

КОМПАУНДНАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ УСТАНОВКА СУПЕРМАРКЕТА – ПУТЬ К СОКРАЩЕНИЮ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ



Moscow conference

BRRT-2017

19.04.2017



**Реализованный проект
Супермаркета
в Московском регионе**

Исходные данные

Регион – Московская область

Расчётная температура окружающей среды = $+32^{\circ}\text{C}$

Хладагент - R404A

Среднетемпературная часть

Холодопроизводительность = 256 кВт

Температура испарения = -10°C

Количество потребителей - 60 шт

Низкотемпературная часть

Холодопроизводительность = 14 кВт

Температура испарения = -30°C

Количество потребителей - 4 шт

Отношение нагрузки

Типовым решением для такого объекта является применение двух отдельно стоящих установок:

- Низкотемпературной ХУ;
- Среднетемпературной ХУ

При этом нормальным соотношением нагрузок (НТ:СТ) считается 1:5, тогда как на этом объекте мы имеем дело 1:18, то есть низкотемпературная нагрузка составляет незначительную долю.

Поэтому в целях снижения затрат было принято решение объединить все в одну компаундную холодильную установку, используя НТ нагрузку, как «боковую» нагрузку для СТ установки.

Компаундная ХУ – подбор оборудования

НТ часть

2CES-3Y-40S + 2DES-2Y-40S (70Hz)

$Q_0 = 14.2 \text{ kW}$

$P = 2.7 \text{ kW}$

$Q_0 \text{ (переохладитель)} = 6 \text{ kW}$

$\text{COP(LT)} = 5.3$

СТ часть

3 x 6FE-44Y-40P + 4GE-23Y (2 x CR11)

