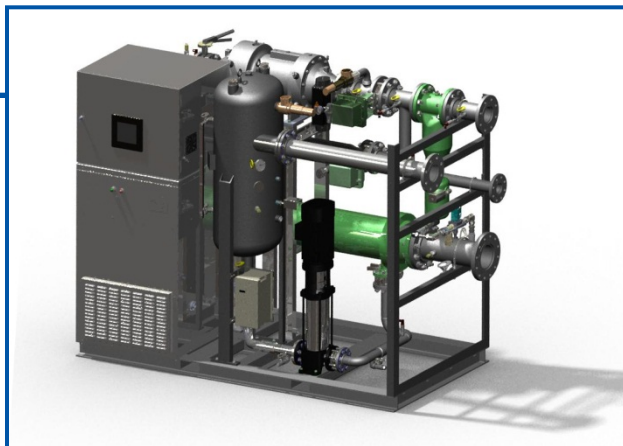
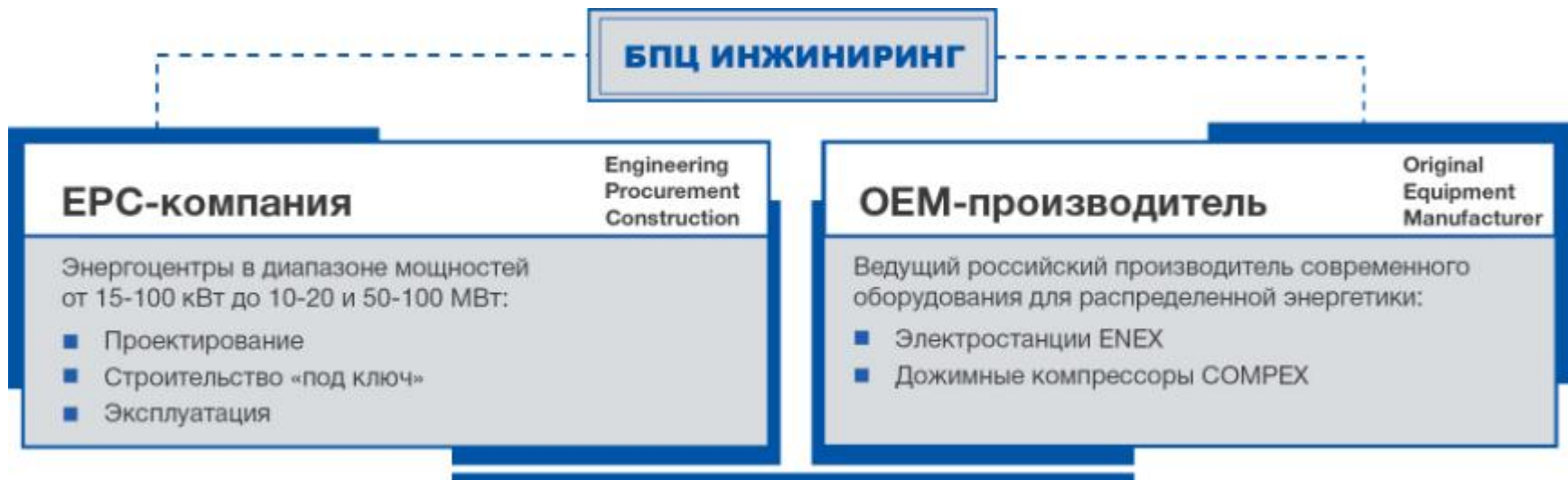


# Тепловой электрогенератор WHG50 и WHG125 Органический цикл Ренкина (ORC)





**БОЛЕЕ 12 ЛЕТ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ**

**БОЛЕЕ 250 РЕАЛИЗОВАННЫХ ПРОЕКТОВ**

- Собственное производство в Ярославской области
- Собственная система логистики и склад
- Предоставление энергокомплексов в аренду
- Гибкие схемы финансирования проектов
- Система менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001 – 2008

БПЦ ИНЖИНИРИНГ – эксклюзивный дистрибьютор компании  
Capstone Turbine Corporation (США)  
на территории России, СНГ и стран Прибалтики



### Энергетическое оборудование Capstone

Микротурбины  
Capstone C10, C15, C30, C65, C200, C1000

- Единичная мощность 10-1000 кВт

ORC-турбины WHG50 и WHG125

- Единичная мощность 50 и 125 кВт

Комплектные решения  
для гибридного транспорта  
на основе микротурбин  
Capstone C30, C65

- Единичная мощность 30 и 65 кВт

### Сферы применения

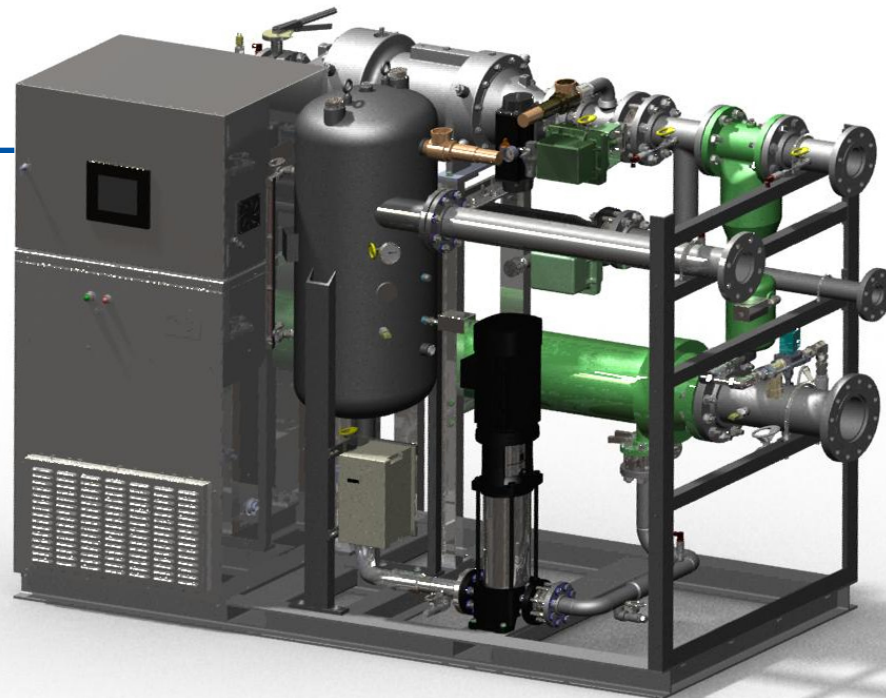
Автономные системы генерации  
электроэнергии и тепла

