

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

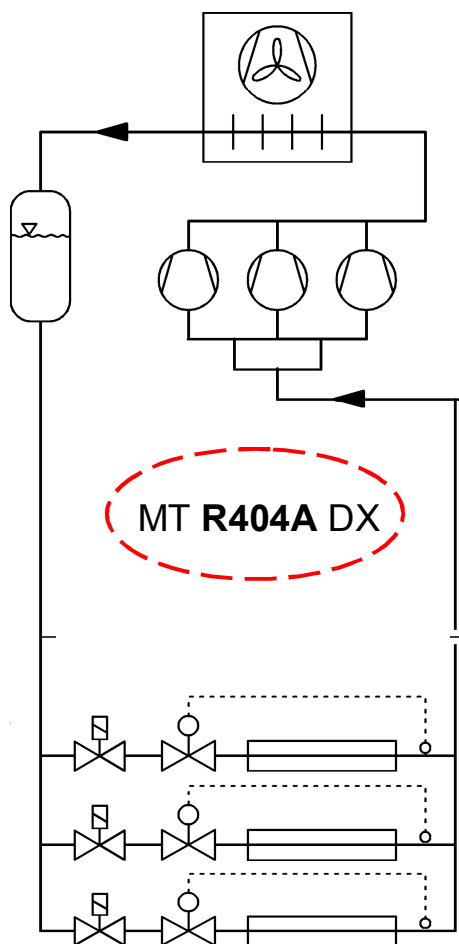
# Содержание:

- ❑ 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

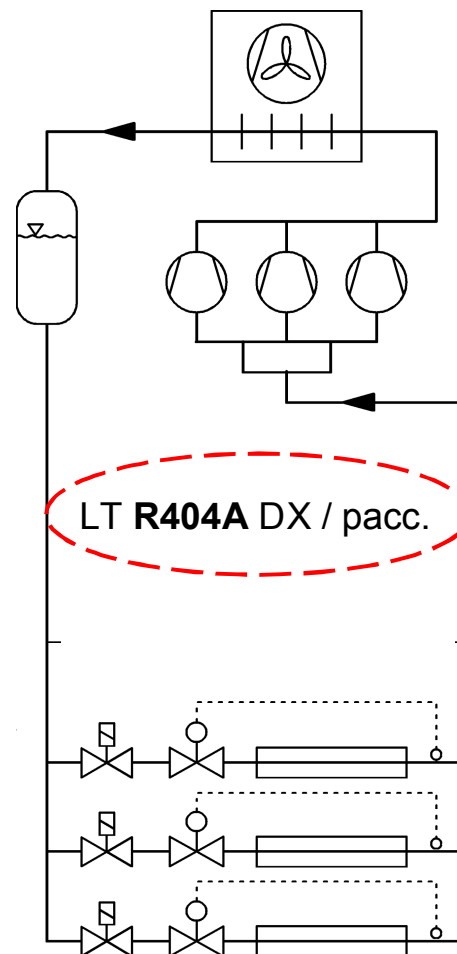


# Стандартное решение R404A/R404A

упрощенная схема



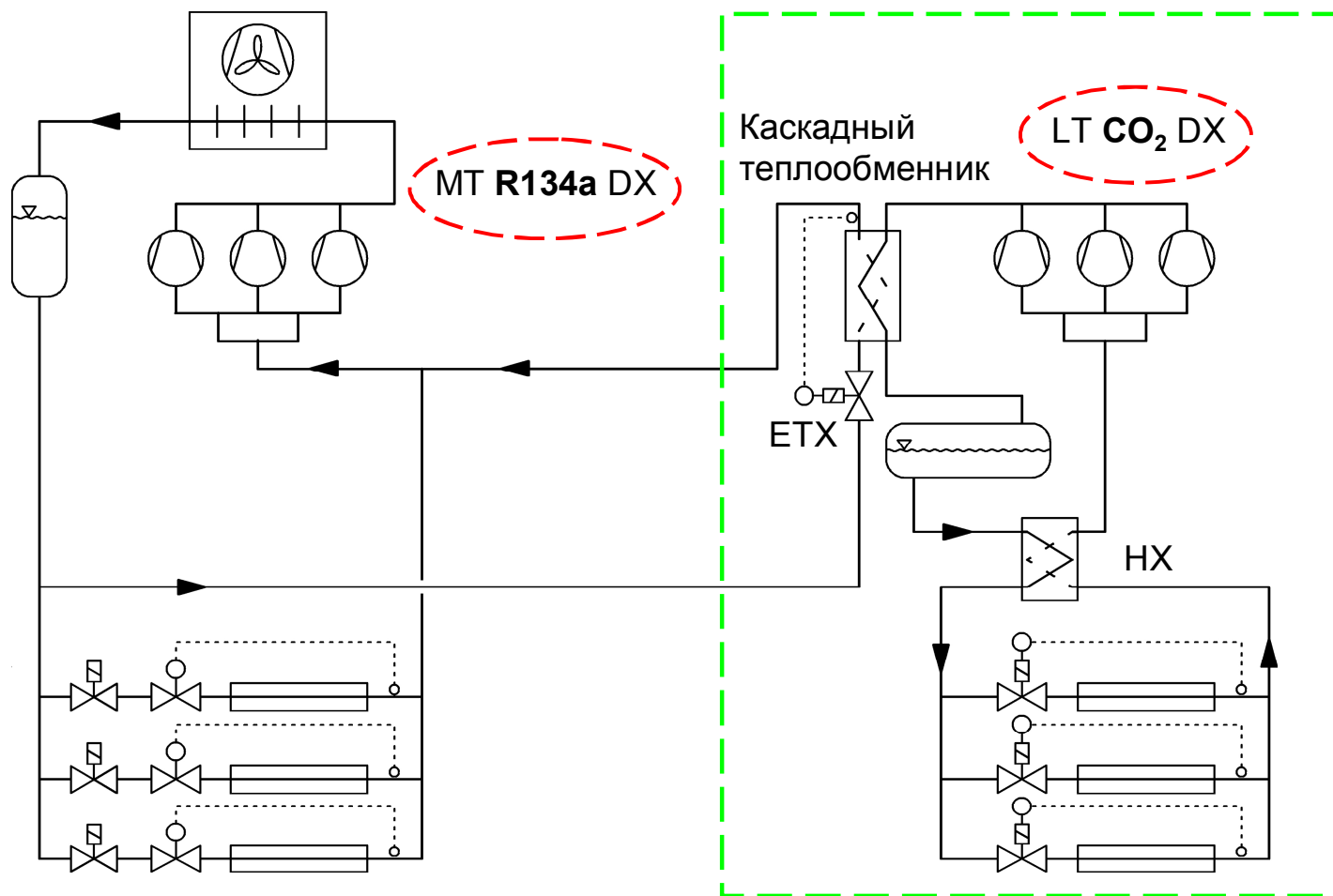
Среднетемпературные MT потребители



Низкотемпературные LT потребители

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

упрощенная схема



Среднетемпературные MT потребители

Низкотемпературные LT 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

|                                         |   |                                                           |            |
|-----------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|------------|
| <b>GWP</b>                              | = | потенциал глобального потепления используемого хладагента |            |
| <b>L</b>                                | = | утечки хладагента в год                                   | (кг)       |
| <b>n</b>                                | = | срок службы холодильной установки                         | (год)      |
| <b>m</b>                                | = | количество / заправка хладагента                          | (кг)       |
| <b><math>\alpha_{\text{rec}}</math></b> | = | коэффициент утилизации                                    |            |
| <b><math>E_{\text{annual}}</math></b>   | = | потребление электроэнергии в год                          | (кВт·ч)    |
| <b><math>\beta</math></b>               | = | эмиссия CO <sub>2</sub> на 1 кВт·ч                        | (кг/кВт·ч) |