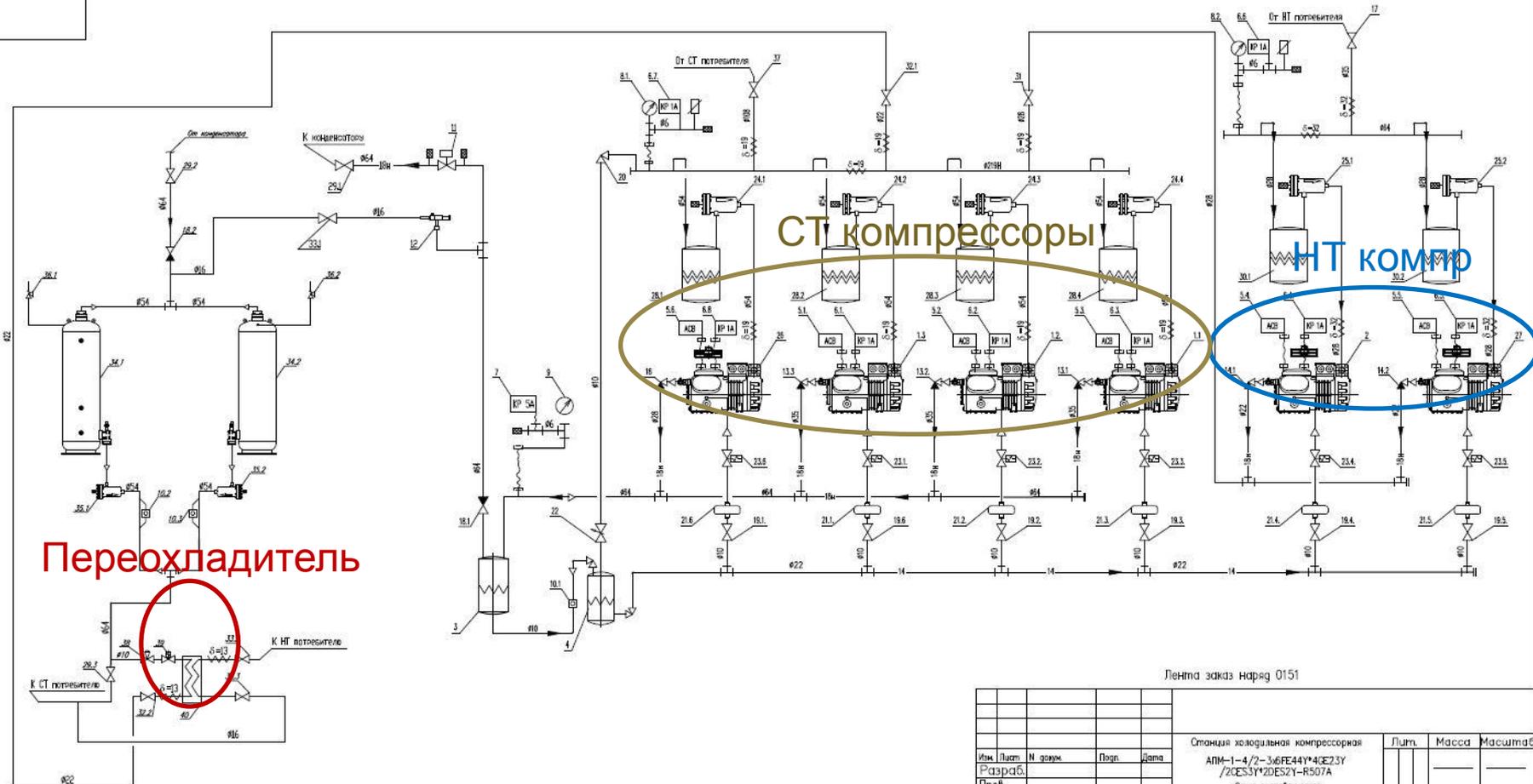
$Q_0 = 273.3 \text{ kW}$

$P = 128.1 \text{ kW}$

$\text{COP (MT)} = 2.1$

$\text{COP(TOTAL)} = 2.07$

Компаундная ХУ - схема



Переохладитель

СТ компрессоры

NT компр

Лента заказ наряд 0151

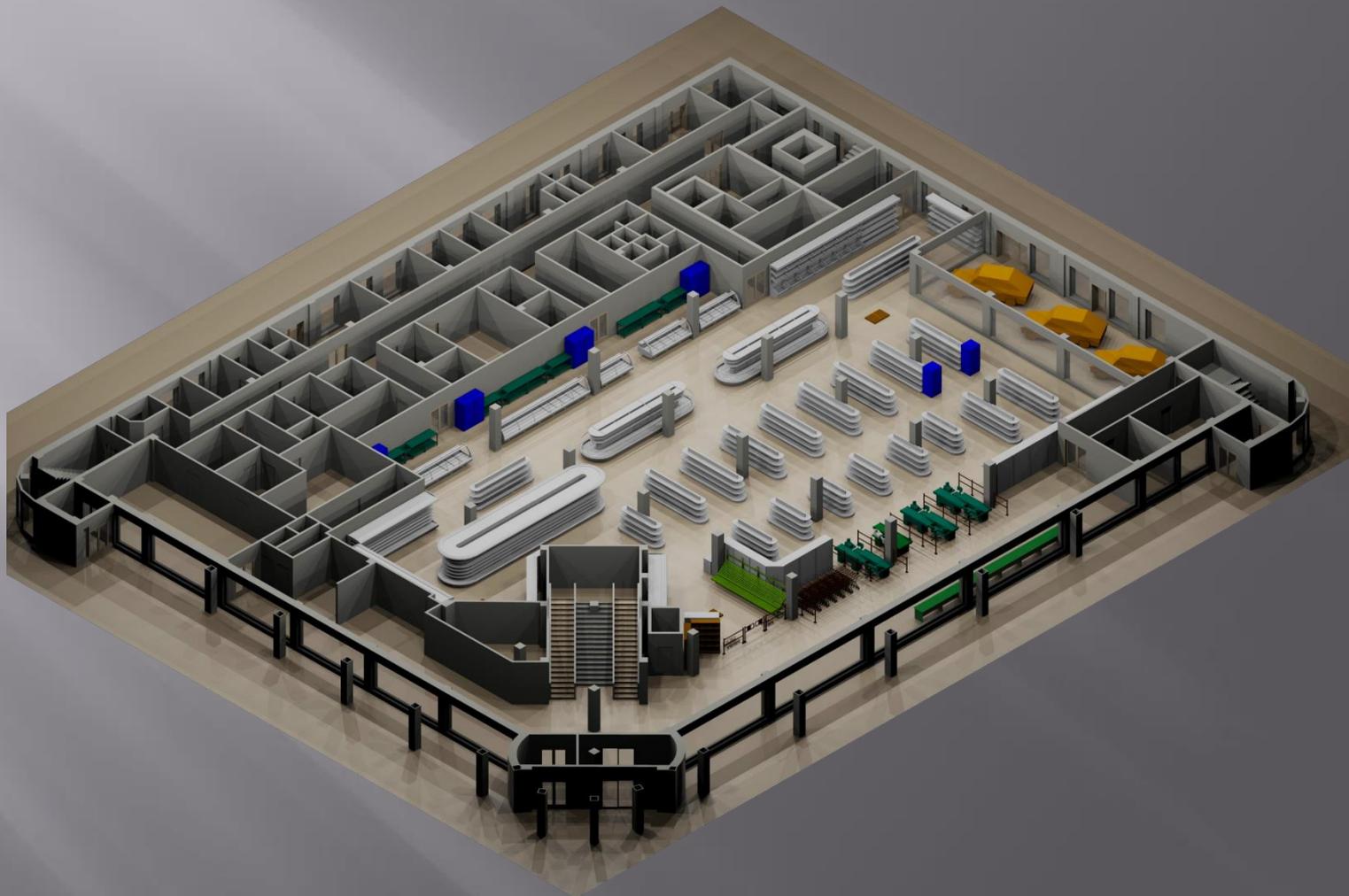
Изм.	Лист	И	Форм.	Пар.	Дата	Станция холодильная компрессорная АПМ-1-4/2-3-6FE44*4GE23Y /2CESSY2DES21-R507A Схема гидравлическая принципиальная	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.									
Проб.									
Т. контр.									
Нач. отг.									
Н. контр.									
Умб.									
							Лист	Листов 1	

формат А3

Компаундная ХУ - производство



План размещения оборудования магазина



Торговый зал

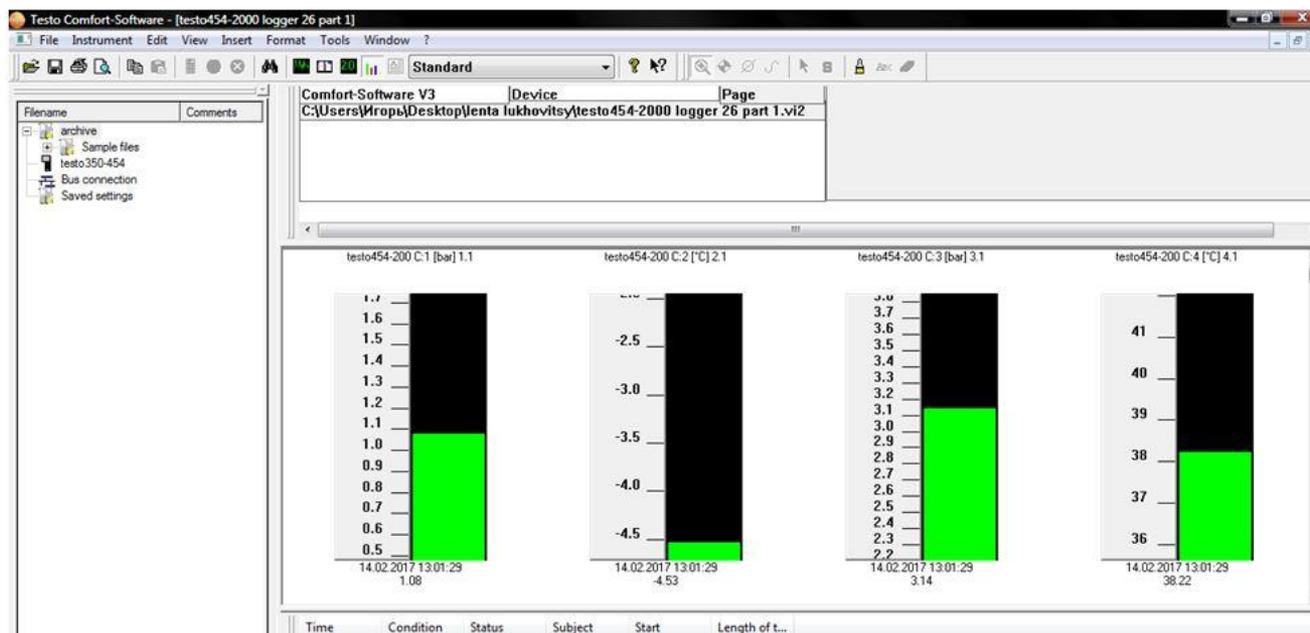


Машинное отделение



Режим работы компрессора низкотемпературной части 2DES-2Y-40S

Средние значения



1. Давление всасывания = 1.08 бар (-29.9 °C)
2. Температура всасывания = - 4.53 °C
3. Давление нагнетания = 3.14 бар (- 11.6 °C)
4. Температура нагнетания = 38.22 °C