Автономные системы генерации  
электроэнергии

Экологически чистый транспорт

- Городской пассажирский транспорт:  
автобусы, микроавтобусы
- Грузовые автомобили
- Спецтехника
- Легковые автомобили

**Преобразование тепловых избытков, в том числе  
низкопотенциальных, в электроэнергию**



**Принцип действия:**  
Преобразование энергии рабочего тела в механическую работу (вращение вала ротора)



### ■ Газовые турбины

Рабочее тело – продукт горения смеси углеводородов и воздуха

### ■ Гидротурбины

Рабочее тело - вода

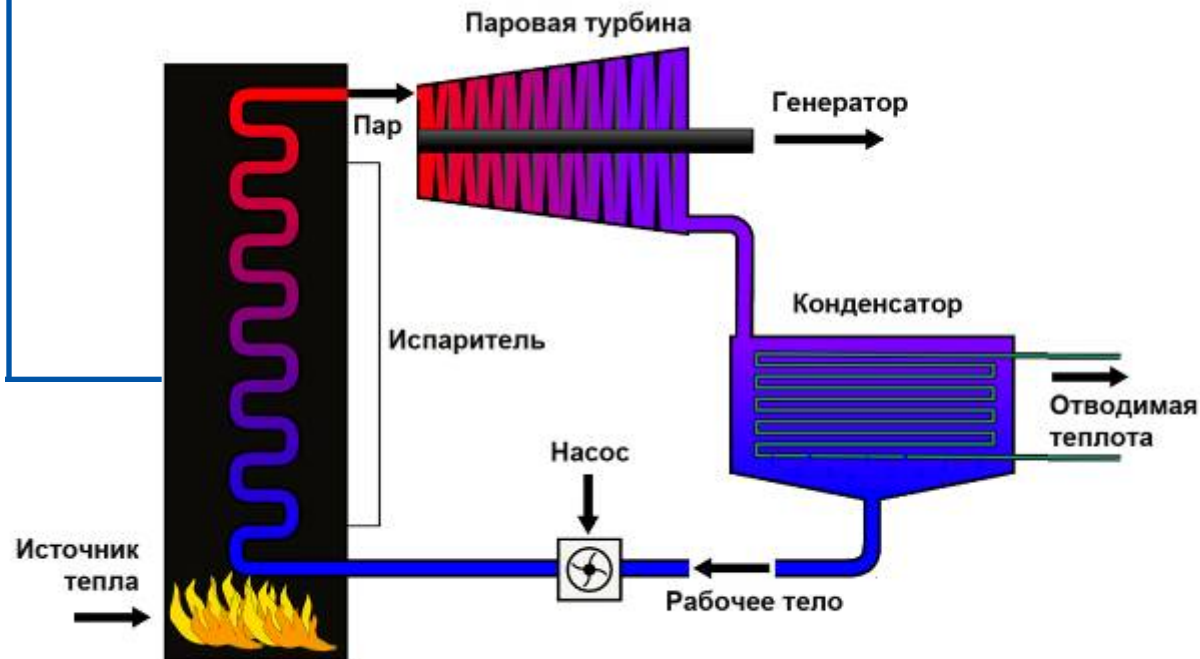
### ■ Паровые турбины

Цикл Ренкина – нагрев воды до состояния пара до подачи в турбину  
Рабочее тело - пар



## Органический цикл Ренкина (ORC)

- Требуются высокие температуры для получения рабочего состояния пара
- Высокая латентная теплота воды при фазовом переходе жидкость-пар