# Фактор TEWI и способы его снижения

---

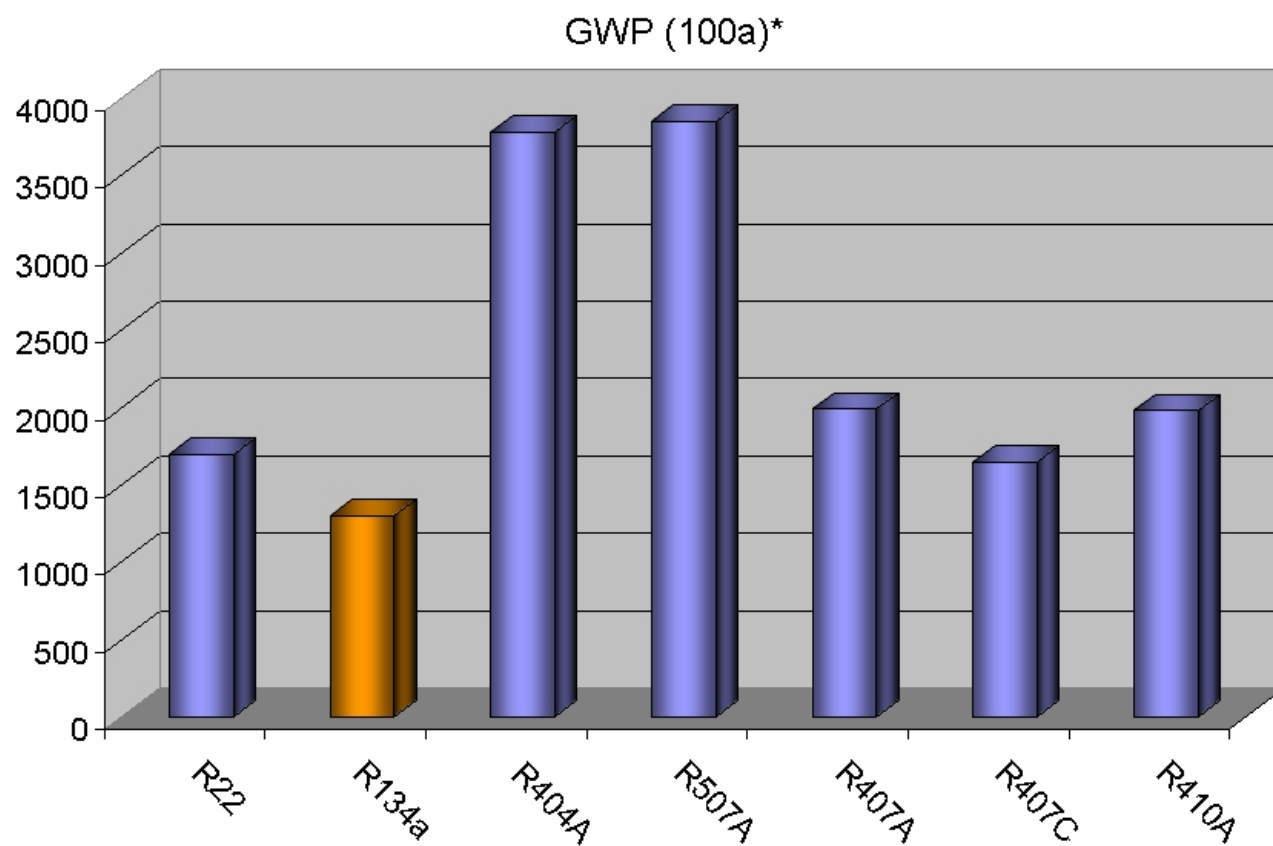
Способы снижения фактора **TEWI** эквивалентного воздействия на глобальное потепление конкретной холодильной установки:

