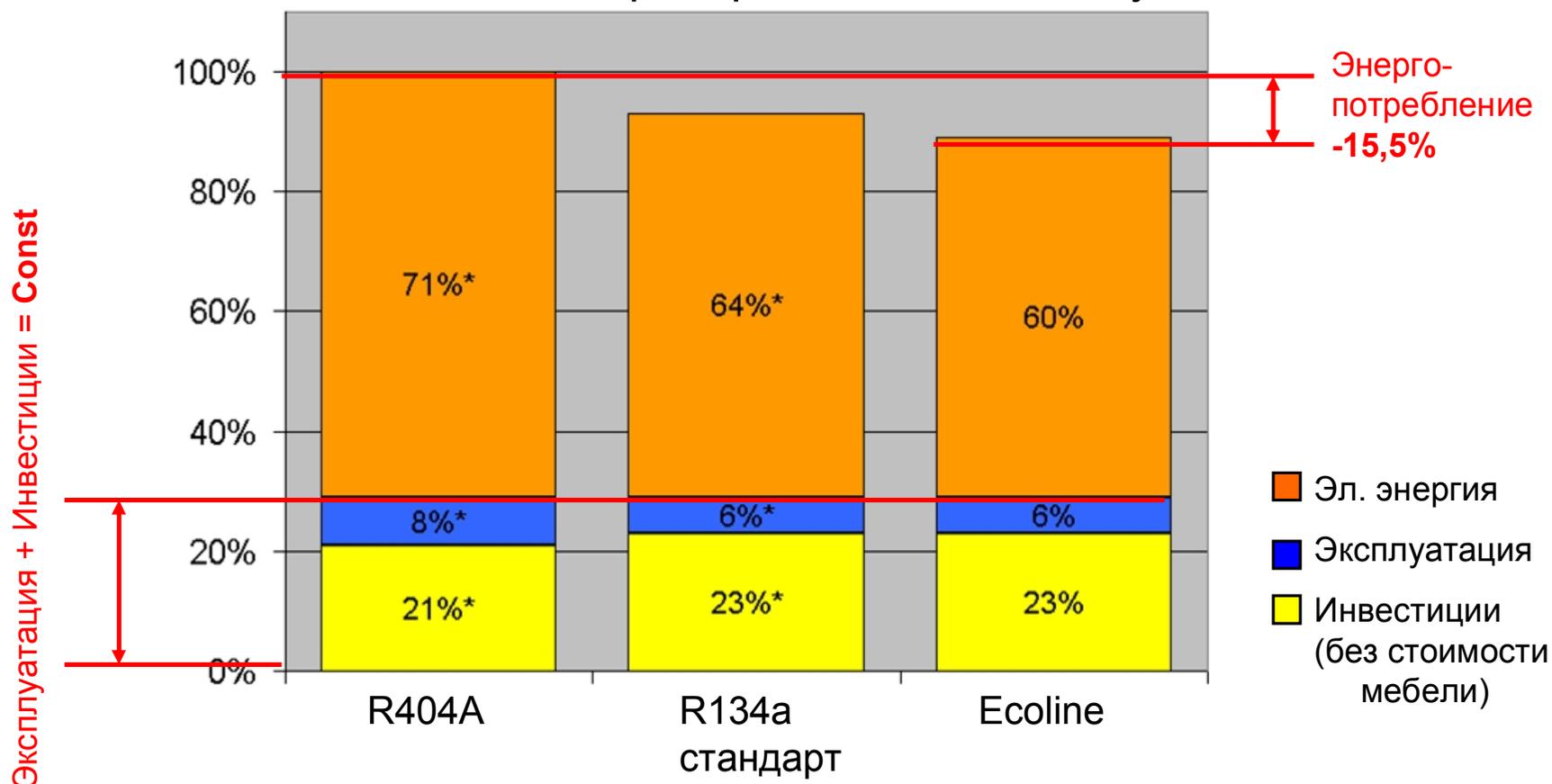
---

## Результат:

- Среднегодовой COP установки повышается на **18,3 %**
  - Срок окупаемости дополнительных затрат на более дорогие компрессоры – менее, чем **1 год**

# Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета

Стоимость владения в расчете на 10 лет эксплуатации – обобщенный ценовой критерий холодильной установки