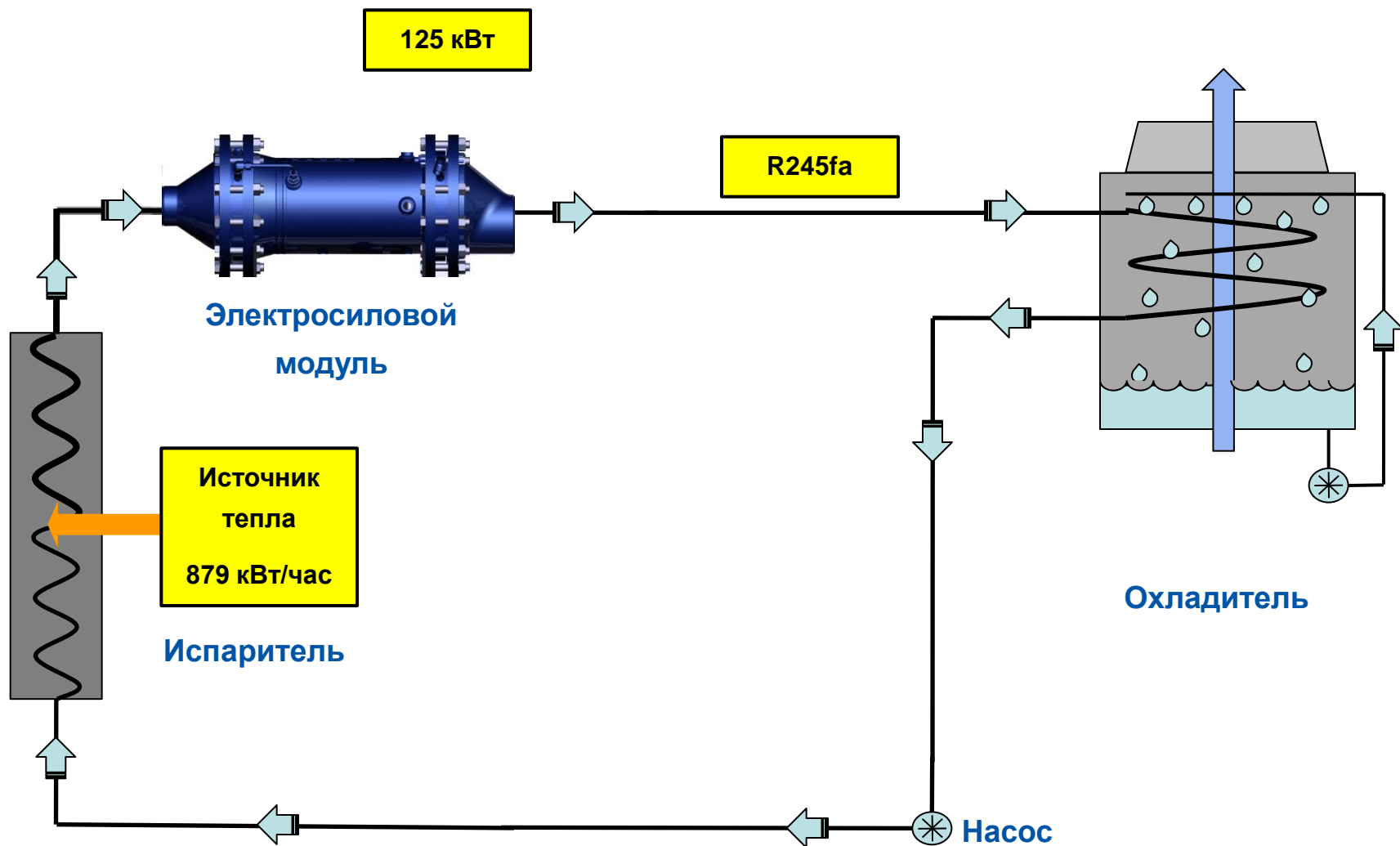
- Для утилизации низкотемпературных тепловых избытков требуется жидкость с температурой кипения ниже, чем у воды. Первоначально в качестве таких жидкостей использовались углеводороды, откуда и появилось название – органический
- Современные виды рабочего тела - пропан / пентан / толуол / HFC-R245fa
- Использование указанных жидкостей в качестве рабочего тела в ORC-цикле возможно благодаря более низкой температуре кипения

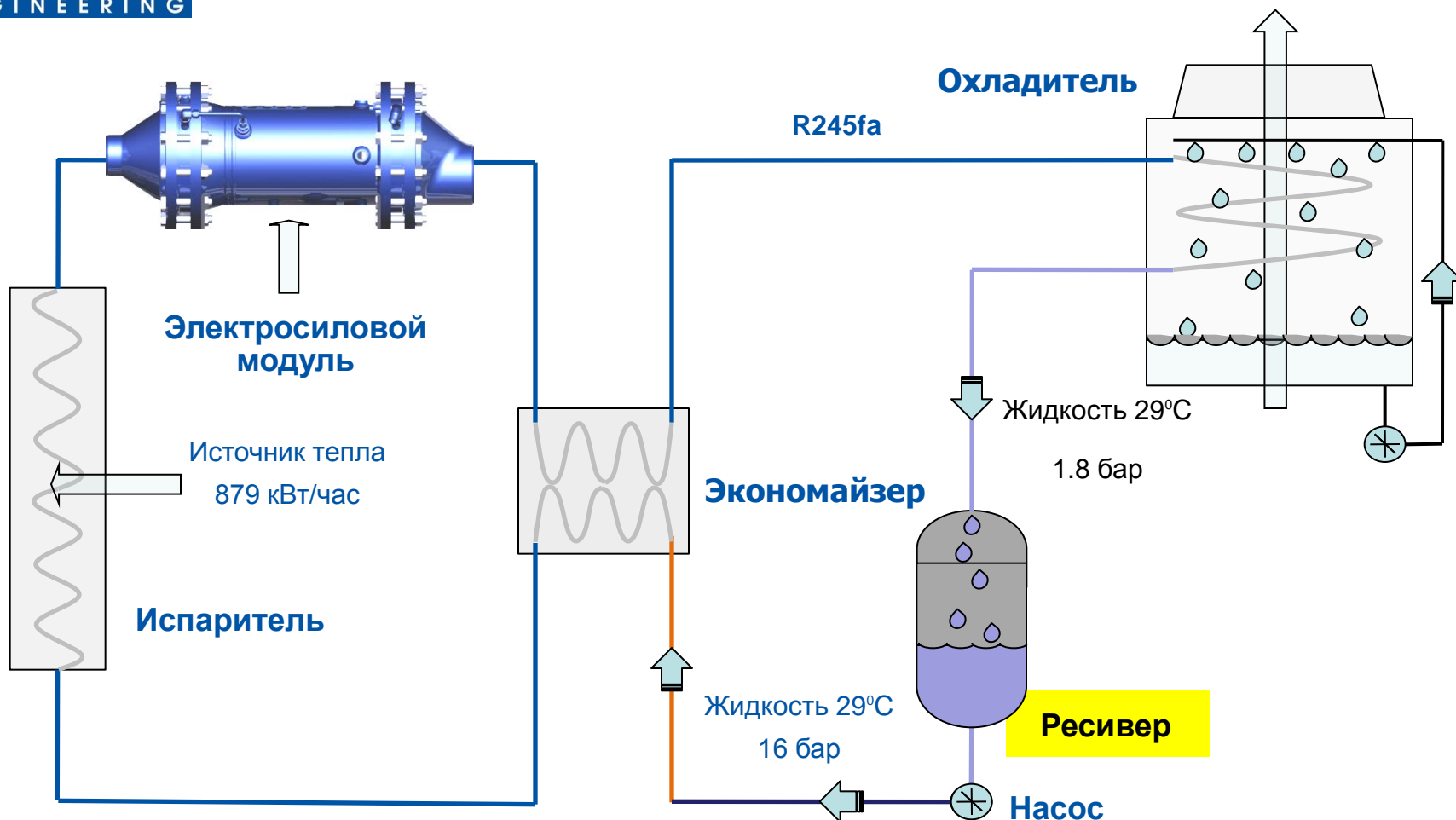
РАБОЧЕЕ ТЕЛО ДАВЛЕНИЕ	ВОДА	HFC-R245fa
1 бар	100 град.С	15.6 град.С
19.6 бар	212 град.С	121 град.С