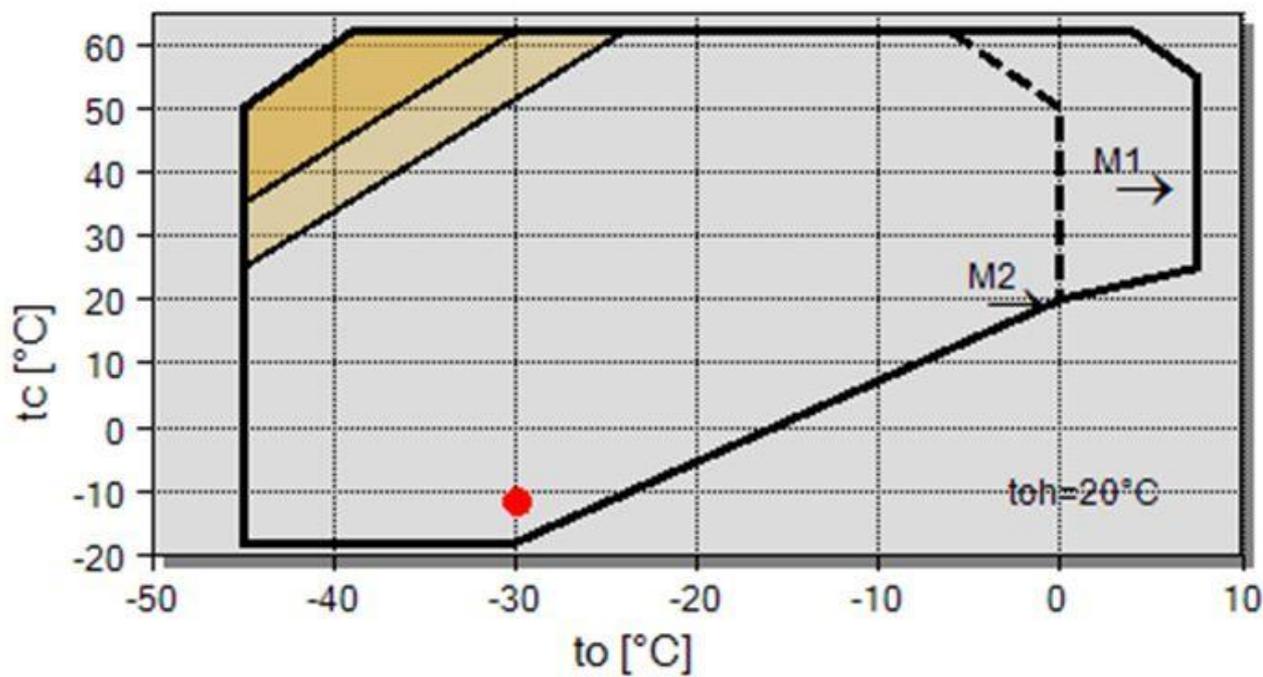
Область применения компрессора низкотемпературной части 2DES-2Y-40S

Рабочая точка

Пределы

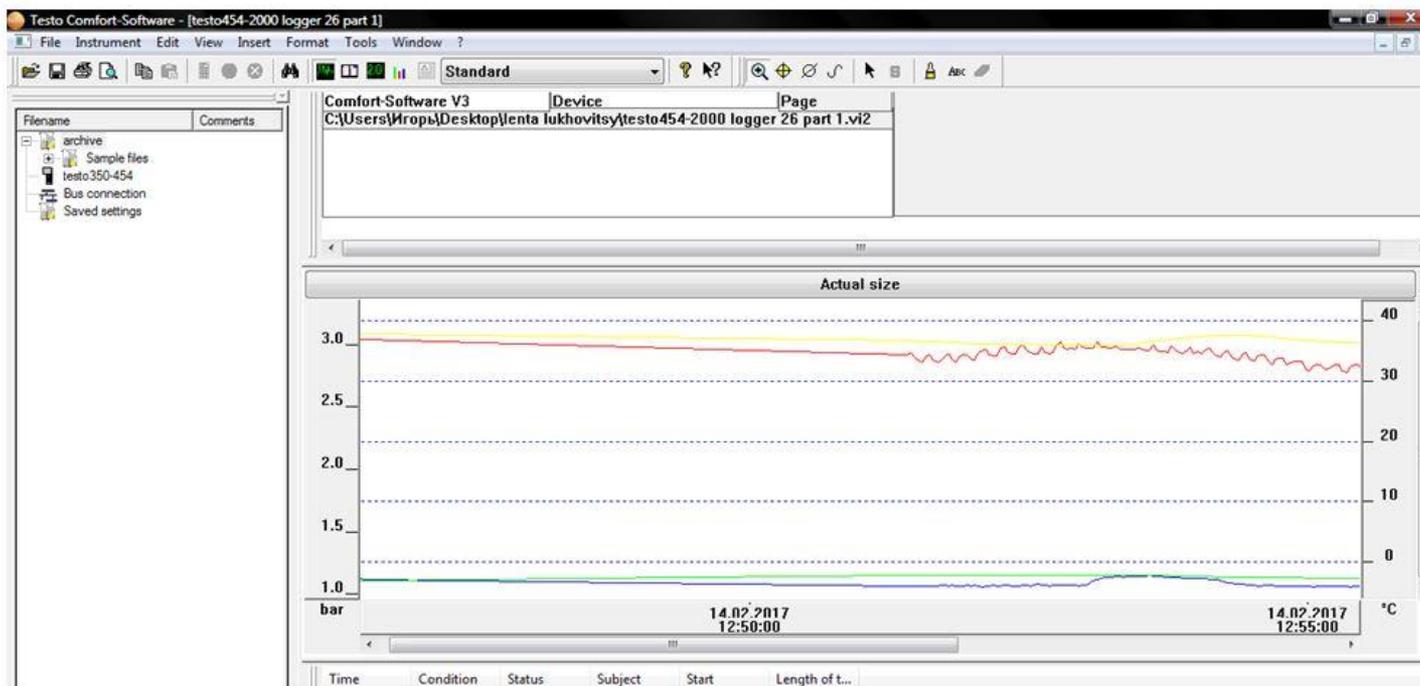
2DES-2Y

Booster



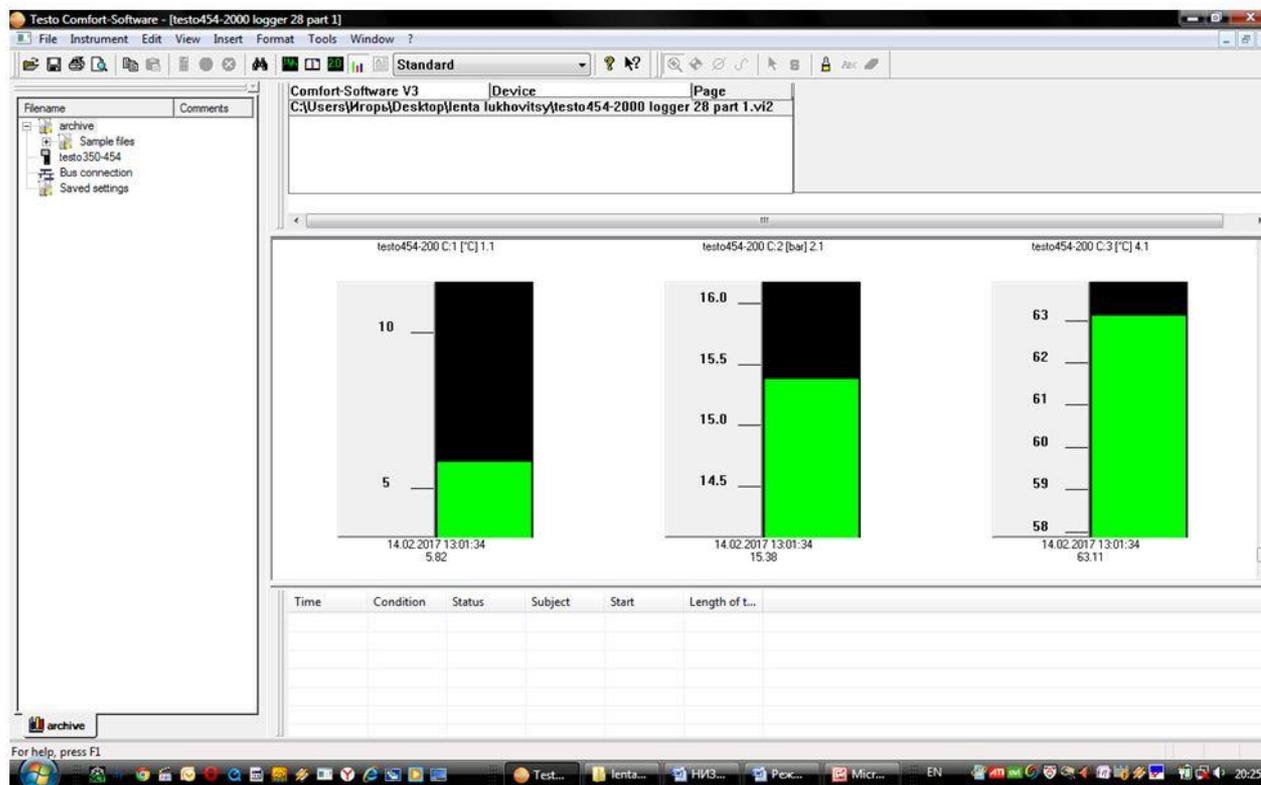
Режим работы компрессора низкотемпературной части 2DES-2Y-40S