\* Источник: доклад розничной торговой сети на Международной конференции Co<sub>2</sub>ol Food Berlin 2007

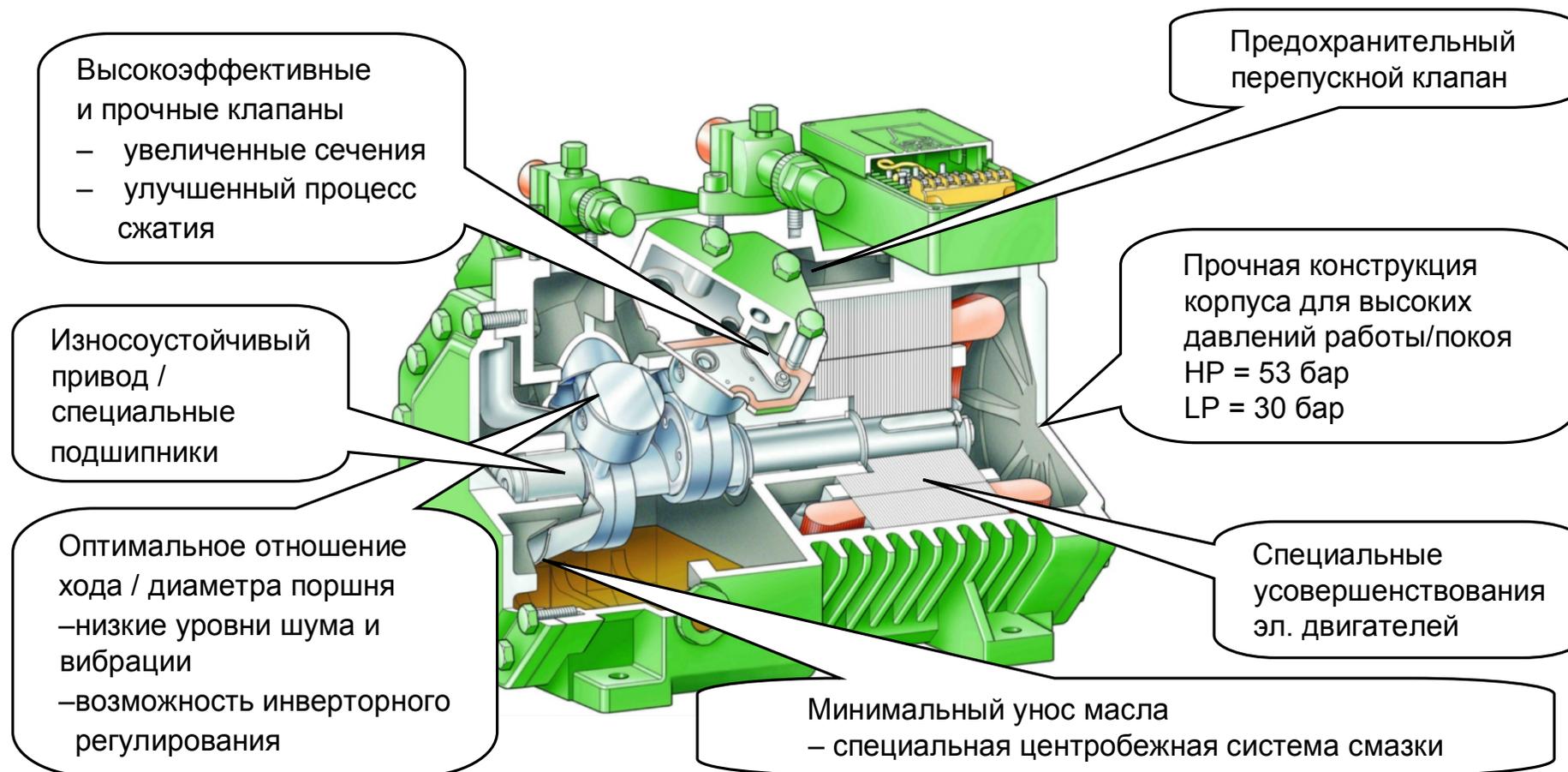
## Содержание:

- ❑ Рабочие вещества холодильных машин
  - Экологические требования к современным хладагентам
  - Сравнительный обзор используемых хладагентов
- ❑ R404A/R404A в сравнении с гибридной схемой R134a/CO<sub>2</sub>
  - Фактор TEWI и экоэффективность
- ❑ Новая серия поршневых компрессоров BITZER ECOLINE
  - Оптимизация компрессоров Ecoline для R134a
  - Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета
- ❑ Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>
- ❑ Заключение



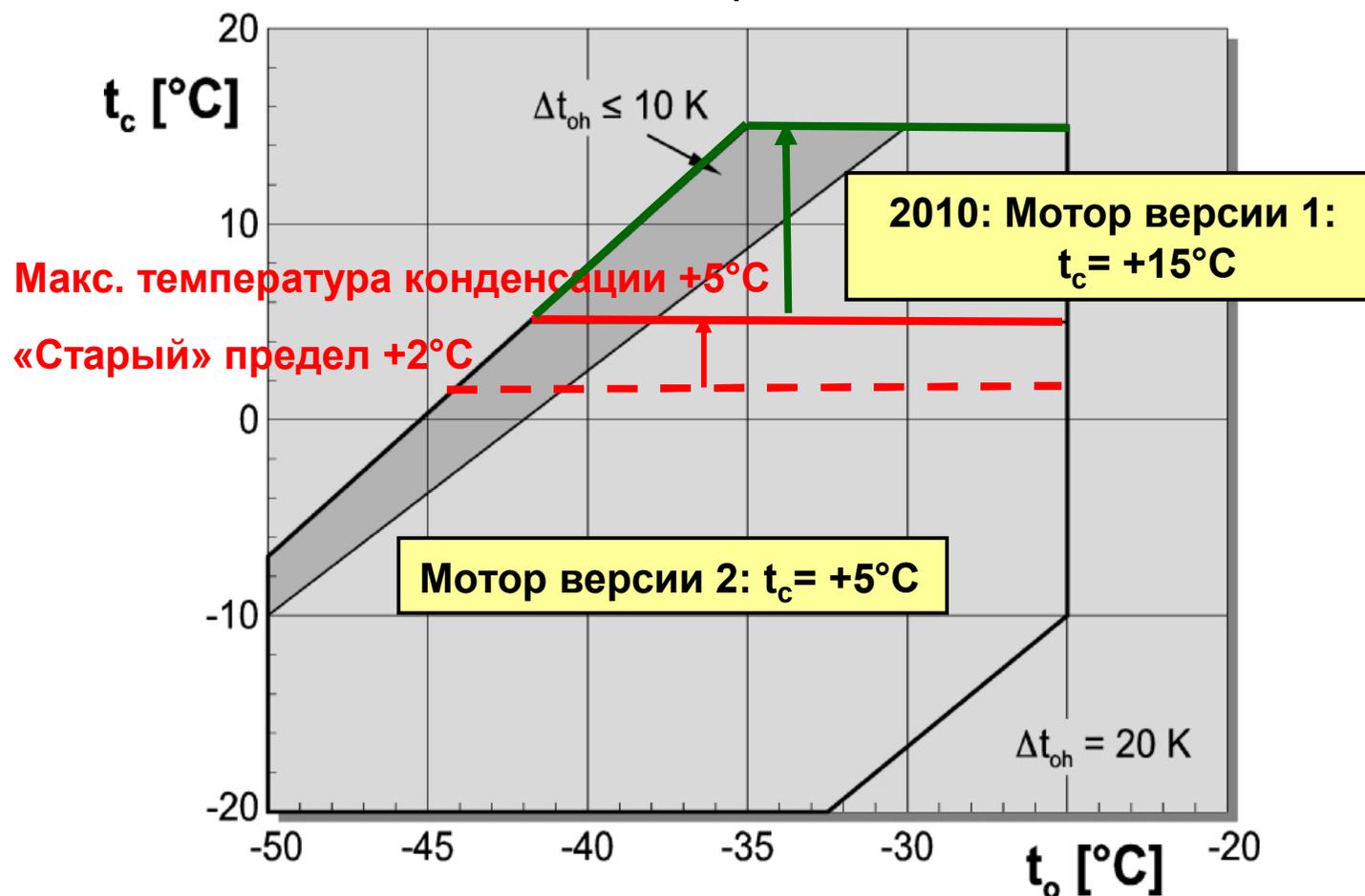
# Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>