- **Выхлоп дымовых газов микротурбин**
- **Дымовые и технологические газы производственных (сушка, нагрев) процессов**
- **Тепло из отходов**  
*Биомасса или биогаз – прямое сжигание или непрямой нагрев*
- **Тепло из местных источников топлива**  
*Торф, уголь, шахтный метан, попутный нефтяной газ*

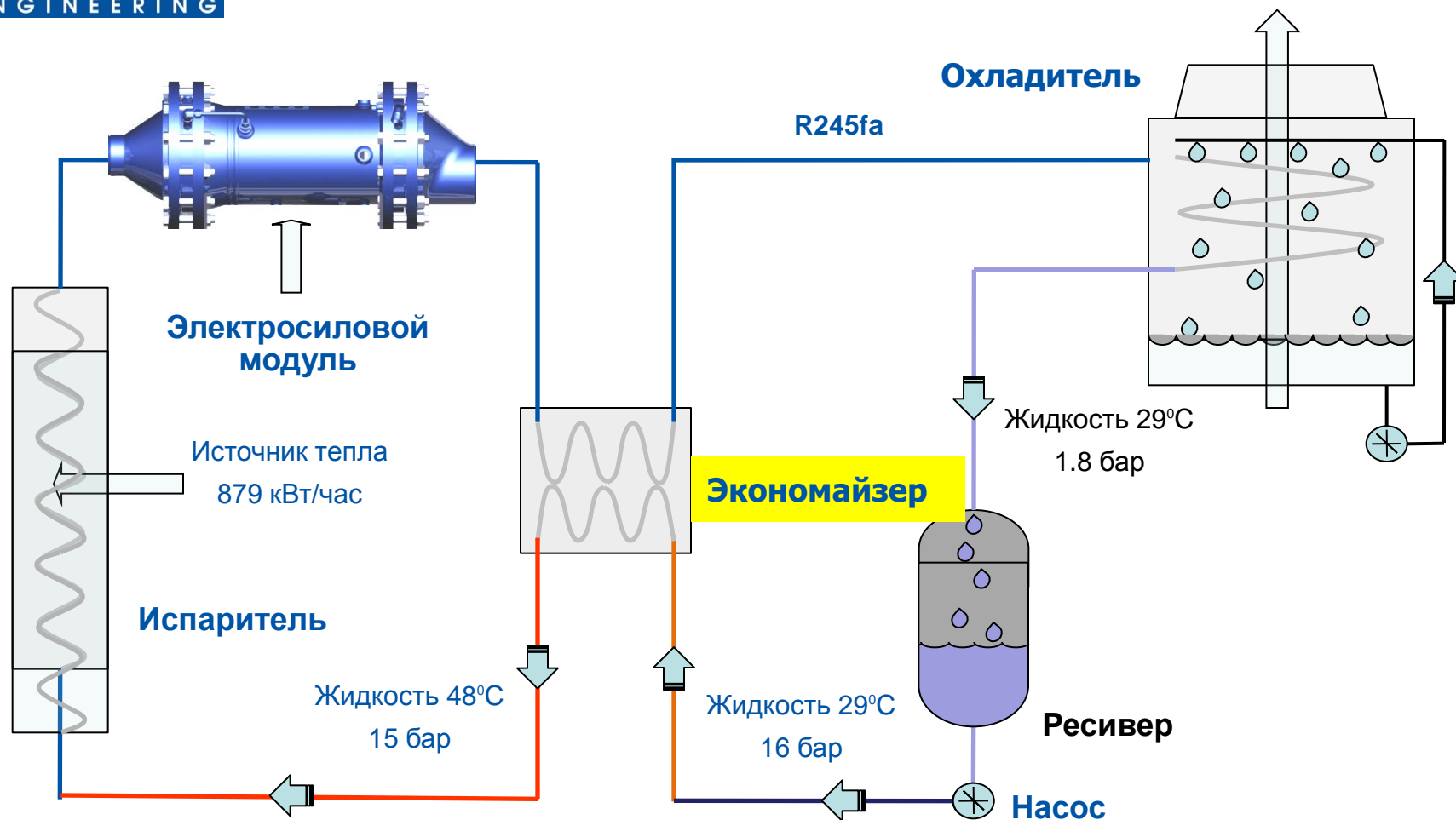


## Схема ОРС-системы Capstone WHG125

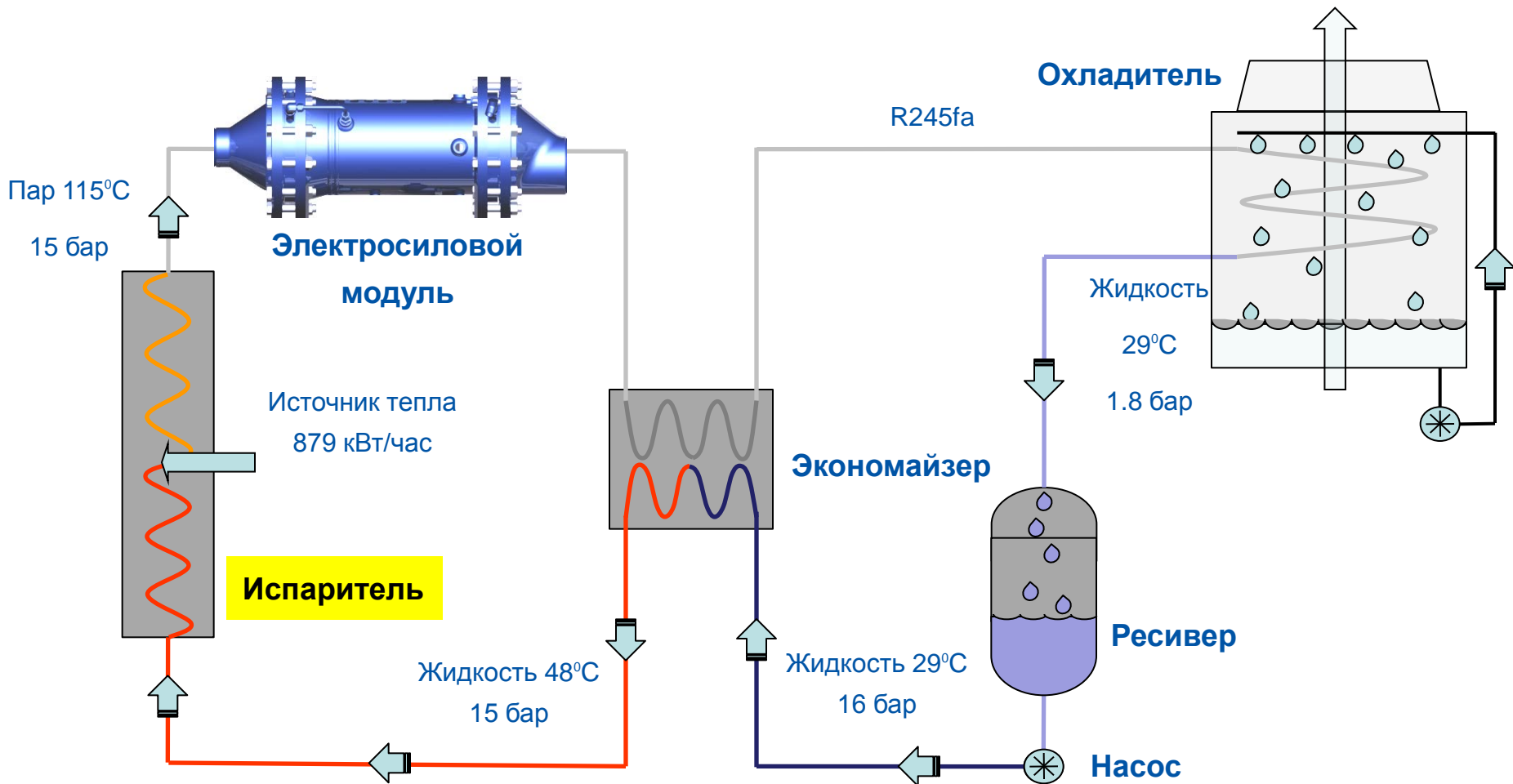




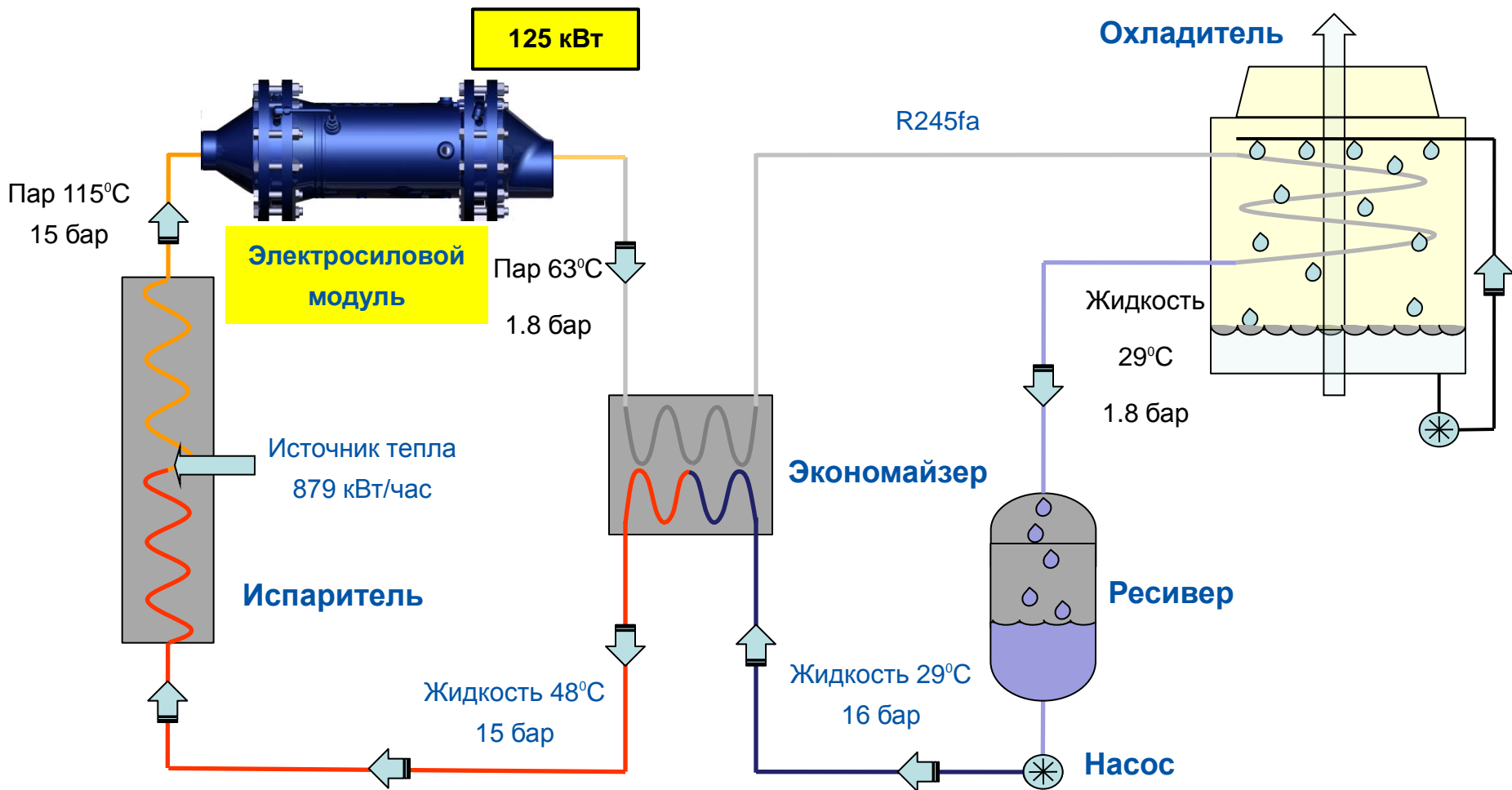
Рабочее тело в ресивере находится в жидком состоянии при температуре и давлении конденсации. Насос перекачивает R2345fa в испаритель, повышая давление



