



GEA Refrigeration Technologies

# Энергетический аудит системы холодоснабжения



Ноябрь 2014 – Январь 2015

GEA Refrigeration Technologies / GEA Refrigeration Rus OOO

---

---


1. Введение	3
2. Оборудование измерений	5
<i>Аммиачная холодильная установка “Grasso”</i>	
3. Итоги проведённого энергоаудита	7
4. Экономия от внедрений	
5. Система конденсации	10
6. Контур хладоносителя	15
7. Блок компрессорных агрегатов	18
8. Технологические проблемы	20
9. Энергосберегающие проекты	21
<i>Аммиачная холодильная установка “Sabroe”</i>	
10. Итоги проведённого энергоаудита	23
11. Экономия от внедрений	24
12. Система конденсации	25
11.1 Контур компрессорных агрегатов № 1, 2, 3	26
11.2 Контур компрессорных агрегатов № 4, 5	30
13. Контур хладоносителя	35
14. Блок компрессорных агрегатов контура ледяной воды	41
15. Компрессорный агрегат контура “Brine”	43
16. Технологические проблемы	44
17. Общий энергосберегающий проект внедрения	46
18. Контактная информация	47

---


## Цели энергетического аудита:




Анализ работы холодильных установок



Выявление неоптимальных технологических режимов



Оптимизация работы установок



Поиск потенциальных возможностей по уменьшению энергопотребления системы

Сбор данных производился с помощью следующего оборудования, имеющего сертификаты соответствия и внесенного в реестр средств измерения РФ:

Расходомер  
ультразвуковой  
Portaflow 330



Тепловизор  
Testo 882



Клещи электро-  
измерительные  
КЭИ-ПЭ 4/20

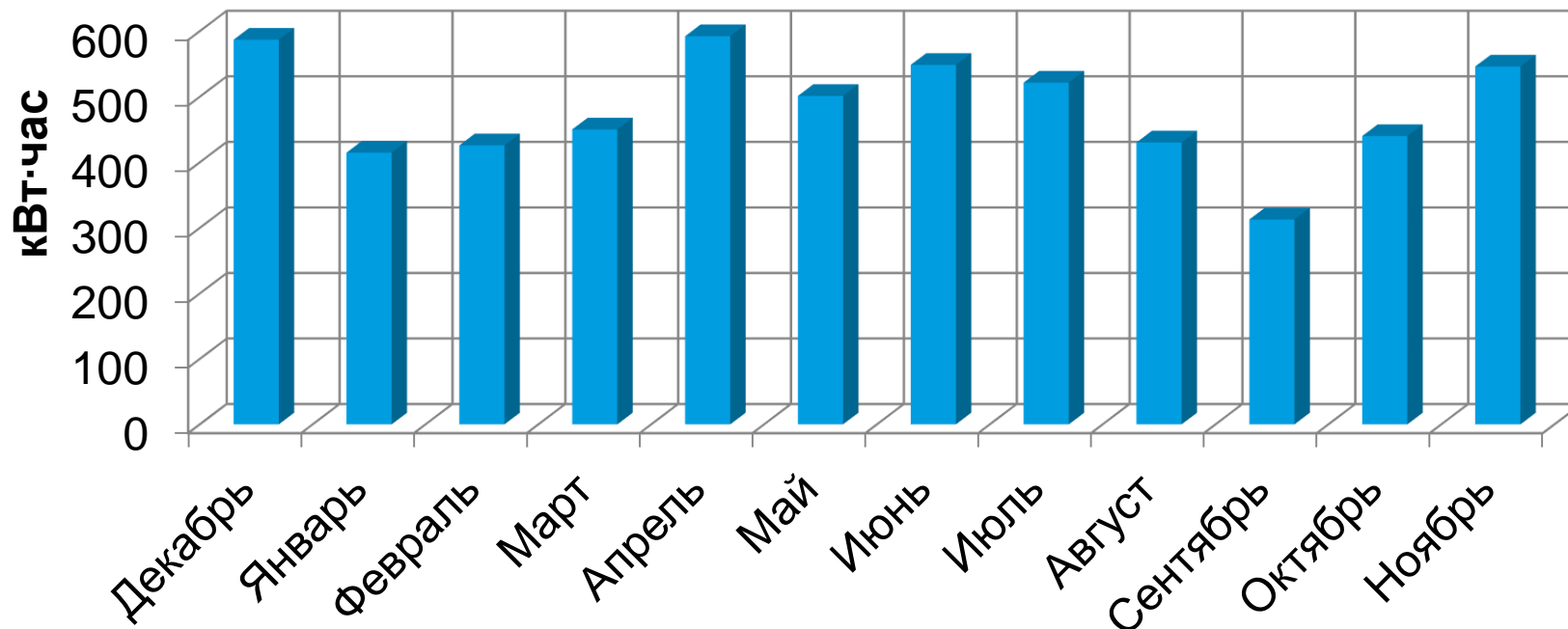


Термометр  
сопротивления  
TC004



Кроме того, для проведения анализа работы АХУ, в целом, были использованы данные, получаемые со стационарных датчиков.

Общее потребление электроэнергии в течение 1 года  
с декабря 2013 по ноябрь 2014\*



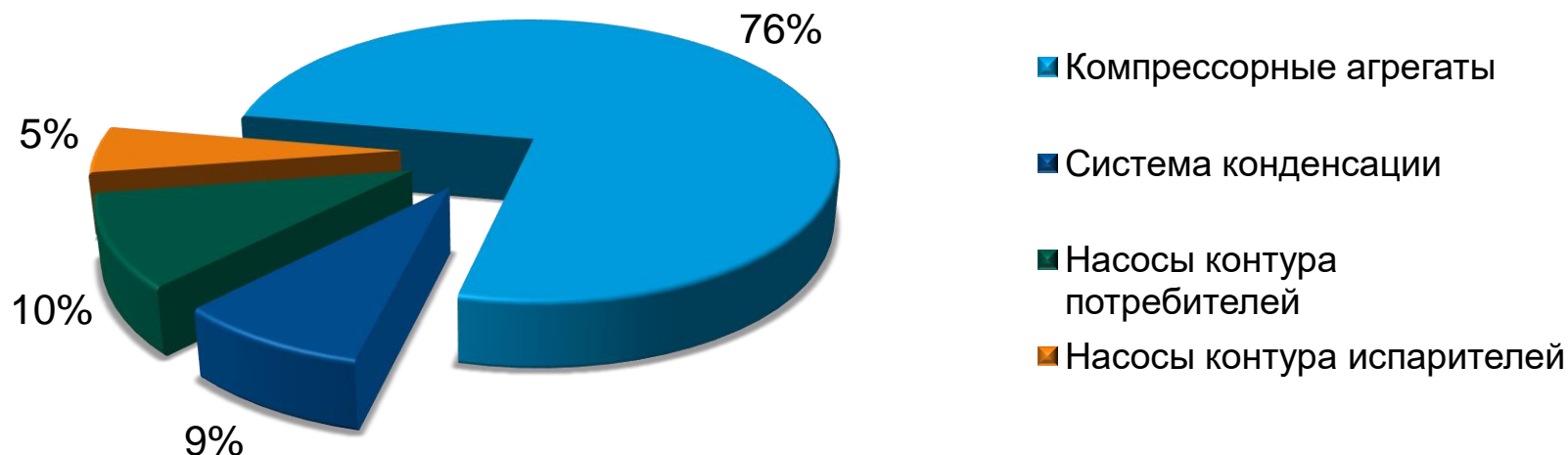
Стоимость электроэнергии 1 кВт·час = 2,5 руб.