Режим работы низкотемпературного компрессора



1. Синий – давление всасывания (бар)
2. Зеленый – температура всасывания (°C)
3. Красный – давление нагнетания (бар)
4. Желтый – температура нагнетания (°C)

Режим работы компрессора среднетемпературной части 4GE-23Y-40P



Средние рабочие значения

1. Температура всасывания = 5.82 °C
2. Давление нагнетания = 15.38 бар (35.4 °C)
3. Температура нагнетания = 63.11 °C

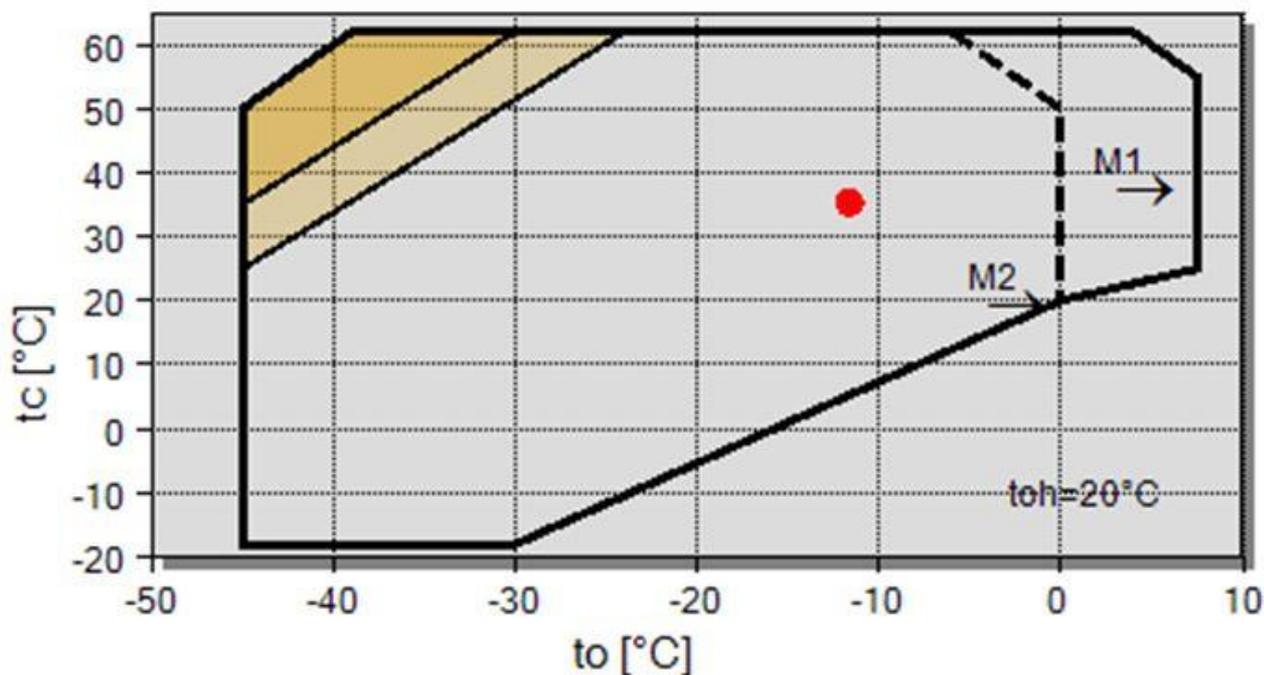
Область применения компрессора среднетемпературной части 4GE-23Y-40P