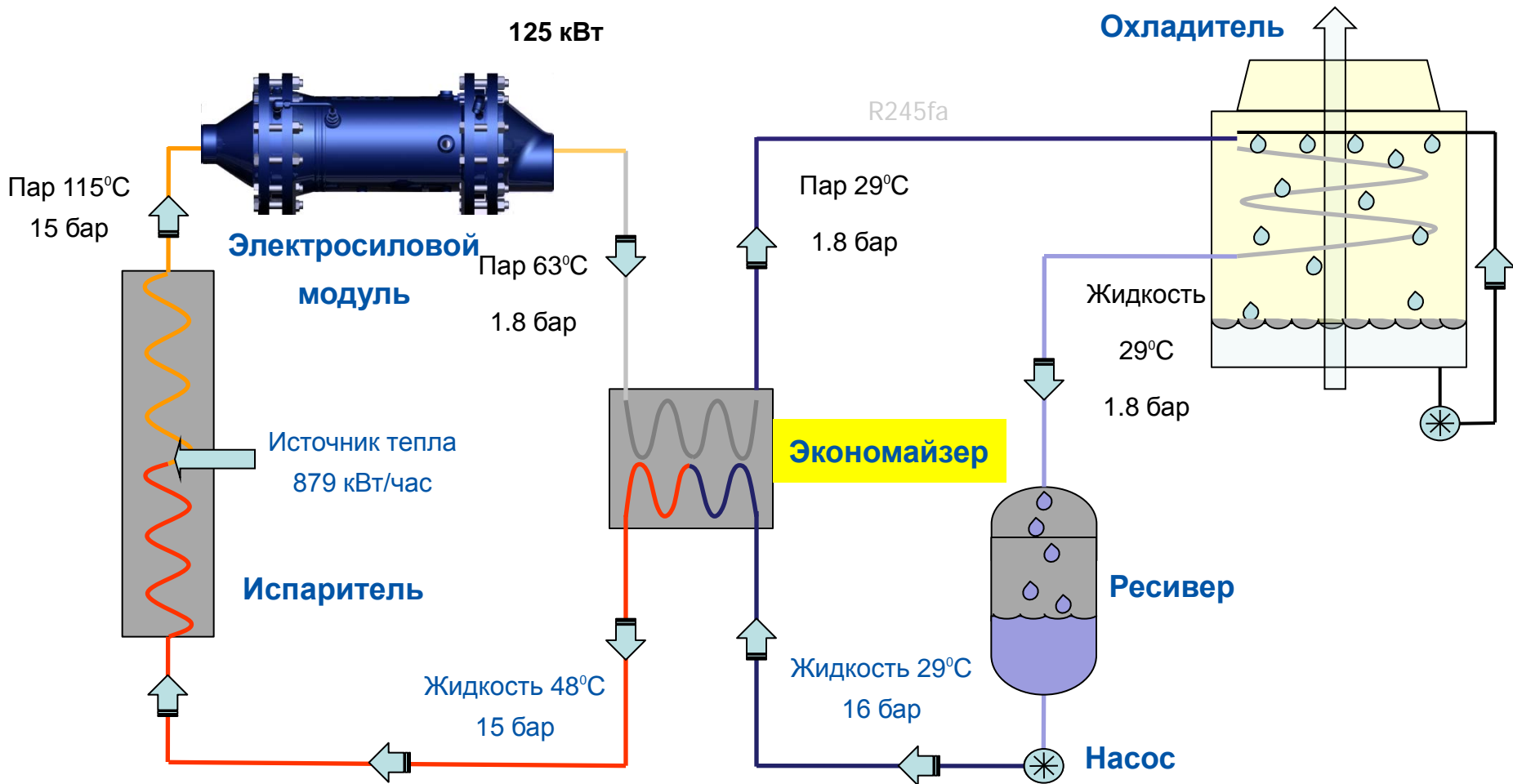
Рабочее тело проходит через экономайзер, нагреваясь теплом пара из электросилового модуля