**ИТОГО ЗА ГОД: 16 763 863** рублей

\* Исходные данные по энергопотреблению предоставлены заказчиком

### 3. Итоги проведённого энергоаудита

Общее потребление электроэнергии по элементам холодильной установки



	кВт·час	руб/год *
Компрессорные агрегаты	5 095 680	12 739 144
Система конденсации (насосы + вентиляторы)	576 560	1 441 457
Насосы контура потребителей	686 080	1 715 200
Насосы контура испарителей	347 200	868 062

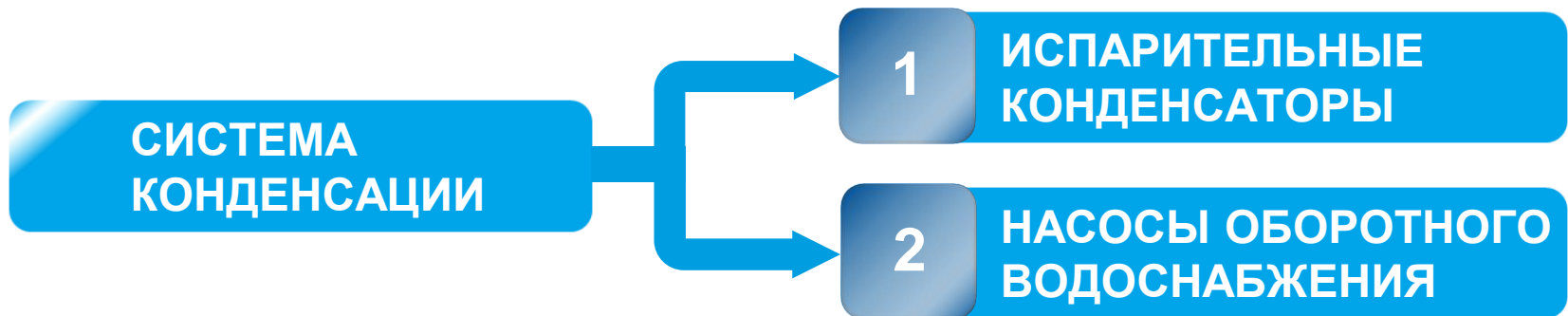
\* - по информации, полученной от заказчика, время работы всего оборудования – 24 ч / сутки (8760 ч / год).  
С учётом времени, потраченного на техническое обслуживание, расчётное время работы установки принимаем равным 8000 ч / год.

## 4. Экономия от внедрений

	<i>Изменение эксплуатационного режима работы блока компрессоров</i>	<b>Годовая экономия 1 476 022 руб.</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li><i>Переход на одноконтурную схему подачи хладагента</i></li><li><i>Оптимизация работы внутреннего контура хладагента</i></li></ul>	<b>Годовая экономия 868 062 руб.</b>
		<b>Годовая экономия 383 959 руб.</b>
	<i>Применение алгоритма интеллектуального поддержания «плавающего» давления конденсации</i>	<b>Годовая экономия 443 144 руб.</b>
	<i>Внедрение системы рекуперации</i>	<b>Годовая экономия 158 961 руб.</b>

### **Итого:**

*По результатам проведённого энергоаудита суммарное потенциальное годовое снижение затрат на работу АХУ "Grasso" составляет – **2 946 189 руб.***



- Во время работы холодильной установки поддерживается постоянное давление конденсации:

$$P_{\text{кд}} = 11 \pm 0,2 \text{ бар (абс)}$$

- Вода, посредством двух насосов, подаётся на два конденсатора
- Равномерность потоков на конденсаторы отрегулирована при проведении аудита





### Выводы:



Излишнее сопротивление на входе (загрязнение фильтров)