Рабочая точка

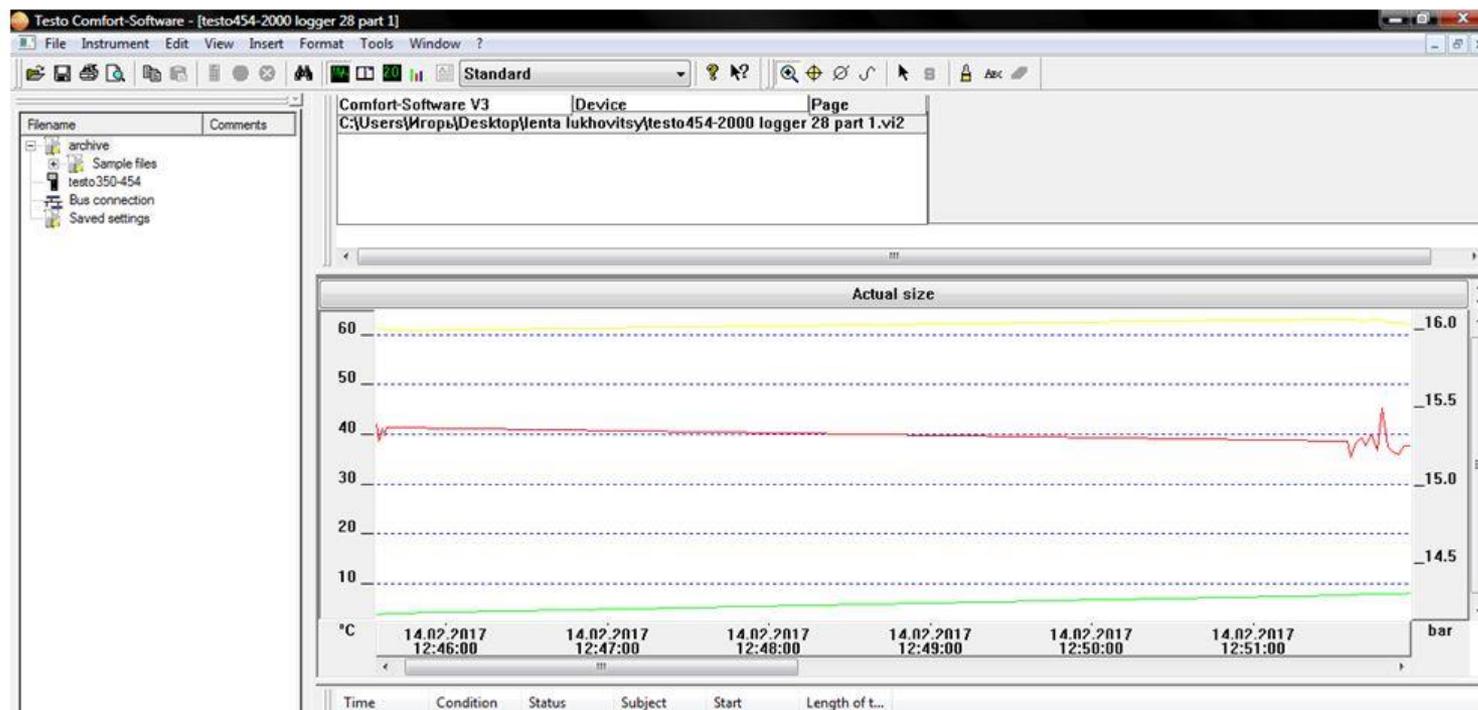
Пределы

4GE-23Y

100%



Режим работы компрессора среднетемпературной части 4GE-23Y-40P



1. Зеленый – температура всасывания (°C)
2. Красный – давление нагнетания (бар)
3. Желтый – температура нагнетания (°C)

Описание системы управления

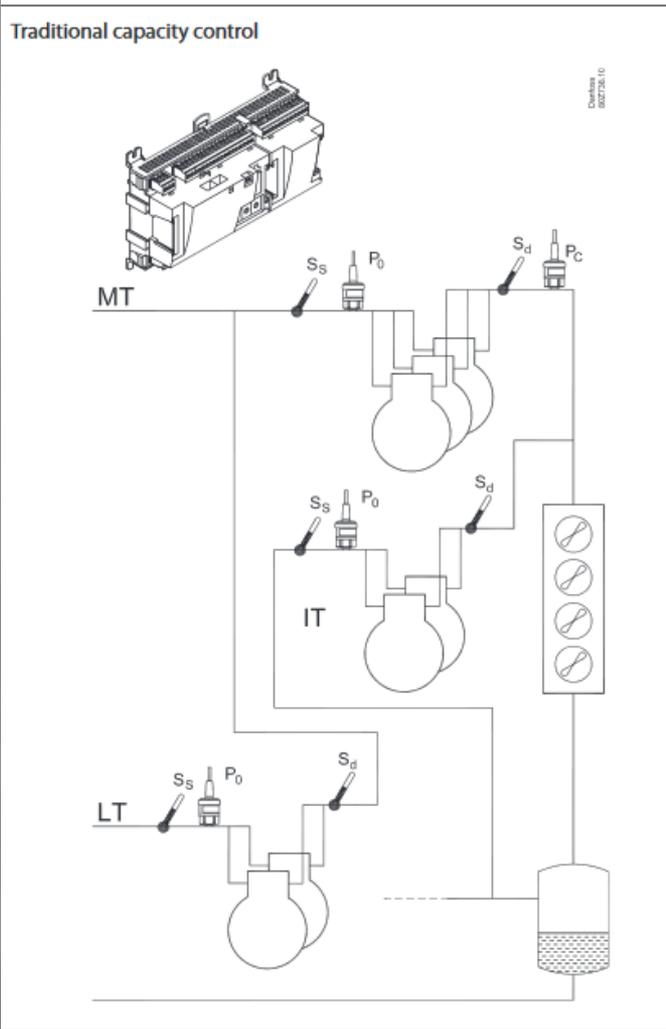
В нашей схеме мы использовали 2 контроллера Danfoss АК-РС 551.

Среднетемпературная часть с лидирующим компрессором CR11, низкотемпературная с регулировкой частотным приводом.

Координация работы подразумевает ограничение запуска компрессора низкотемпературной части при возрастании давления на всасывающем коллекторе среднетемпературной части.

В дальнейшем организовать работу всей установки можно на 1 новом контроллере Danfoss АК-РС 782А.

Описание системы управления



Описание принципа регулирования СТ компрессора

Наиболее критическими условиями работы для установки является работа без среднетемпературной нагрузки.

В этом случае должна быть обеспечена бесперебойная работа СТ части даже в условиях, когда компрессор НТ нагрузки работает на минимальной скорости.

Другими словами СТ компрессор должен обеспечивать Минимальную производительность всего 5 кВт, а это 11% от его полной производительности.

Чтобы достичь этой цели частотный привод с его диапазоном регулирования 40-100% не годится.

На помощь приходит новая система регулирования CRII, которая обеспечивает глубину регулирования 1:10 (10-100%)

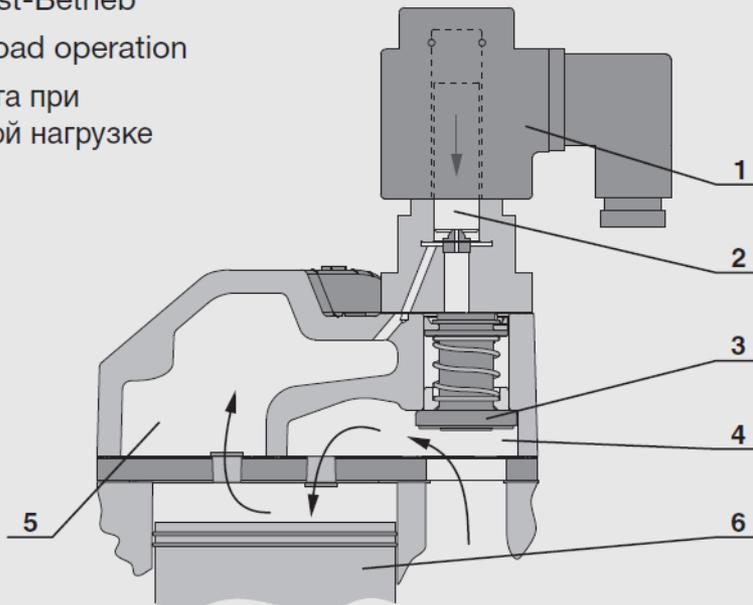
Система CR11

Интеллектуальный контроль производительности

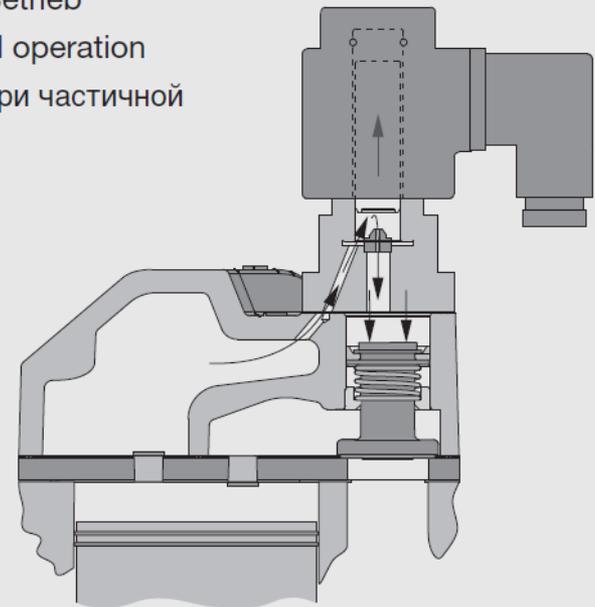
CR11 – тот же самый принцип как и предыдущей CR технологии.