Решения Битцер для повышения надежности и эффективности компрессоров Octagon® для работы с CO<sub>2</sub> в субкритических циклах



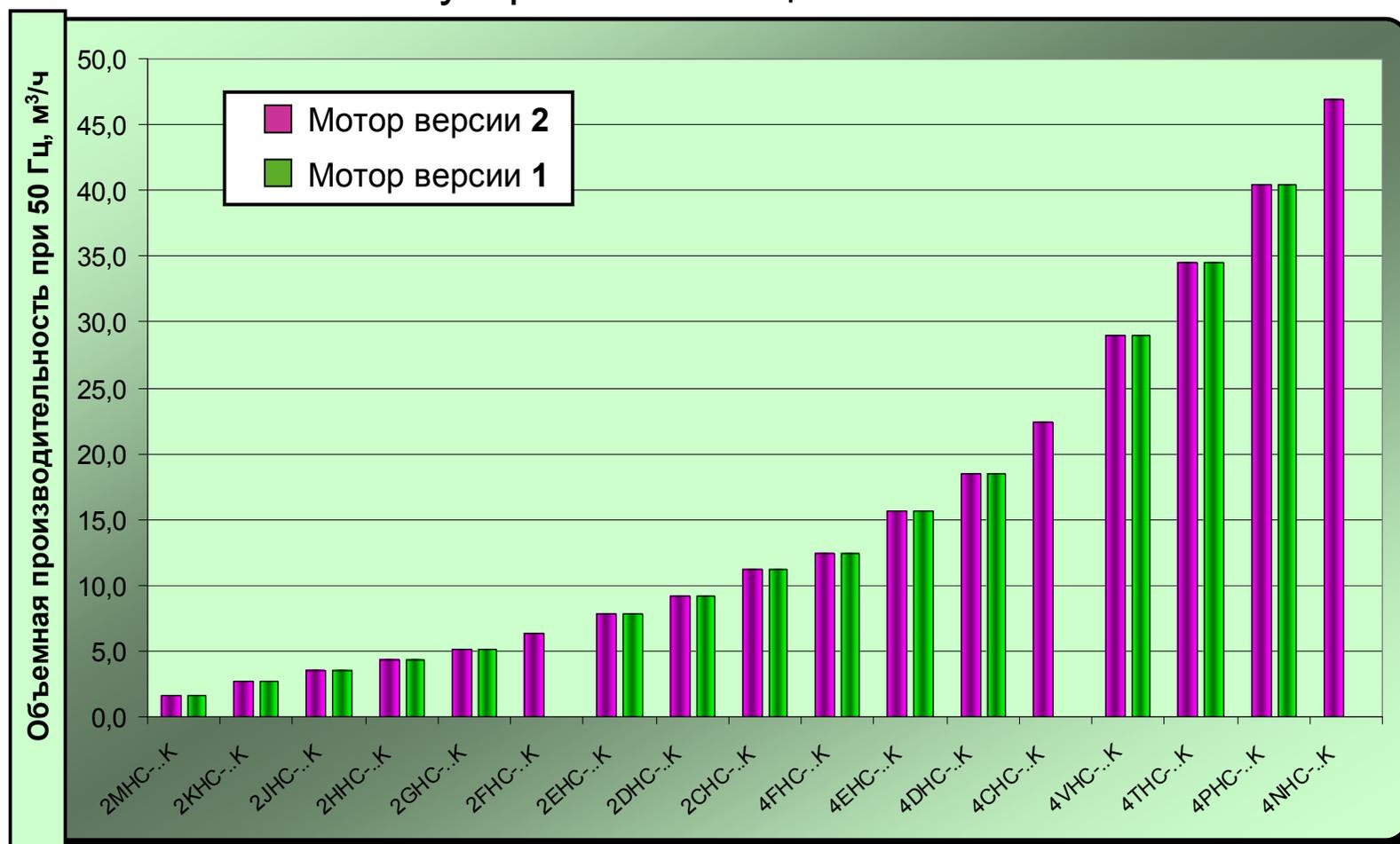
# Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>