Износ рабочих колёс насосов

### Негативные последствия:



Уменьшенный расход воды на конденсаторы



Снижение площади орошения теплообменной поверхности конденсаторов



Неоправданное увеличение производительности вентиляторов

### Техническое решение:



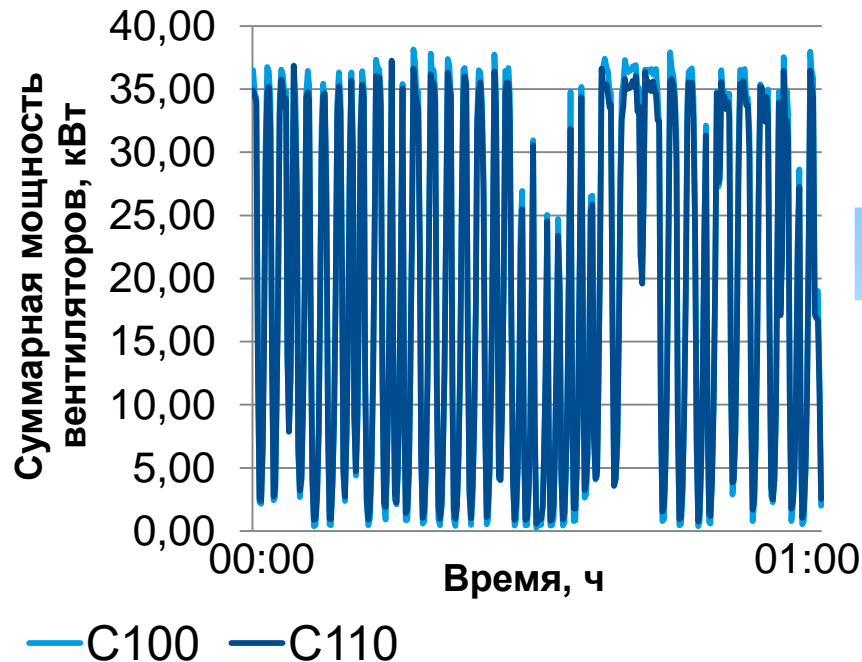
Открытие задвижек, установленных на нагнетании насосов оборотной воды



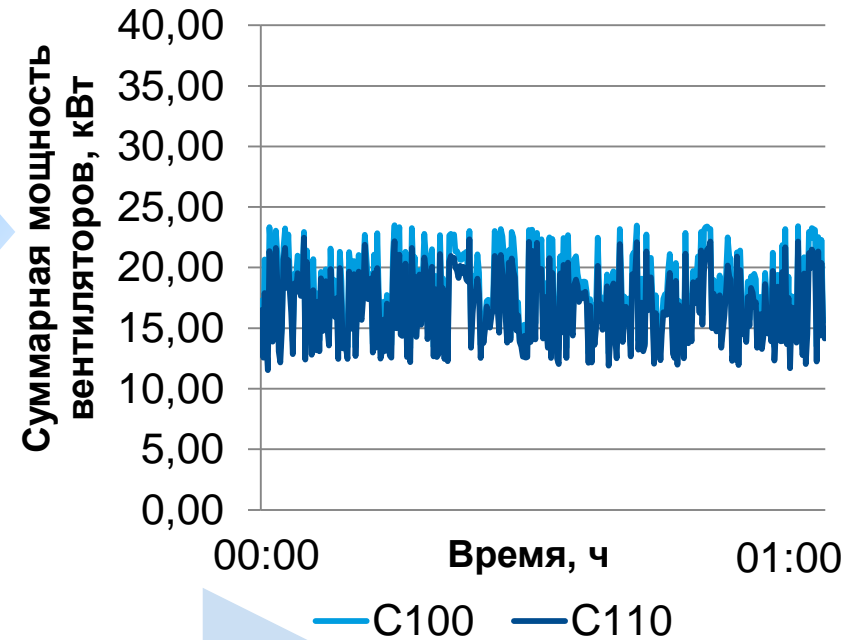
Проведение ревизии состояния рабочих колёс и фильтров насосов