- ✓ 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

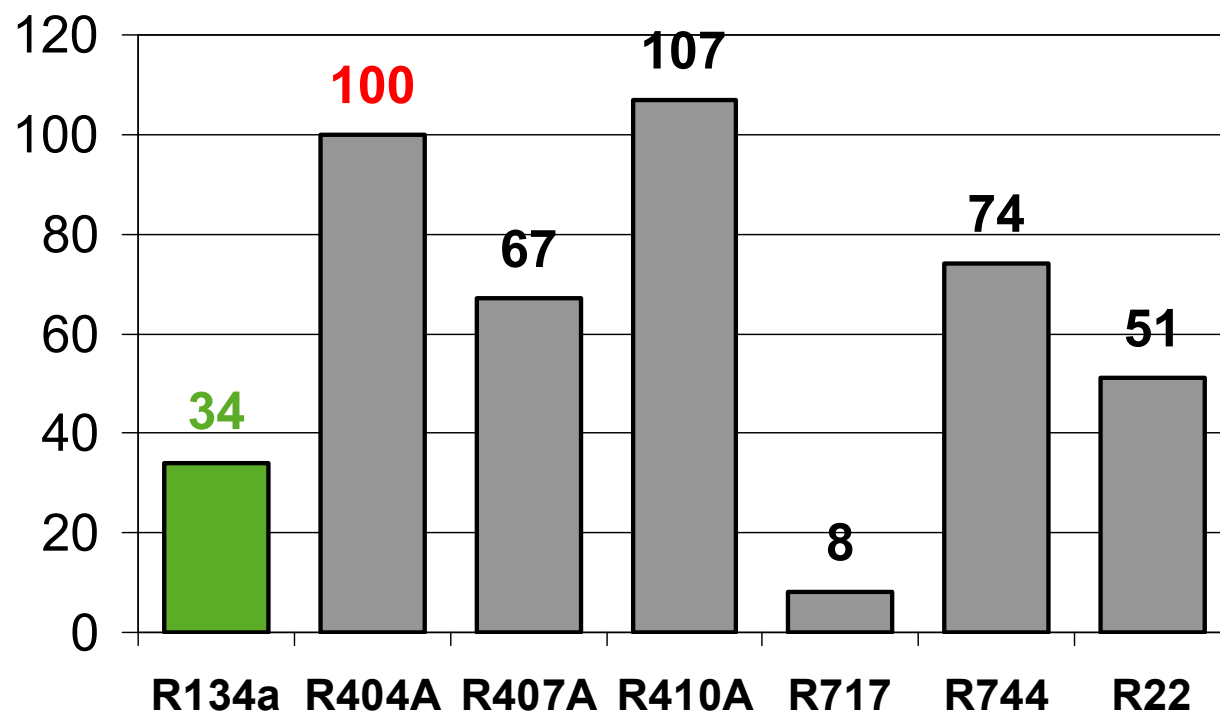


GWP CO<sub>2</sub> = 1

\* 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

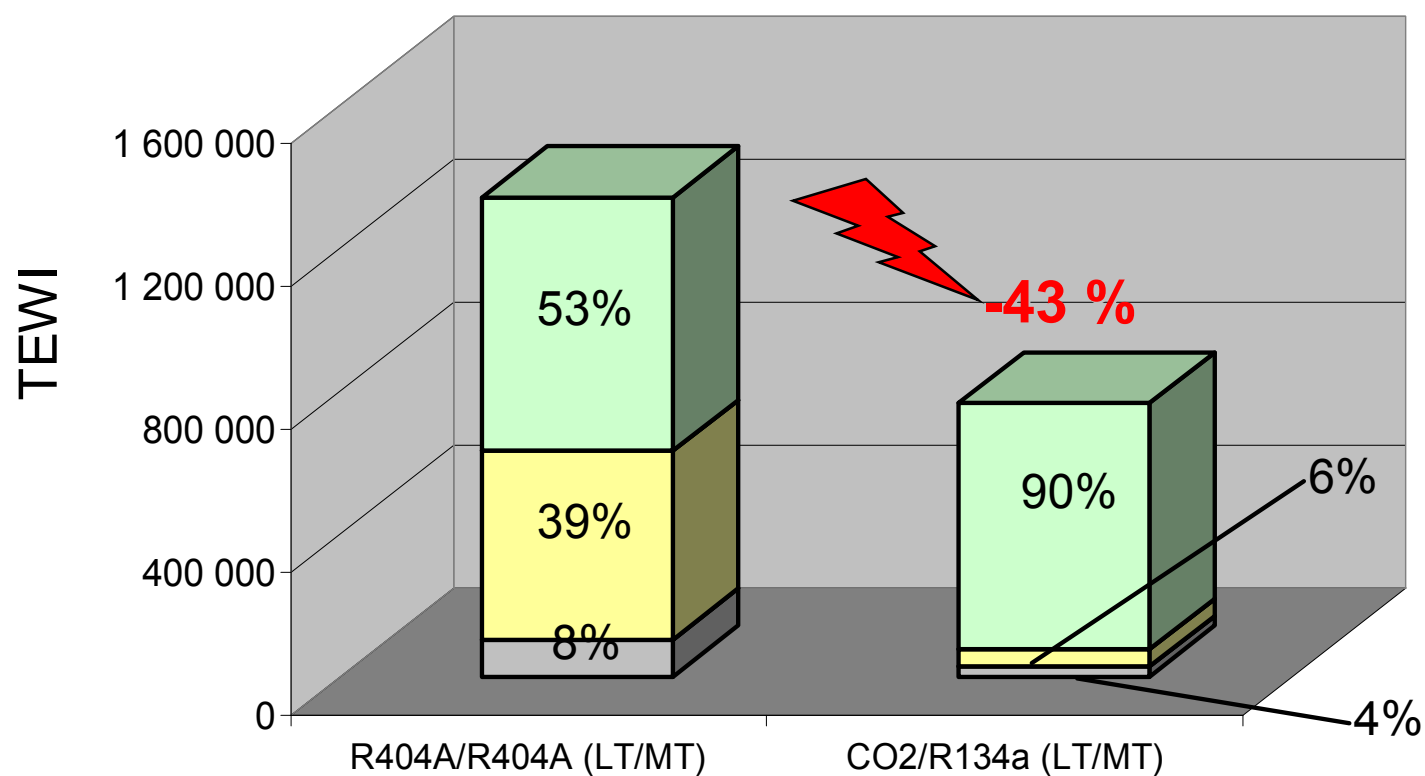
# Фактор TEWI и способы его снижения

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

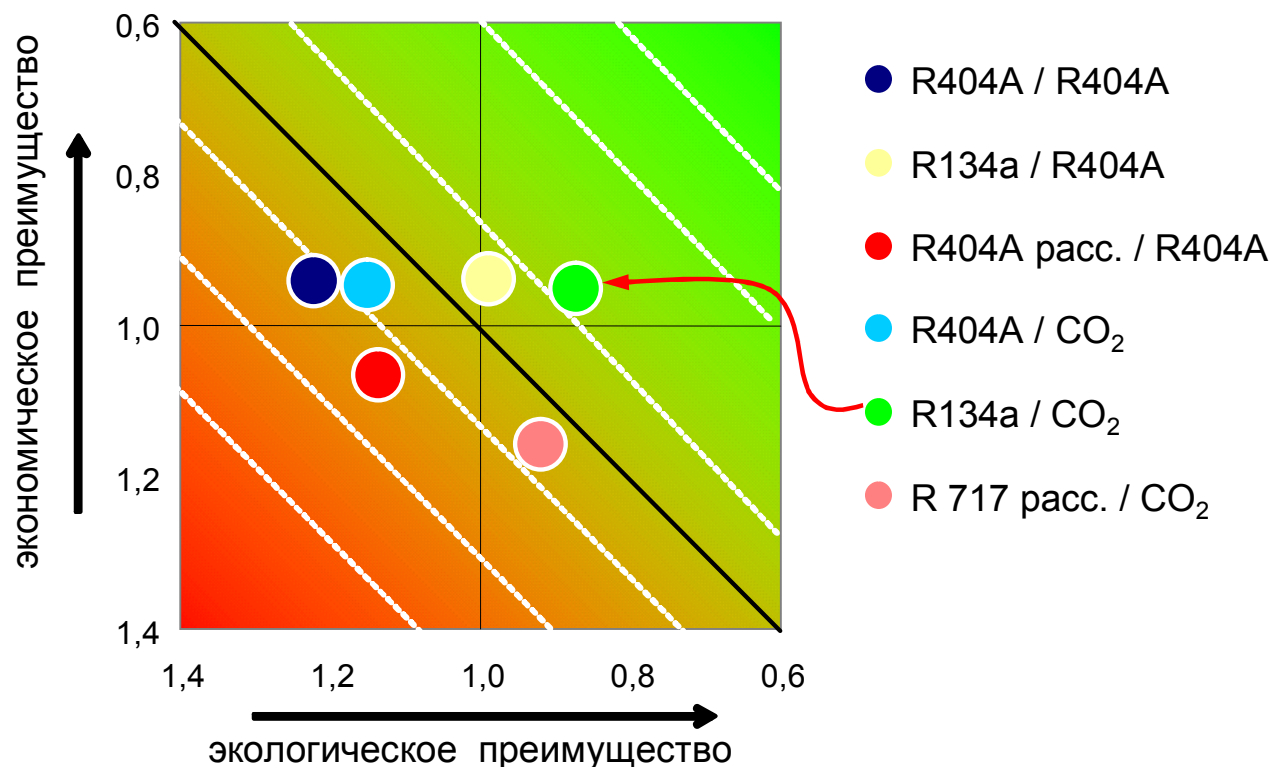
Пример расчета фактора TEWI в стандартной и гибридной схемах  
холодоснабжения супермаркета в г. Берлине



■ Потери при утилизации ■ Утечки хладагента ■ Энергетическая составляющая

# 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

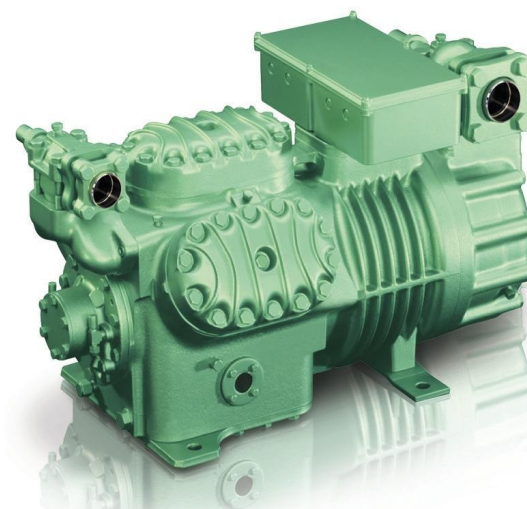
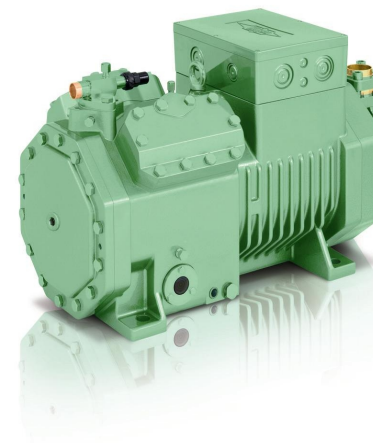