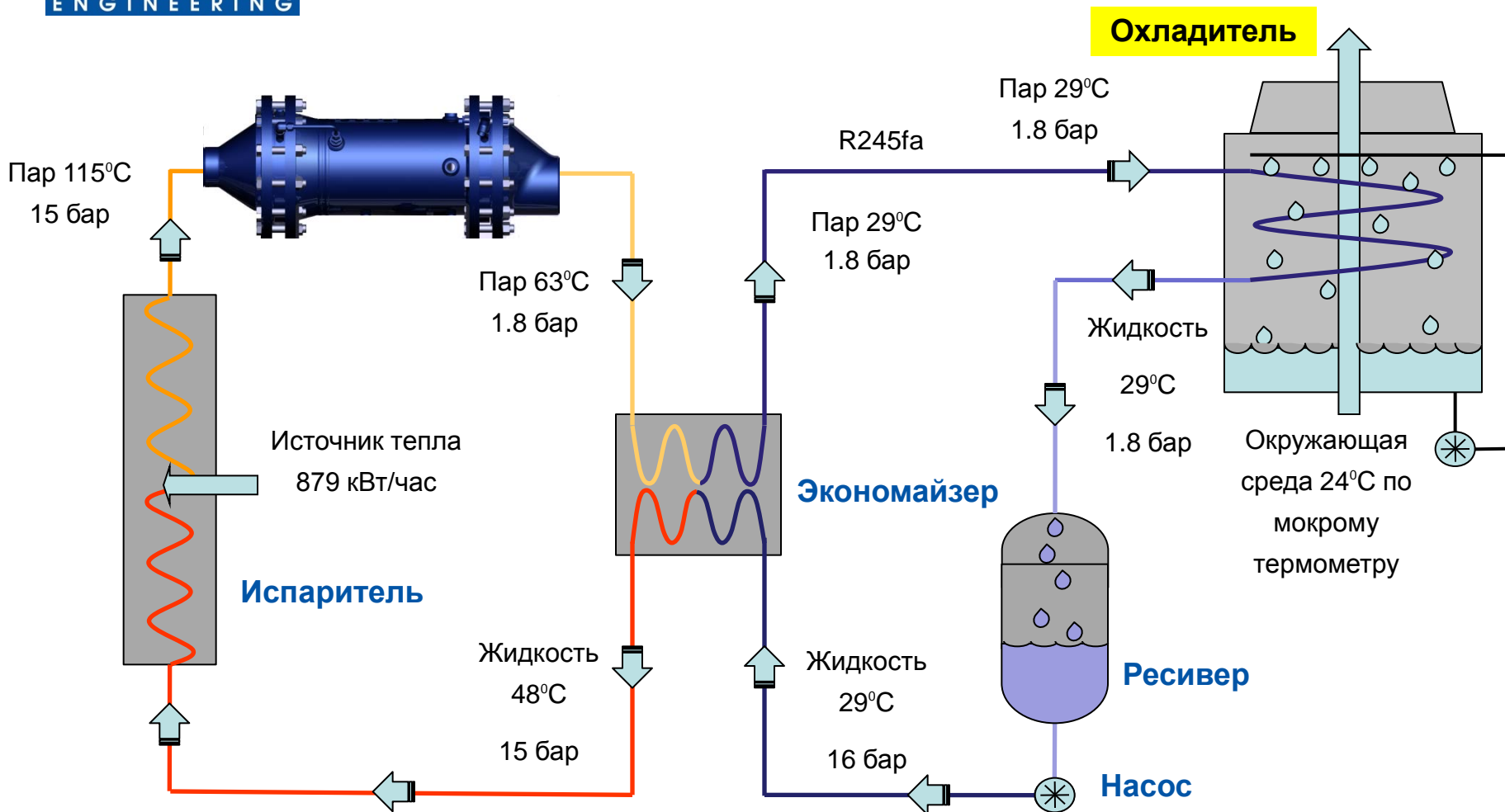
Рабочее тело попадает в испаритель, где происходит переход в паровую фазу за счет передачи тепла от внешнего источника



Рабочее тело в виде пара попадает в турбину в электросиловом блоке, на которой давление пара снижается до давления конденсации, приводя в движение ротор с электрогенератором



Выполнив работу в электросиловом блоке, рабочее тело все еще содержит большое количество тепла, часть которого передается жидкой фазе в экономайзере для повышения эффективности работы системы в целом



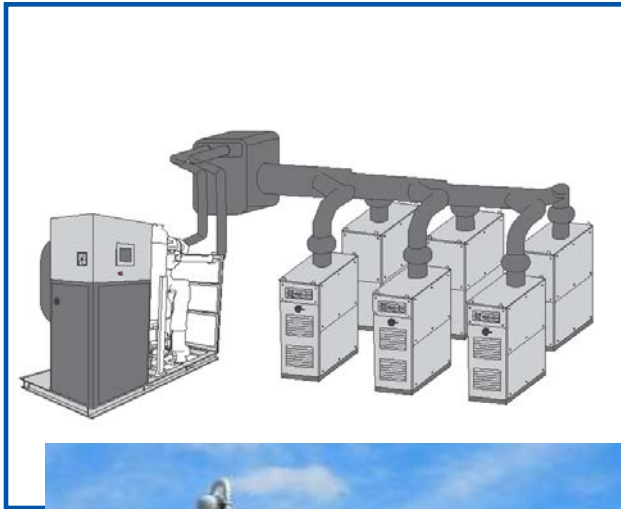
Рабочее тело в парообразном состоянии попадает в охладитель, где конденсируется в жидкость, после чего стекает в резервуар для повторного использования в цикле