## 5. Система конденсации

ДО настройки ПИД-регулятора



ПОСЛЕ настройки ПИД-регулятора



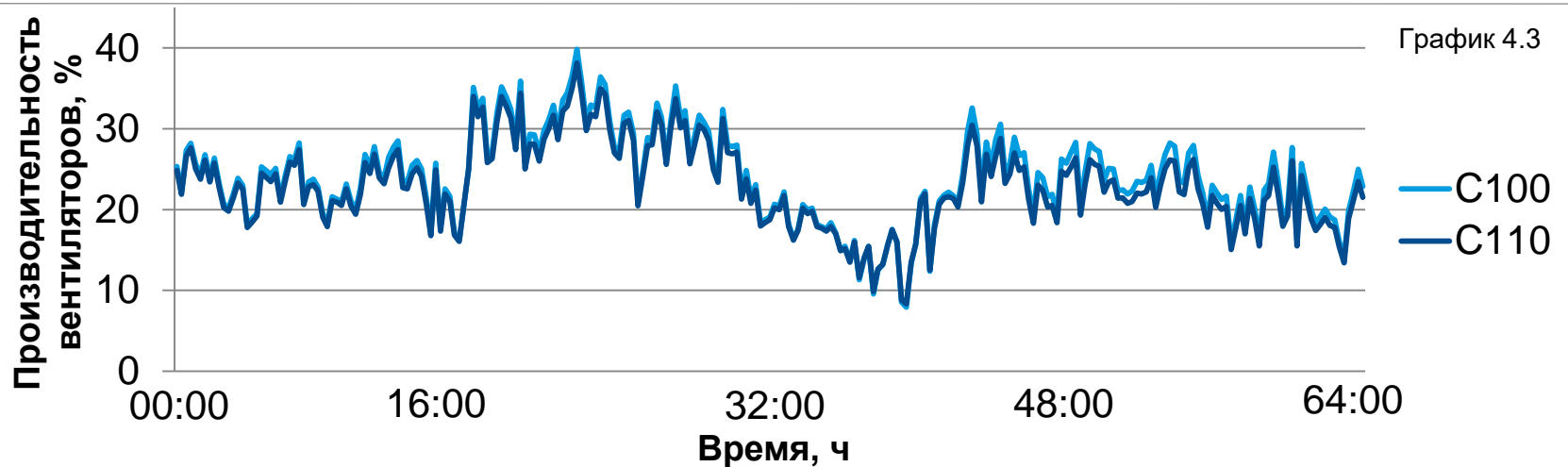
Циклический режим работы вентиляторов

Настройка ПИД-регулятора частотных преобразователей вентиляторов

(Выполнено)

- уменьшение нагрузки на электродвигатели вентиляторов;
- снижение потребляемой мощности.

## 5. Система конденсации



- Средняя зафиксированная температура во время проведения аудита: +10,7 °C



- Среднегодовая температура в г. Ступино: +4,0 °C



**Переразмеренность системы конденсации**

«Плавающее» давление конденсации



- Адаптивный режим работы вентиляторов конденсаторов



Экономия – 5% от энергопотребления на компрессорно-конденсаторном узле (семь холодных месяцев)

Итого: **443 144** рубля/год

### Вывод:

**!** Дисбаланс работы внутреннего и внешнего контуров

- ❖ - Перекачка нетребуемого расхода воды
- ❖ - Компенсация дополнительной теплоты при избыточной работе насоса

Итоговые потери за год:  
**383 959**  
рублей



### Техническое решение:

❖ *Установка расходомера на внутренний контур хладоносителя и частотных преобразователей на насосах внутреннего контура с доработкой алгоритма управления оборудованием*

❖ *Переход на одноконтурную схему подачи хладоносителя с использованием насосов внешнего контура*