# Новая серия поршневых компрессоров Ecoline

---

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

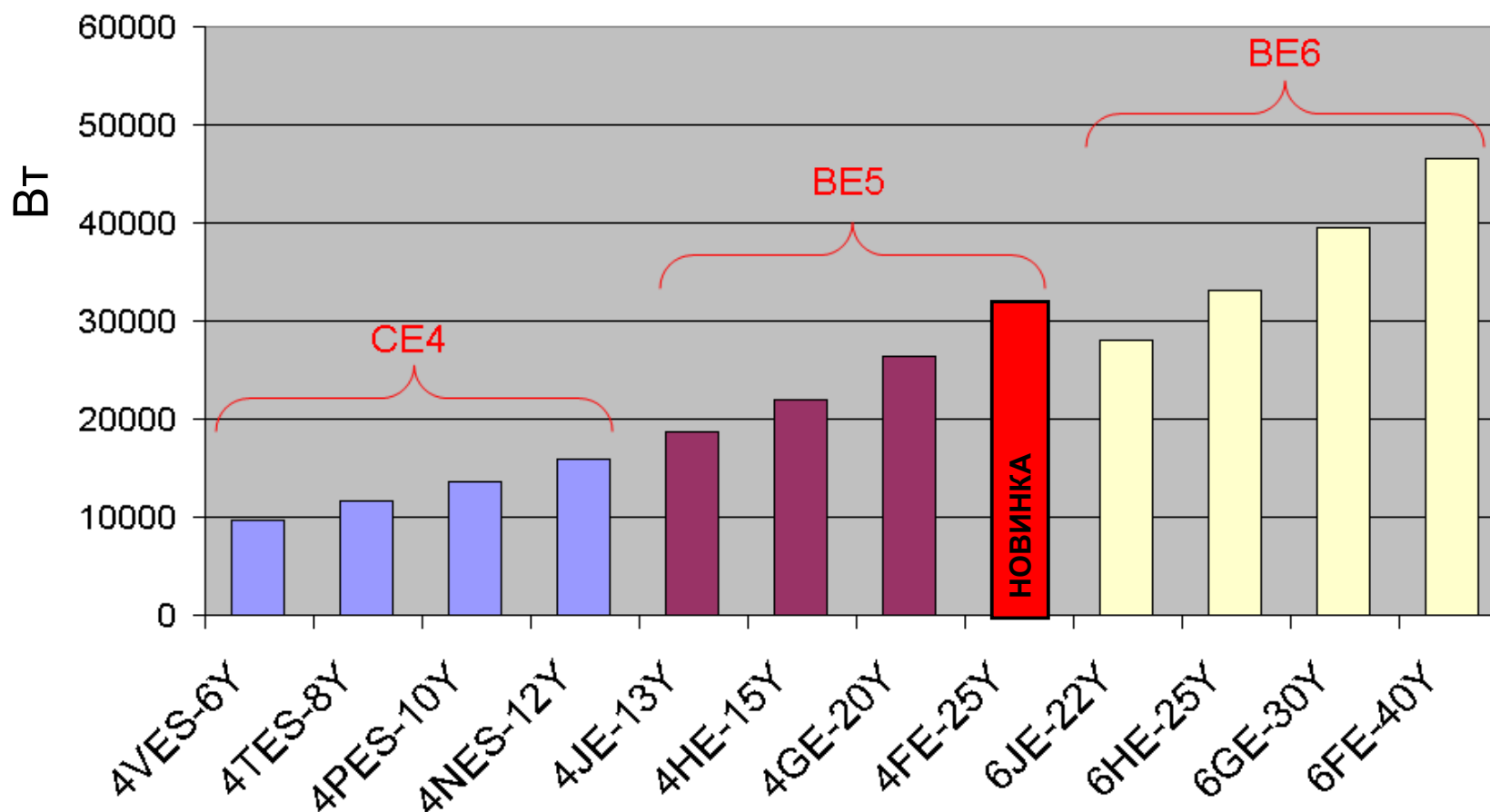
- ☐ Новая конструкция клапанной доски
- ☐ Увеличенные внутренние сечения
- ☐ Новый высокоэффективный мотор
- ☐ Использование стандартных аксессуаров
- ☐ Сохраненные внешние габаритные размеры



# Новая серия поршневых компрессоров Ecoline

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

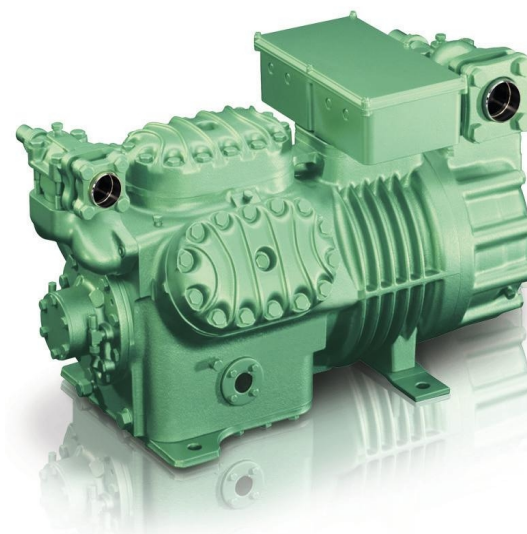
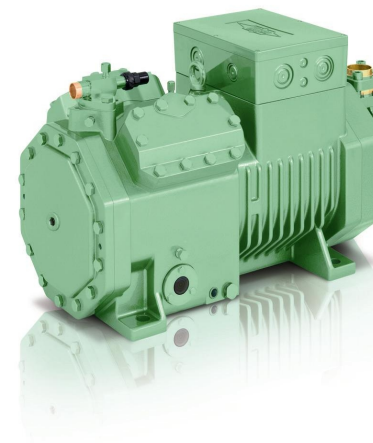
$t_o = -10^{\circ}\text{C}$ ;  $t_c = 45^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{oh} = 20^{\circ}\text{C}$



# 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:  $\text{COP}=4,12$  @  $t_c=20^\circ\text{C}$

+16%



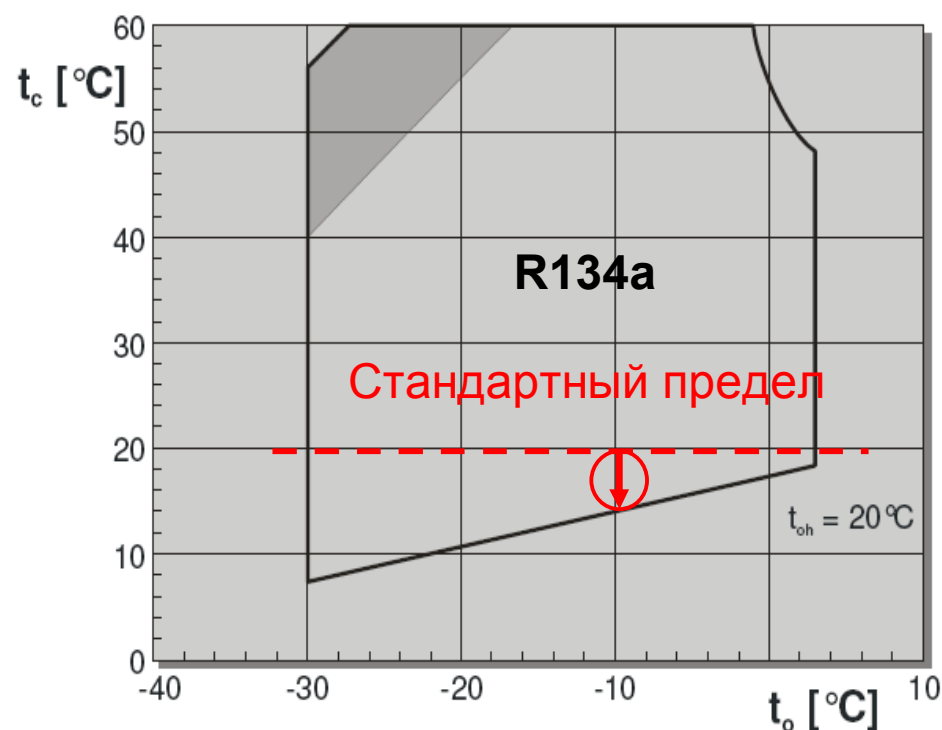
4NES-12Y:  $\text{COP}=4,78^*$  @  $t_c=20^\circ\text{C}$