Блокировка общего для блока цилиндров канала всасывания,
но другой исполнительный механизм

Volllast-Betrieb
Full-load operation
Работа при
полной нагрузке

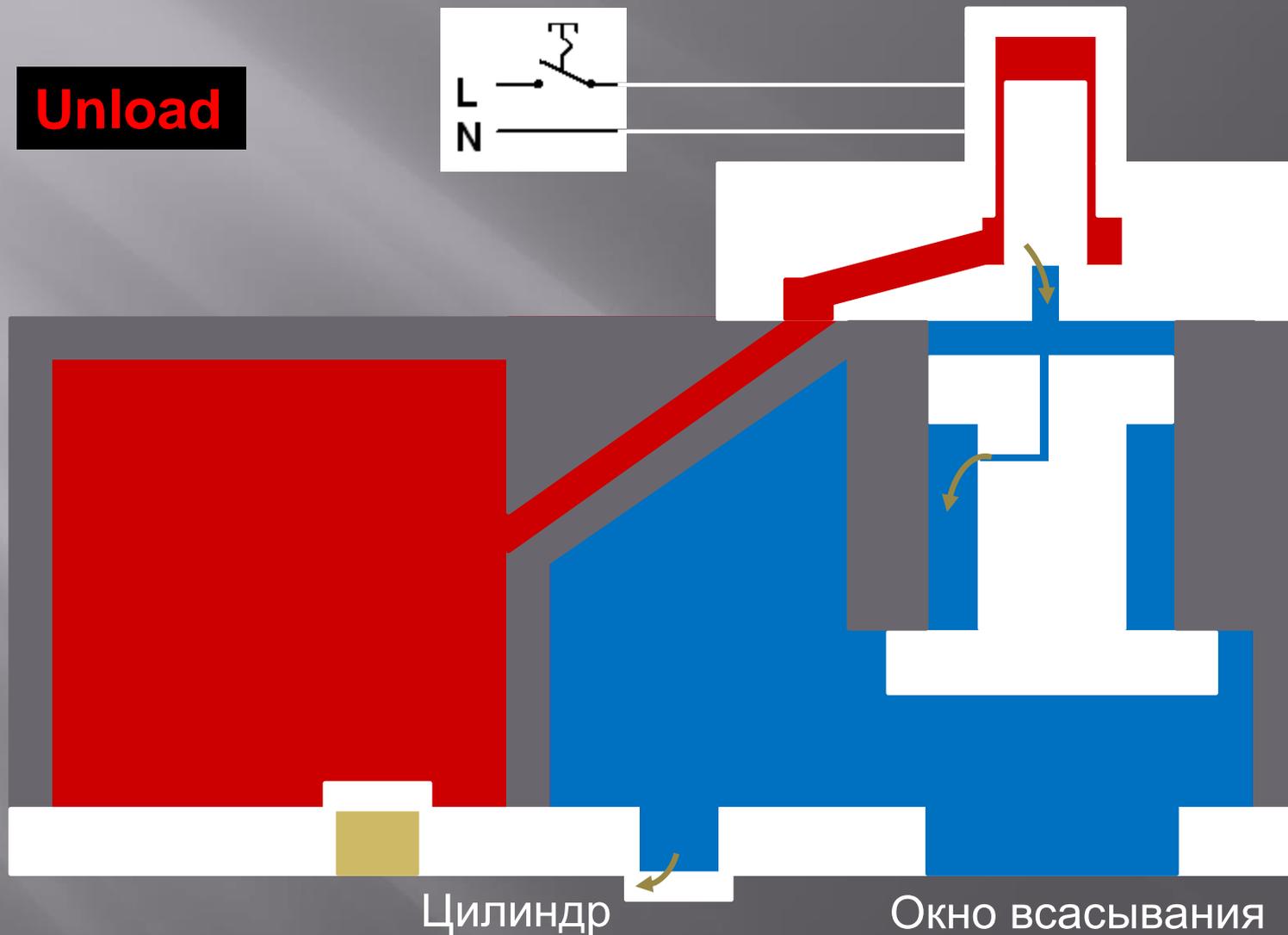


Teillast-Betrieb
Part-load operation
Работа при частичной
нагрузке



CRII Принцип функционирования

Unload

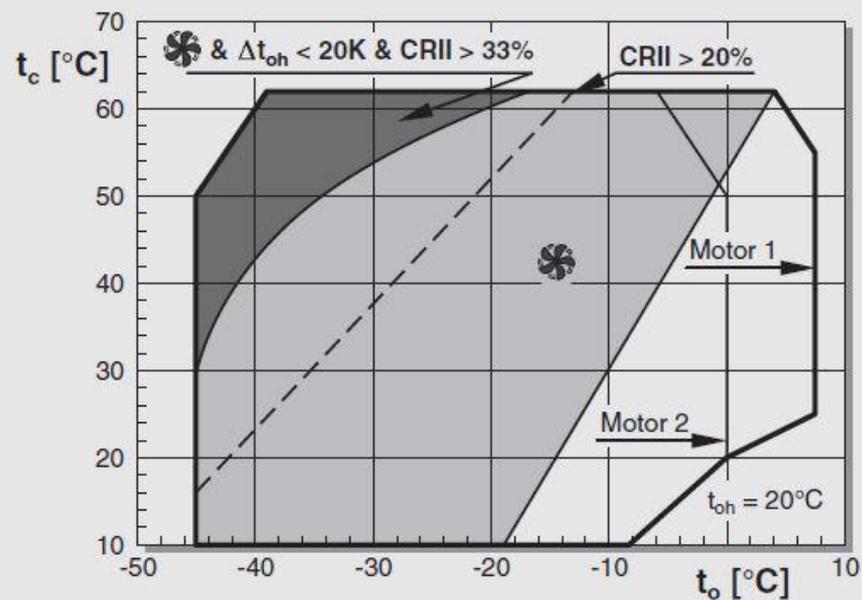


Система CRII

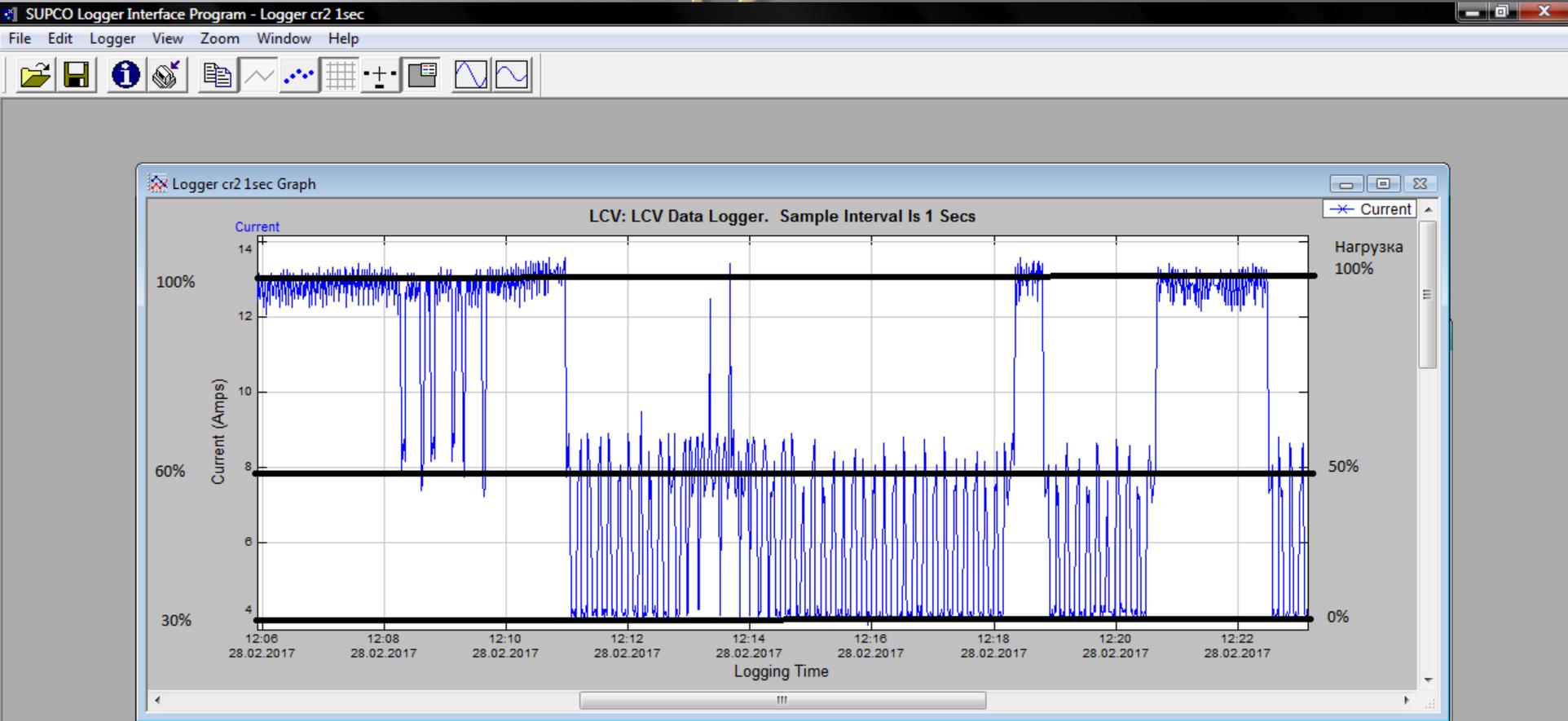
Интеллектуальный контроль производительности



10% 4JE-15Y .. 6FE-50Y



CRII – значение токов на разных нагрузках

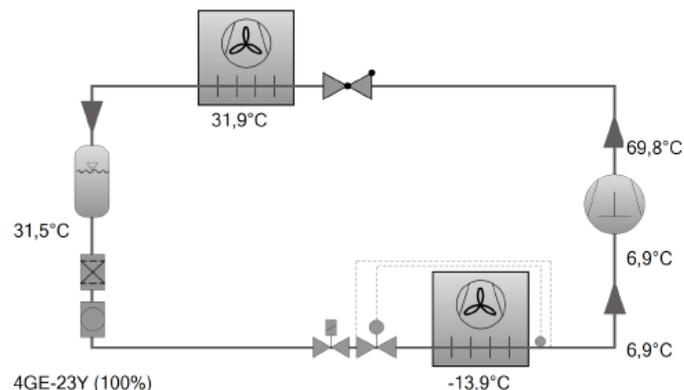


CRII – 100%

Выбор компрессора: Полугерметичные поршневые компрессоры

Исходные данные

модель компрессора	4GE-23Y
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R404A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-13,90 °C
Тконденсации SCT	31,9 °C
Переохл-е (после конденсатора)	0 K
Темп. всасываемых паров	6,90 °C
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%