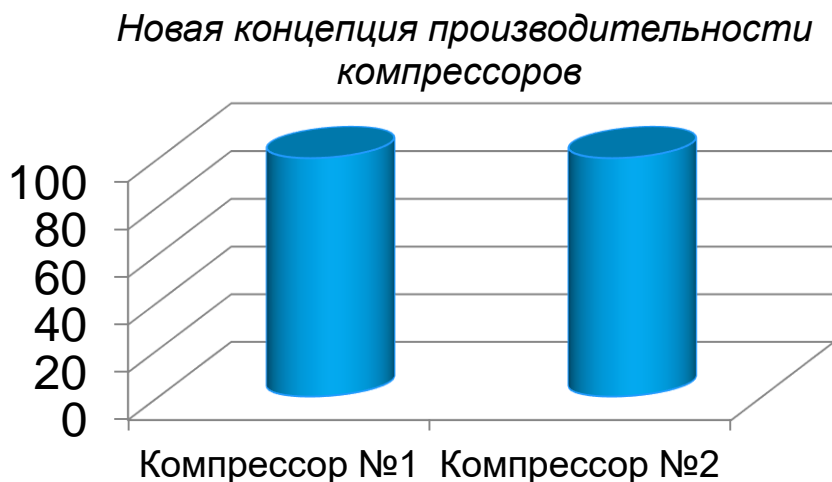


## 7. Блок компрессорных агрегатов



**!** Недозагруженность компрессоров:

- Заниженный холодильный коэффициент
- Низкая энергоэффективность
- Потери от недозагруженности составляют **1 476 022 руб.** в год



- ✓ Работа компрессоров в номинальном режиме
- ✓ Высокий холодильный коэффициент
- ✓ Высокая энергоэффективность

## 8. Технологические проблемы



**Затруднённый пуск второго компрессора “Grasso” при его простое более 30 часов во время работы компрессорного агрегата DuoPack (замасливание полости сжатия):**



**Аварийные остановки при «тяжелом» пуске замащенного компрессора**



**Дополнительные затраты времени на подготовку замащенного компрессора к работе**



*Техническое решение:*



*Внедрение программы автоматической ротации компрессоров по времени при продолжительной работе одного компрессора агрегата DuoPack*



*Внедрение программы автоматического управления и оптимизации при эксплуатации системы “Dry cooling”*



**Отсутствие системы оптимизации в работе контура “Dry cooling”:**



**Время включения и отключения, а также алгоритм работы определяется оператором, а не на основании автоматического расчёта границ эффективности включения и оптимальной работы**

GEA Refrigeration Technologies / «ГЕА  
Рефрижерейшн Рус» ООО



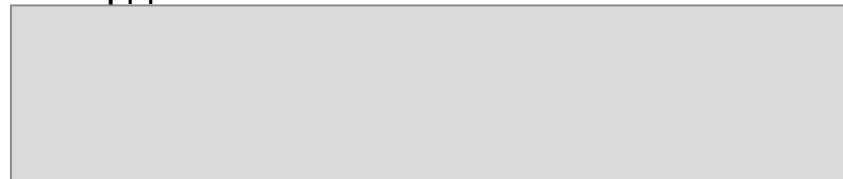
Разработал:

Инженер по энергоаудиту

Перевозчиков Д.В.

[Daniil.Perevozchikov@gea.com](mailto:Daniil.Perevozchikov@gea.com)

Утвердил:



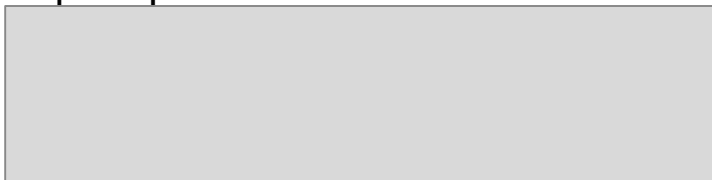
Semyonovsky val 6, bldg.1,  
105094 Moscow, Russia

Phone +7 495 7872016

Phone +7 495 7872011 Fax +7 495 7872012

[Service.Grasso@geagroup.com](mailto:Service.Grasso@geagroup.com)

Проверил:



The GEA logo is rendered in a bold, black, sans-serif font. A thick, black, curved line sweeps across the middle of the letters, starting from the left side of the 'G', passing through the 'E', and ending at the top of the 'A'. The background is a light blue gradient with a radial pattern of lines emanating from the center, creating a sense of motion and depth.

**GEA**

**engineering for a better world**

[www.geagroup.com](http://www.geagroup.com)