+21%



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

**Суммарное повышение COP 40%**



\* предварительные данные

# Преимущество компрессоров Ecoline в системе холодоснабжения супермаркета

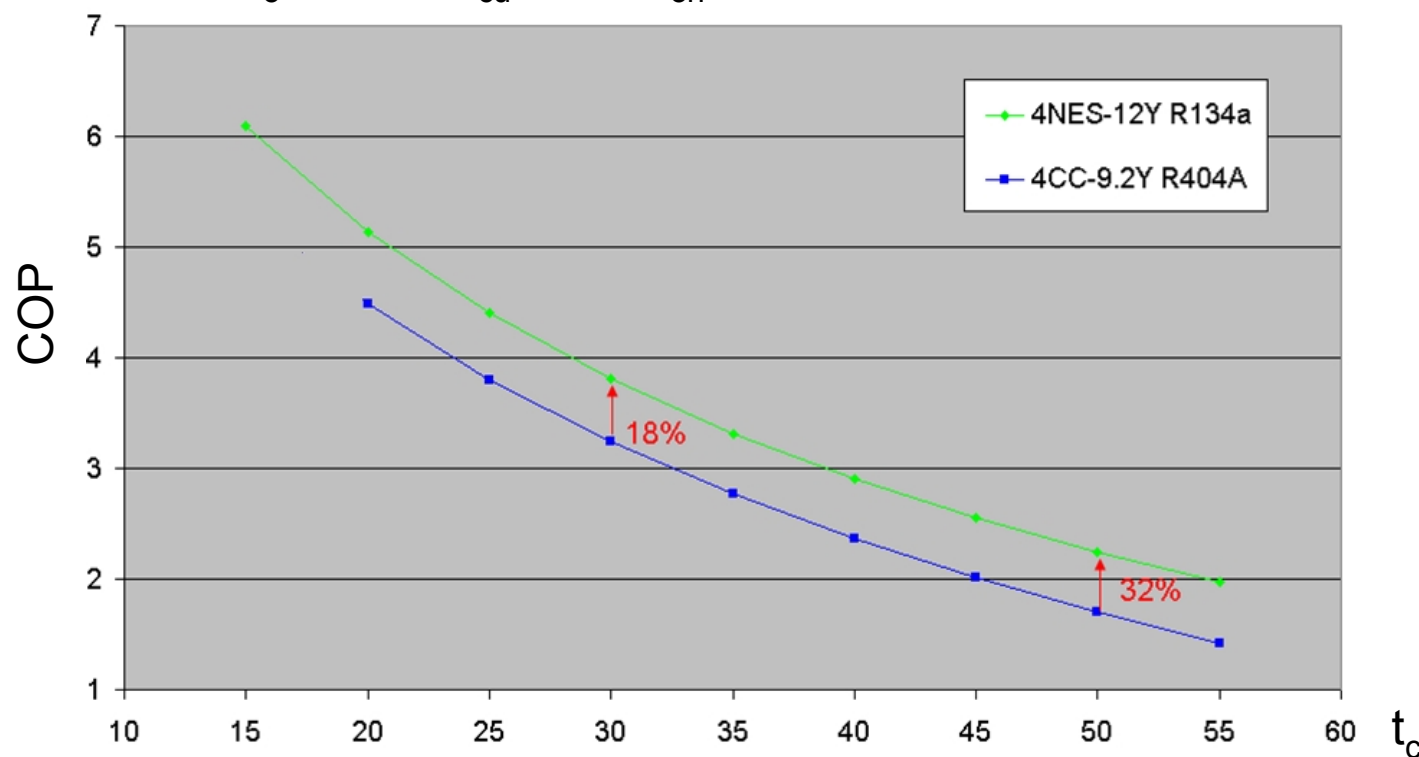
**Холодопроизводительность:** 47 кВт / режим постоянной нагрузки  
**Рабочие условия:**  $t_o = -7^\circ\text{C}$ ,  $t_c = 30^\circ\text{C} \dots 50^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t_{cu} = 2\text{K}$ ,  $\Delta t_{oh} = 20\text{K}$  / полезный 7K  
**Географический район:** Германия, Карлсруэ  
**Тариф электроэнергии:**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

|                    | <b>BITZER ECOLINE</b><br><b>3x 4NES-12Y</b> | <b>Стандартные компрессоры</b><br><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<br>4NES-12Y | Стандартные<br>компрессоры<br>4CC-9.2Y | Преимущество<br>системы с<br>Ecoline |
|----------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|
| Годовое<br>энергопотребление                       | 111.947 кВт·ч              | 132.411 кВт·ч                          | <b>- 20.464 kWh</b>                  |
| Потребление энергии<br>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<br>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<br>компрессоров                  | 3,68                       | 3,11                                   | <b>+ 18,3 %</b>                      |
| Стоимость годового<br>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