Результат

Компрессор	4GE-23Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	46,3 kW
Холодопроизвод-сть*	48,1 kW
Произв-сть испарителя	46,3 kW
Потребл. мощность	16,30 kW
Ток (400V)	27,6 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	62,6 kW
SOP/КПД	2,84
SOP/КПД *	2,95
Массов. расход	1276 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	69,8 °C

данные, подтверждённые экспериментально

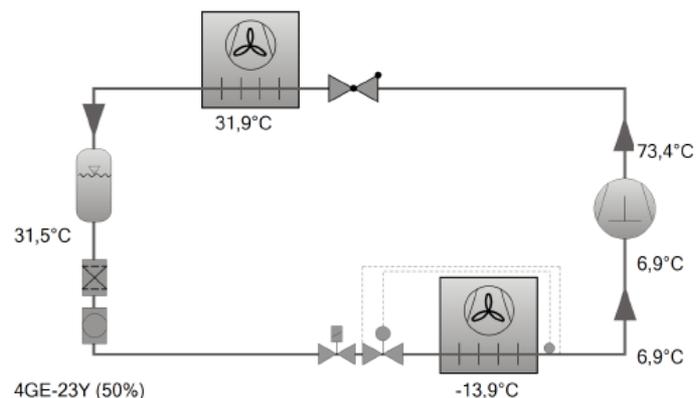
*по стандарту EN12900 (темп. всасываемых паров 20°C, переохлаждение жидкости 0 K)

CRII – 50%

Выбор компрессора: Полугерметичные поршневые компрессоры

Исходные данные

модель компрессора	4GE-23Y
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R404A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-13,90 °C
Тконденсации SCT	31,9 °C
Переохл-е (после конденсатора)	0 K
Темп. всасываемых паров	6,90 °C
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	50%
Полезный перегрев	100%