Расширенная в сторону высоких температур конденсации область применения



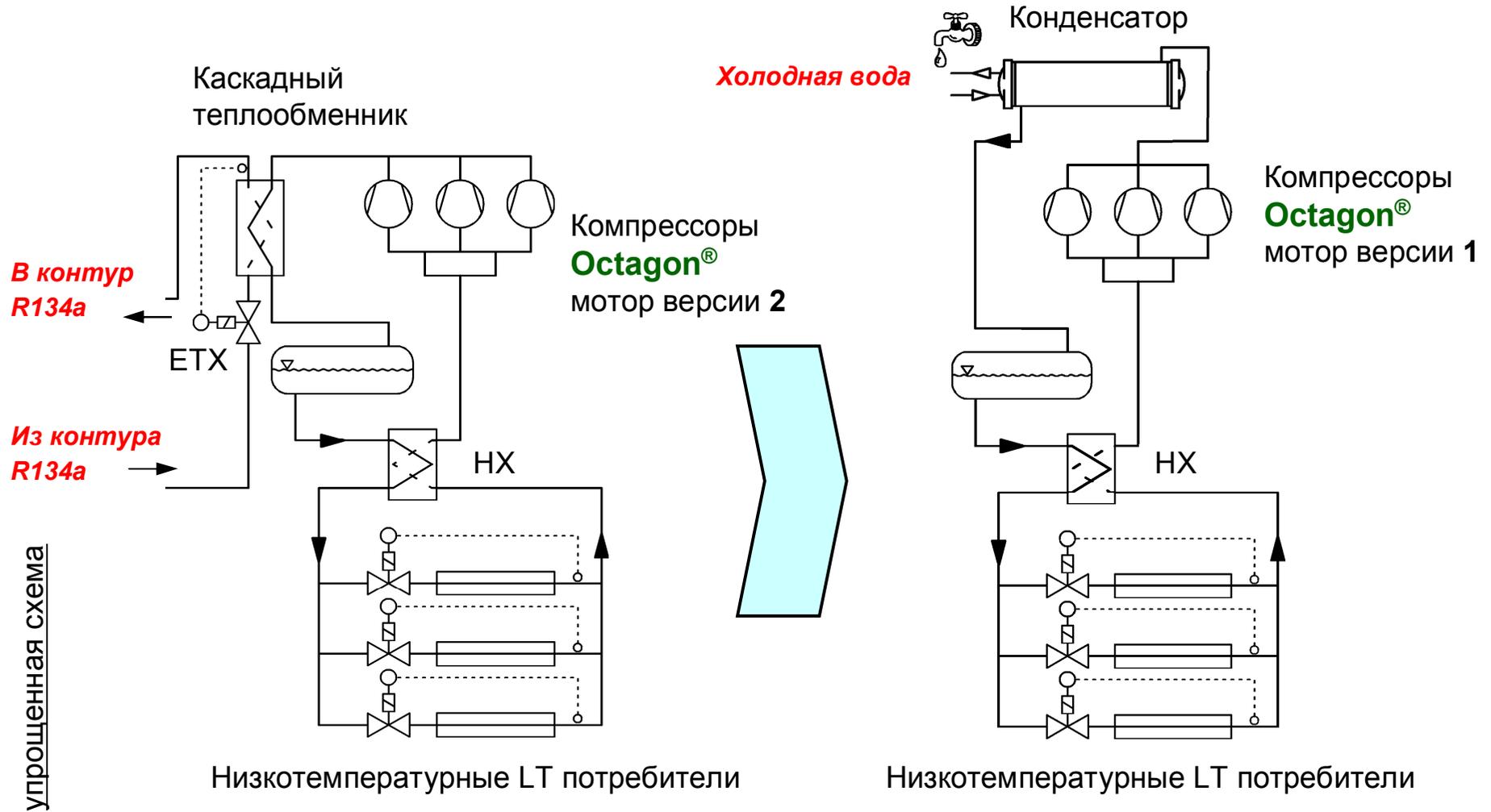
# Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>

Модельный ряд компрессоров Octagon® для работы с CO<sub>2</sub> в субкритических циклах



# Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>

## Гибкость в проектировании систем



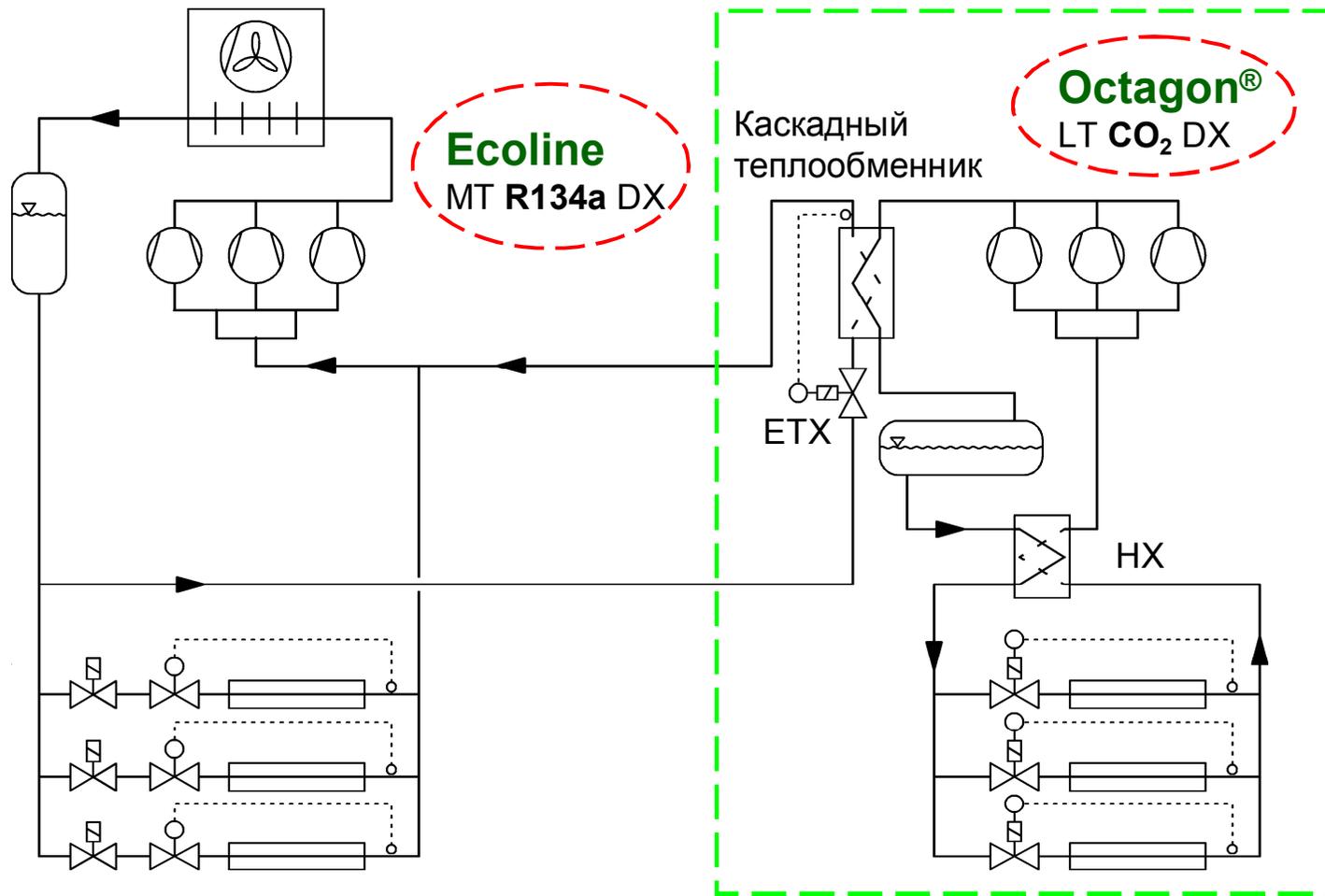
## Содержание:

- Рабочие вещества холодильных машин
  - Экологические требования к современным хладагентам
  - Сравнительный обзор используемых хладагентов
- R404A/R404A в сравнении с гибридной схемой R134a/CO<sub>2</sub>
  - Фактор TEWI и экоэффективность
- Новая серия поршневых компрессоров BITZER ECOLINE
  - Оптимизация компрессоров Ecoline для R134a
  - Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета
- Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>
- Заключение