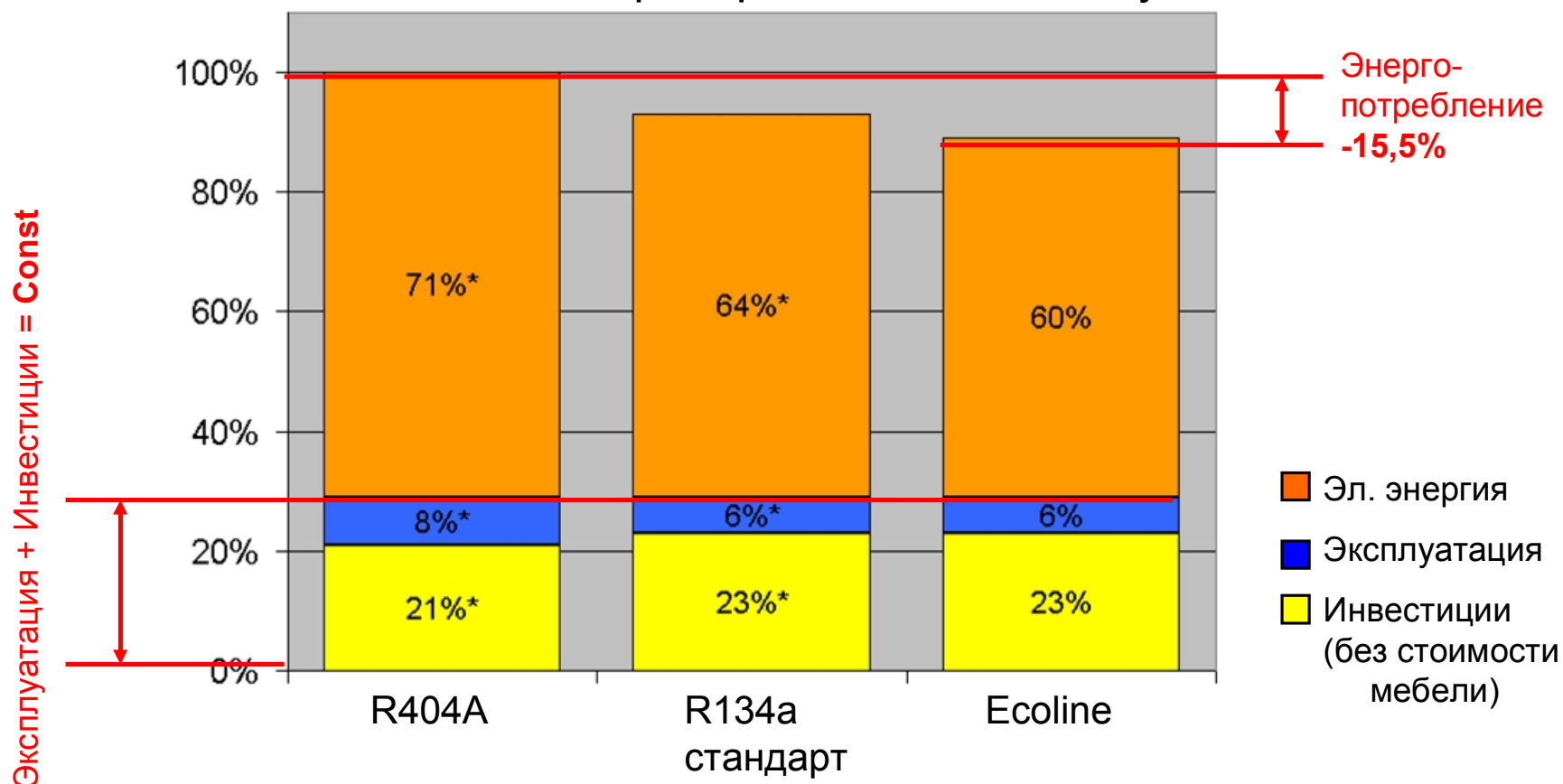
---

## 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

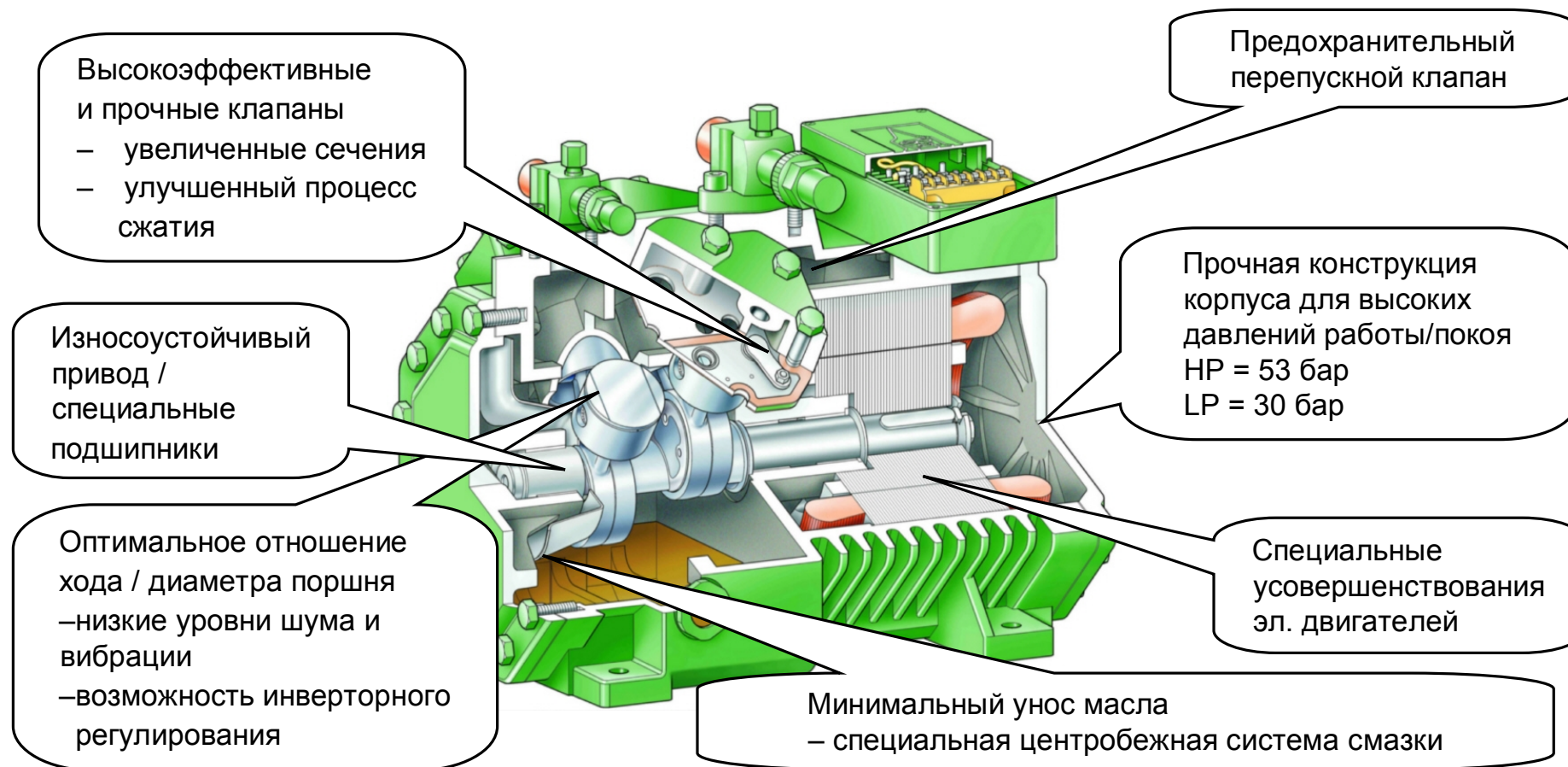
# Содержание:

- ❑ 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



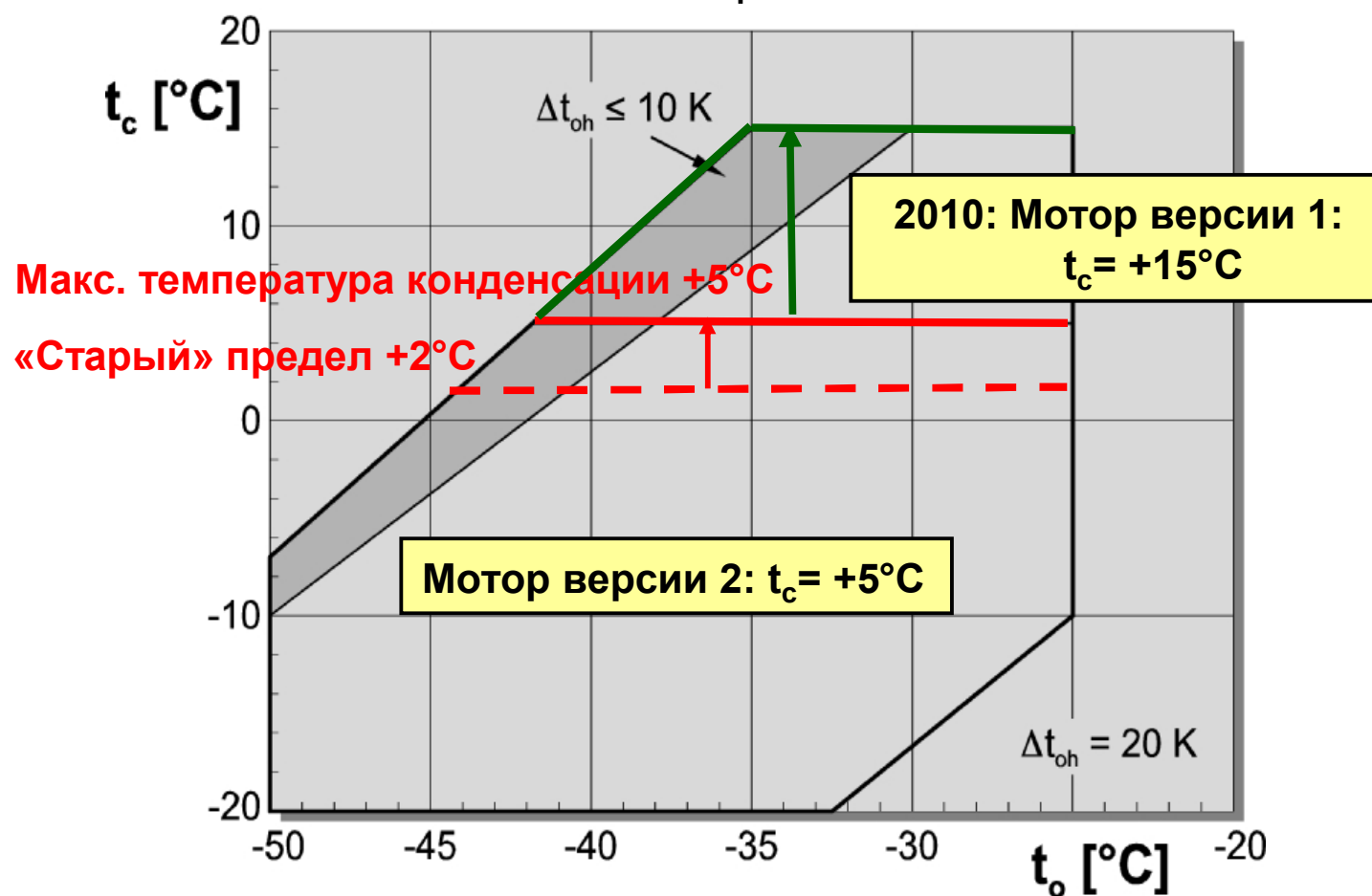
# Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>