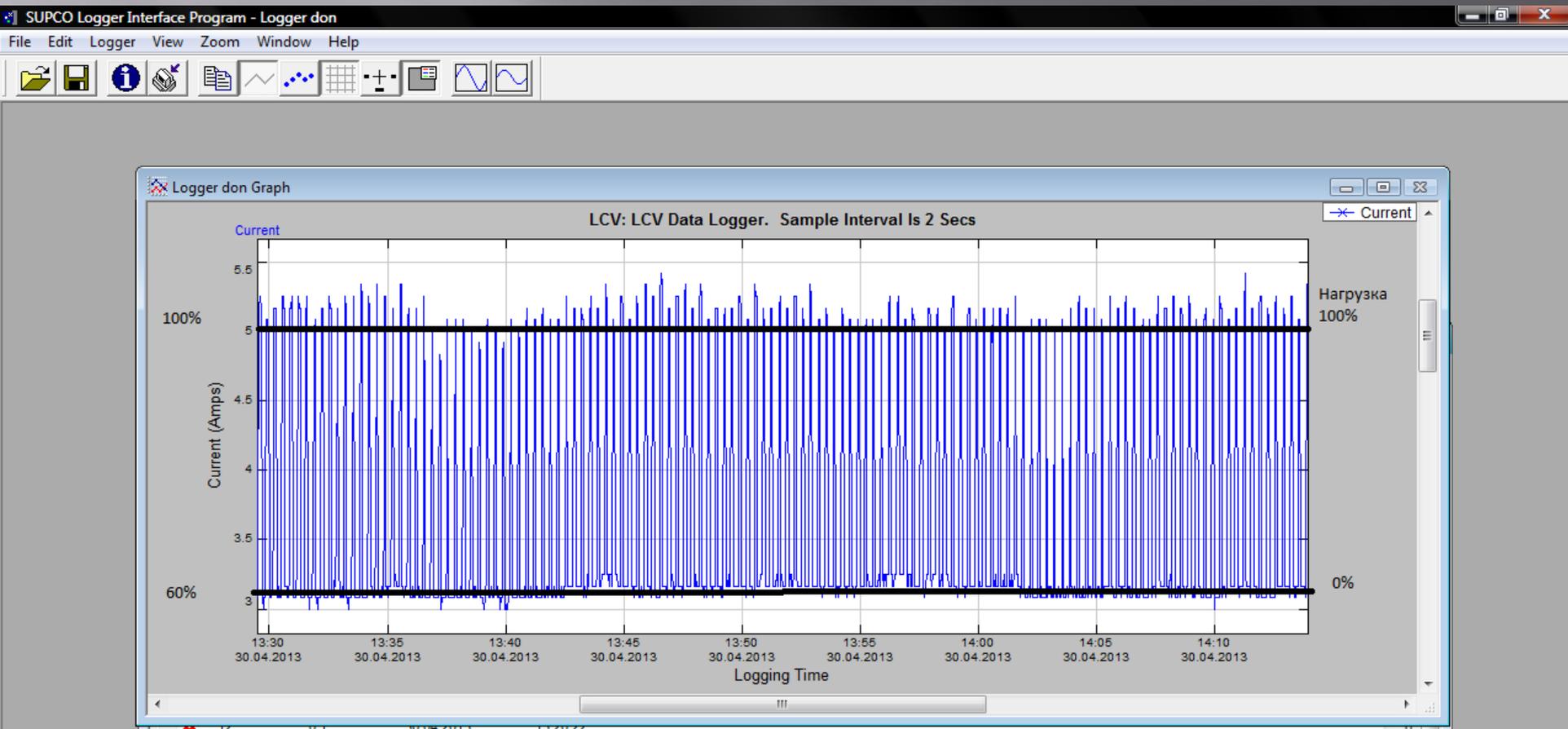


Результат

Компрессор	4GE-23Y-40P
Ступени регулирования производительности	50%
Холодопроизвод-сть	23,2 kW
Холодопроизвод-сть*	--
Произв-сть испарителя	23,2 kW
Потребл. мощность	8,86 kW
Ток (400V)	17,09 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	32,0 kW
SOP/КПД	2,62
SOP/КПД *	--
Массов. расход	638 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	73,4 °C

данные, подтверждённые экспериментально. Приблизит-ый расчет для регул-ия произв-ти
*по стандарту EN12900 (темп. всасываемых паров 20°C, переохлаждение жидкости 0 K)

ШИМ регулирование спирального компрессора – значение токов на разных нагрузках



CRII сравнение стоимости с ПЧ VARIPACK

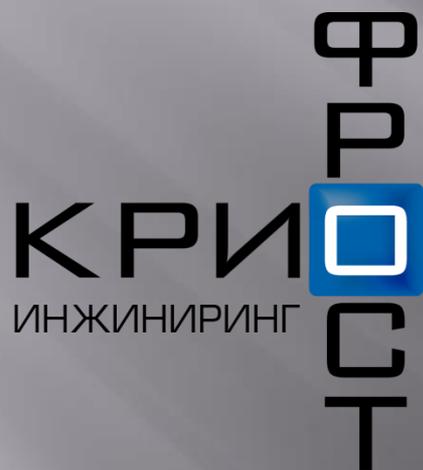
Сравнение							
FI vs CRII							
25-70 Гц		35-100%					
Компрессор	Хол-ть	Стоимость	Компрессор	Хол-ть	Стоимость	ЭКОНОМИЯ	
ПЧ	kW	EUR	Мех. Регул.	kW	EUR	EUR	%
4JE-22Y-40P FGU+38	41,1	5 012	4GE-23Y-40P 2xCRII	42,4	3 722,40	1 289,60	25,73
4HE-25Y-40P FHU+45	48,7	5 256,40	4FE-28Y-40P 2xCRII	50,3	3 846,40	1 410	26,82
4GE-30Y-40P FHU+60	55,9	6 111,60	6HE-28Y-40P 2xCRII	53,8	4 165,60	1 946,00	31,84
4FE-35Y-40P FHU+60	66,7	6 240,40	6GE-34Y-40P 2xCRII	62,9	4 723,20	1 517,20	24,31

CRII сравнение стоимости с ПЧ VARIPACK

25-60 Гц		42-100%					
Компрессор	Хол-ть	Стоимость	Компрессор	Хол-ть	Стоимость	ЭКОНОМИЯ	
ПЧ	kW	EUR	Мех. Регул.	kW	EUR	EUR	%
4JE-15Y-40P FGU+32	36,2	4 614	4HE-18Y-40P 2xCRII	36,6	3 357,60	1 256,40	27,23
4HE-18Y-40P FHU+38	42,4	4 865,20	4GE-23Y-40P 2xCRII	42,4	3 722,40	1 143	23,49
4GE-23Y-40P FHU+45	49,2	5 466,00	4FE-28Y-40P 2xCRII	50,3	3 846,40	1 619,60	29,63
6HE-28Y-40P FHU+60	61,3	6 415,20	6GE-34Y-40P 2xCRII	62,9	4 723,20	1 692,00	26,37
6GE-34Y-40P FHU+60	72,8	6 972,80	6FE-44Y-40P 2xCRII	75,4	5 645,60	1 327,20	19,03

Выводы:

- 1) Данное решение оптимально при НТ потребителях на встройке (например лари). Хорошая экономия по отношению к классическому решению.
- 2) CR11 – простое, надежное и экономичное решение, эффективность его подтверждена эксплуатацией.
- 3) Опыт применения этой установки показал, что имеется дополнительный потенциал для снижения стоимости, но это ноу-хау мы оставим для себя.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