# Гибридная схема R134a/CO<sub>2</sub> с компрессорами Ecoline и Octagon CO<sub>2</sub>

упрощенная схема

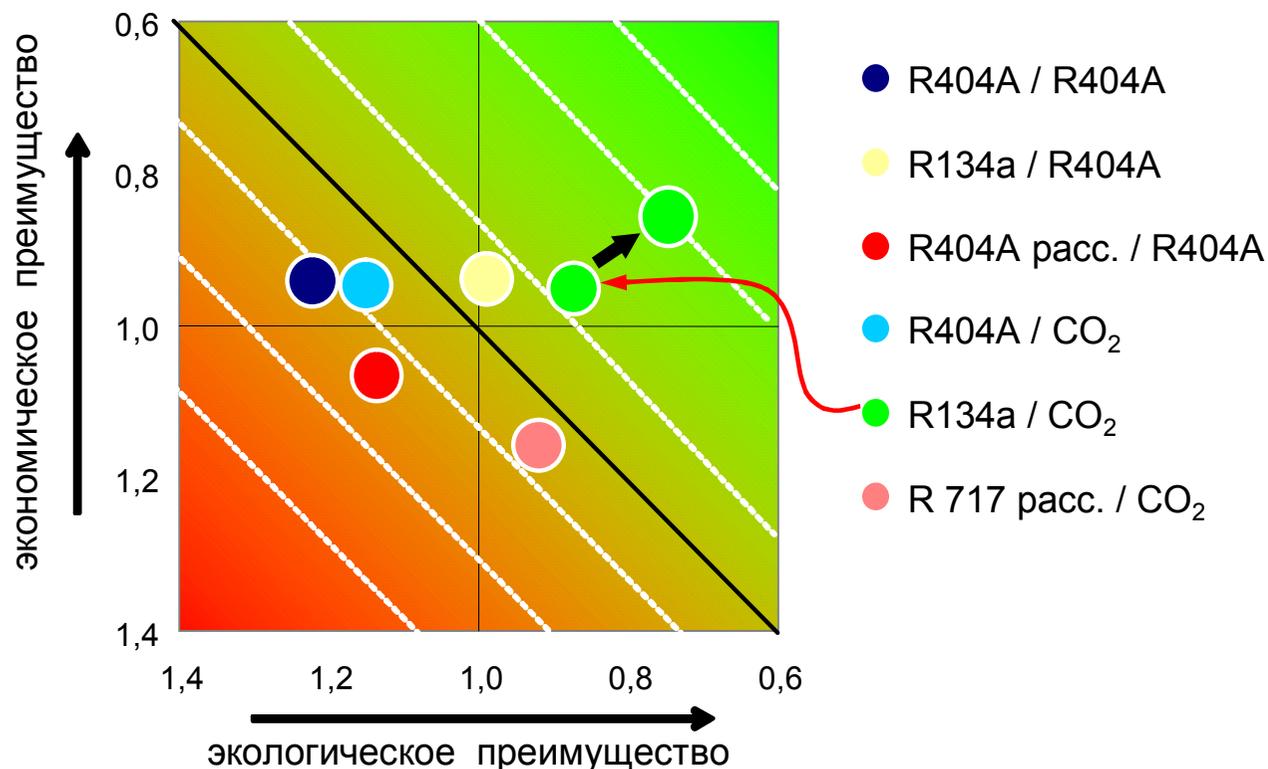


Среднетемпературные MT потребители

Низкотемпературные LT потребители

# Гибридная схема R134a/CO<sub>2</sub> с компрессорами Ecoline и Octagon CO<sub>2</sub>

Гибридная схема холодоснабжения предприятия розничной торговли  
с новыми компрессорами Bitzer – **«ЧЕМПИОН»** экоэффективности



## Выводы

---

- ❖ Технология централизованного холодоснабжения предприятий розничной торговли столкнулась с серьезными законодательными вызовами в отношении выбора хладагентов и системных решений
- ❖ Современные схемы с использованием R404A/R404A или R404A/R507A не могут более рассматриваться в качестве средне- и долгосрочных технических перспектив
- ❖ Необходимо совмещение экологического и экономического аспектов проблемы в поиске экоэффективных решений
- ❖ **Компания БИТЦЕР опять демонстрирует свое лидерство в развитии технологии полугерметичных компрессоров: экоэффективность без компромиссов в качестве и надежности**



DAS HERZ DER FRISCHE