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



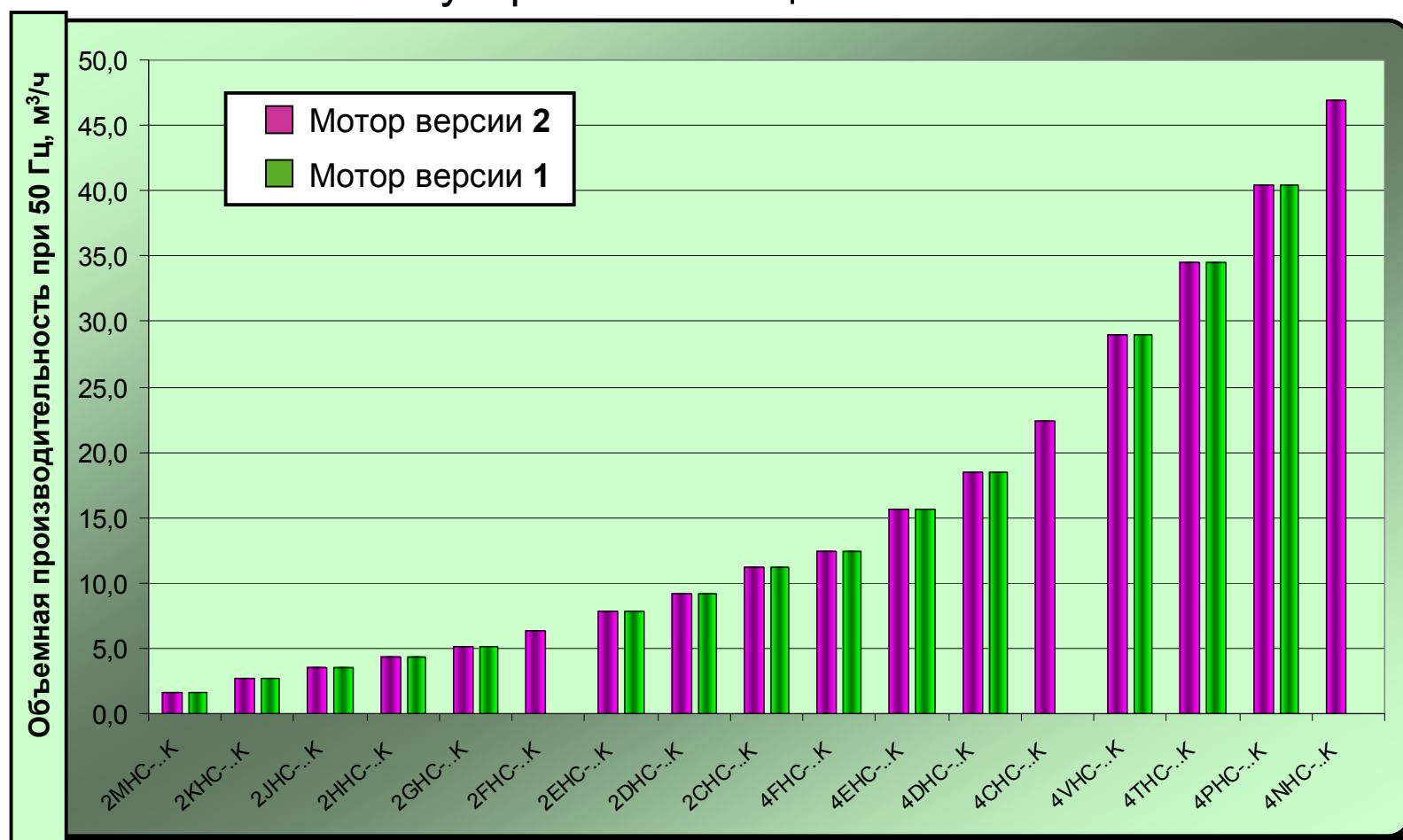
# Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>

Расширенная в сторону высоких температур конденсации  
область применения



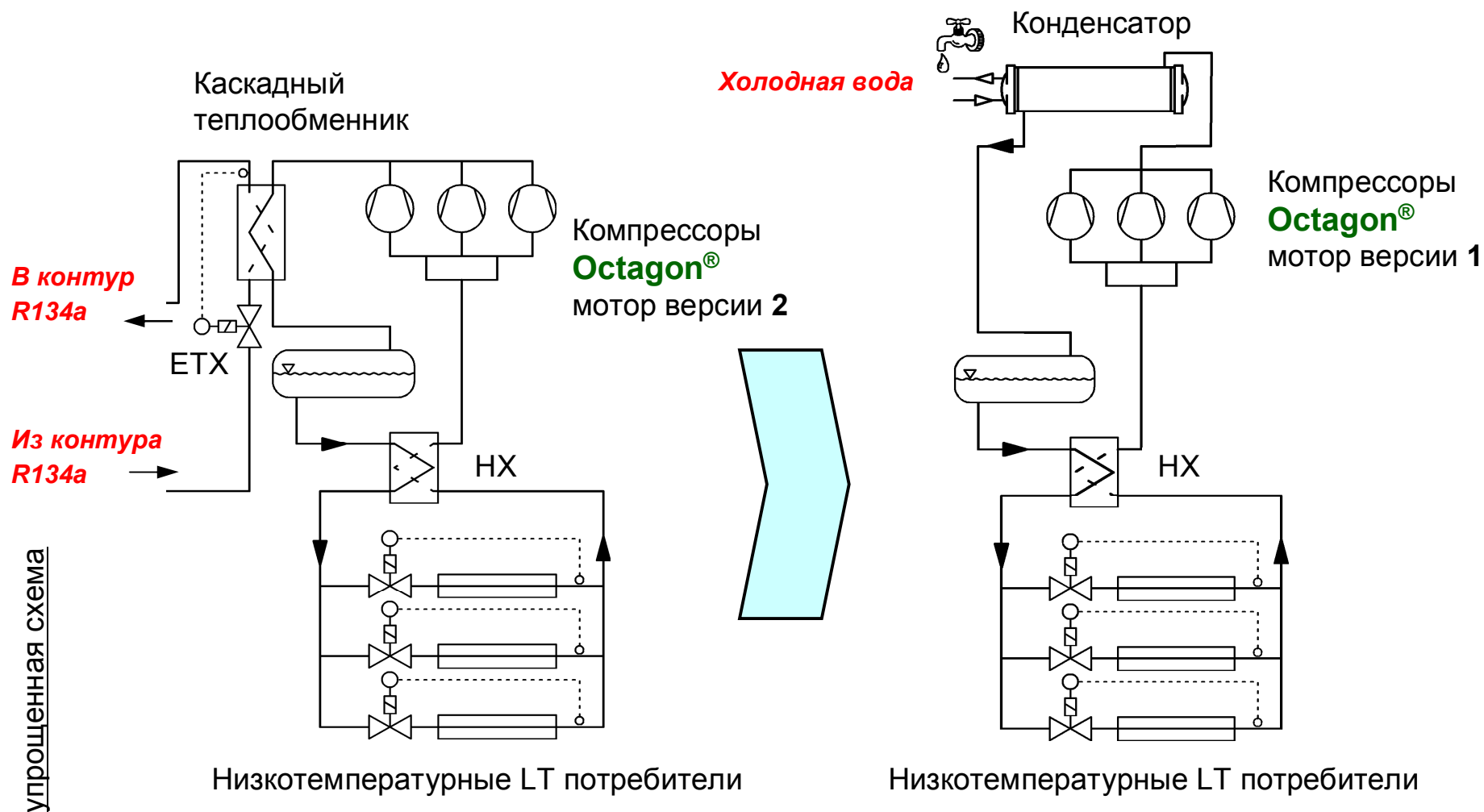
# Развитие модельного ряда поршневых компрессоров Битцер для CO<sub>2</sub>

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



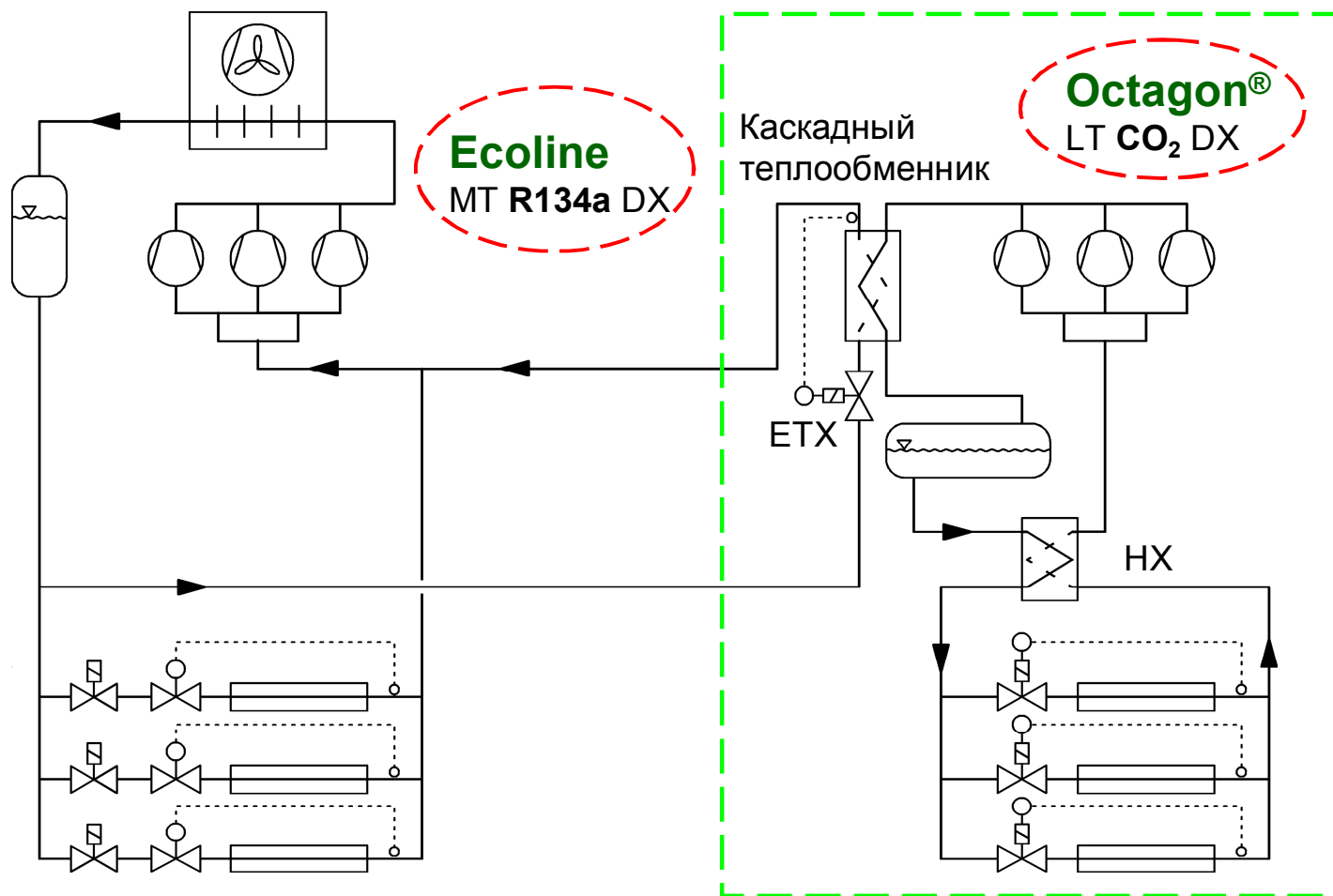
# Содержание:

- ❑ 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

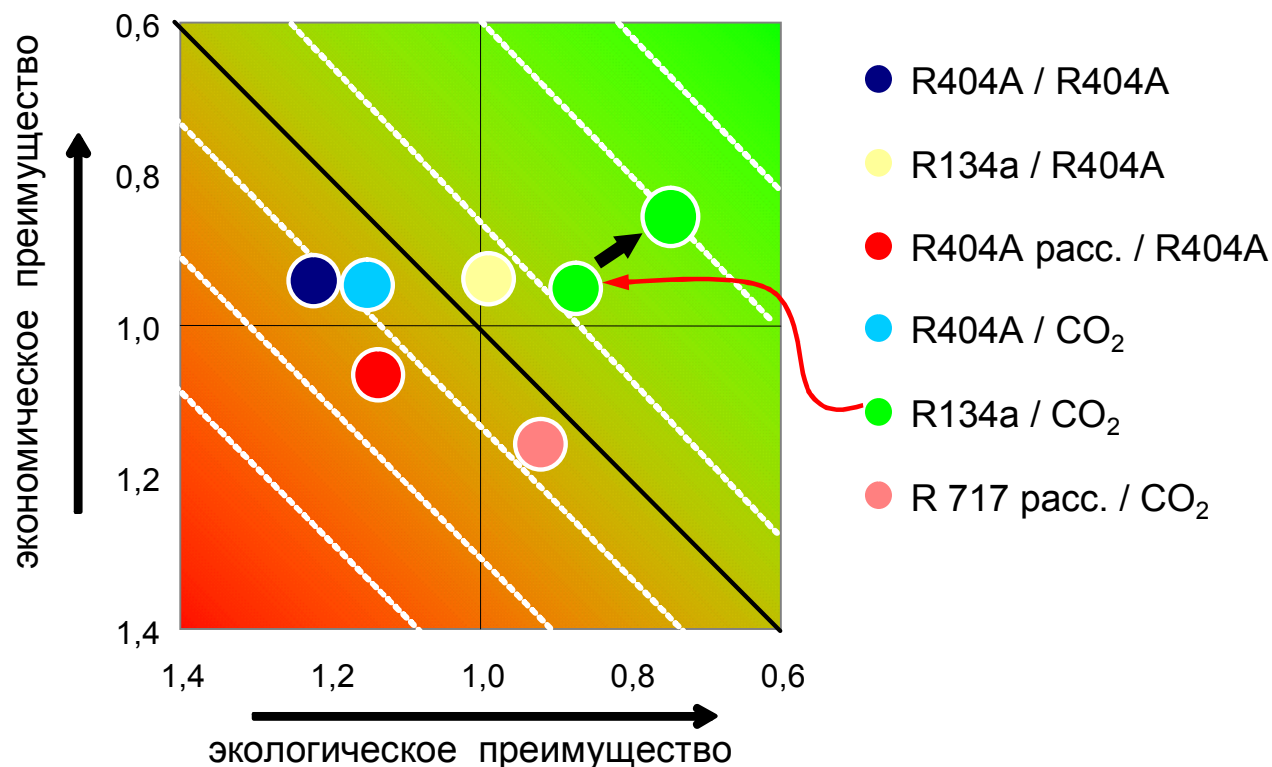


Среднетемпературные MT потребители

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