## Выхлоп микротурбин

- Утилизация тепла  
дымовых газов

## Промышленные выбросы

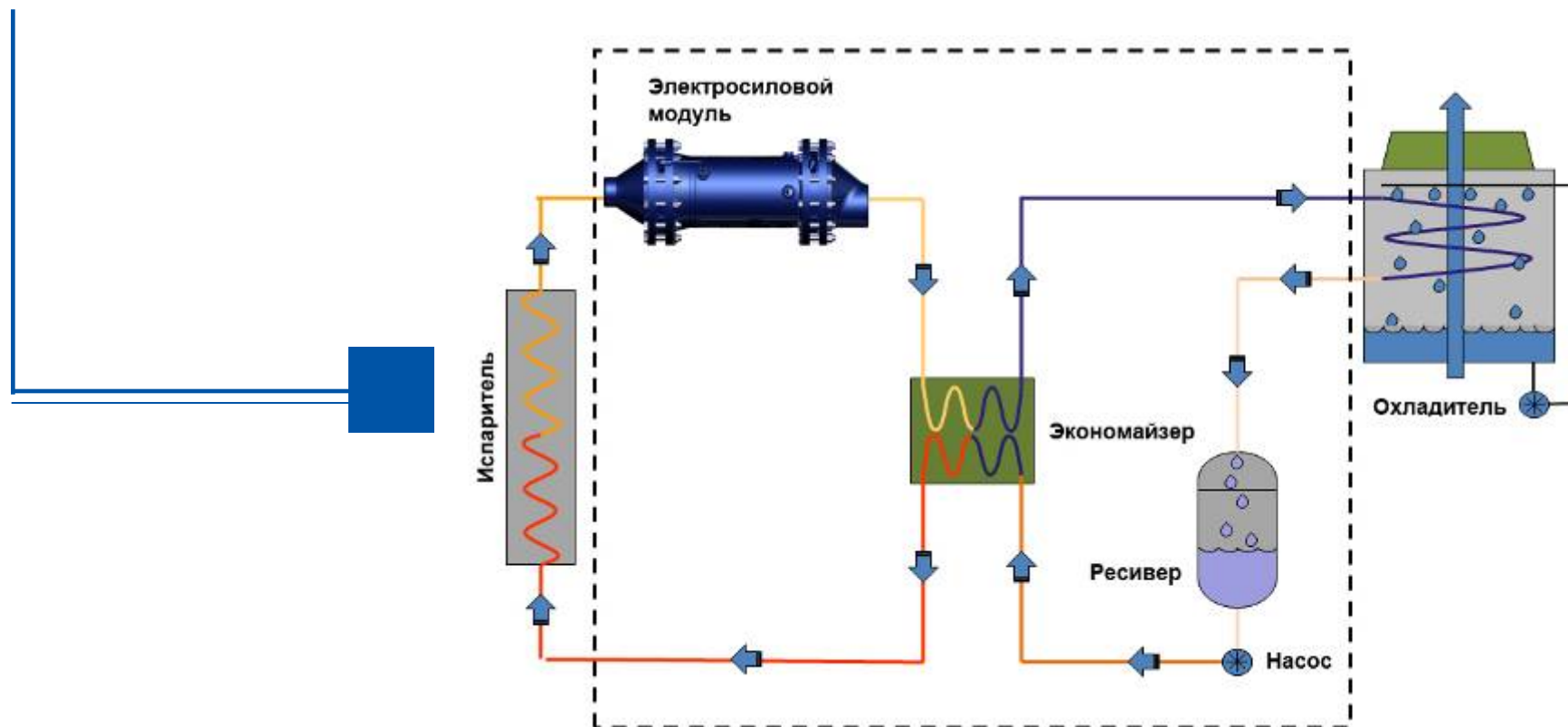
- Химия
- Печи
- Сушильни
- Котельные





### Стандартный комплект Capstone WHG125 включает:

- Электросилового модуль, систему управления, экономайзер, ресивер, насос (граница поставки указана пунктирной линией)
- Испаритель и охладитель поставляются отдельно по проекту



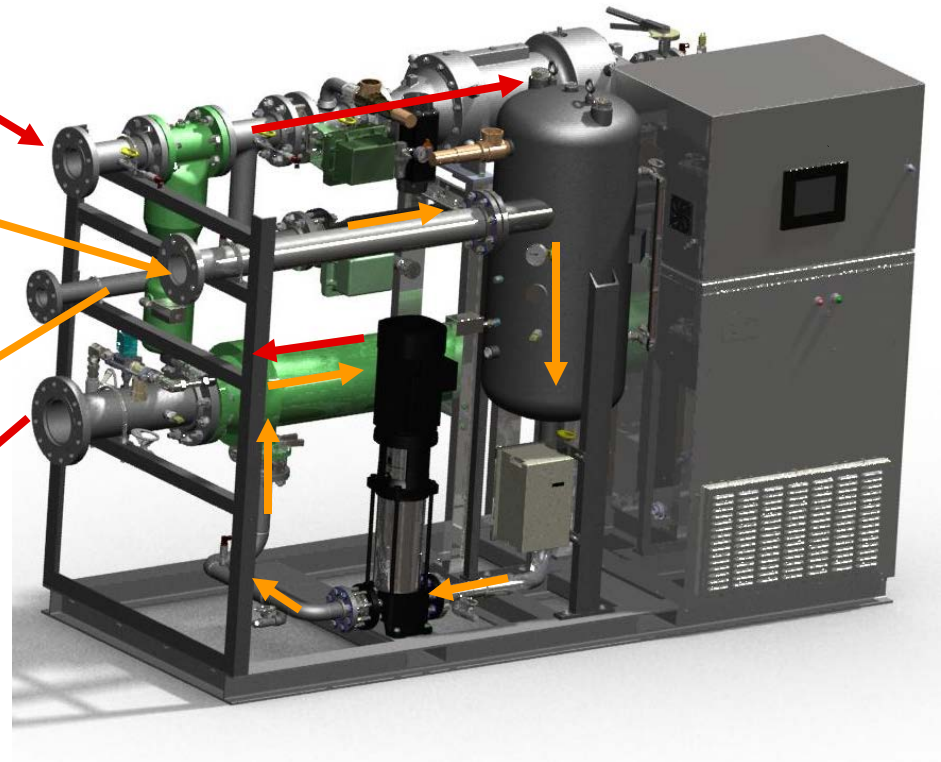
## Присоединение коммуникаций

Пар от испарителя

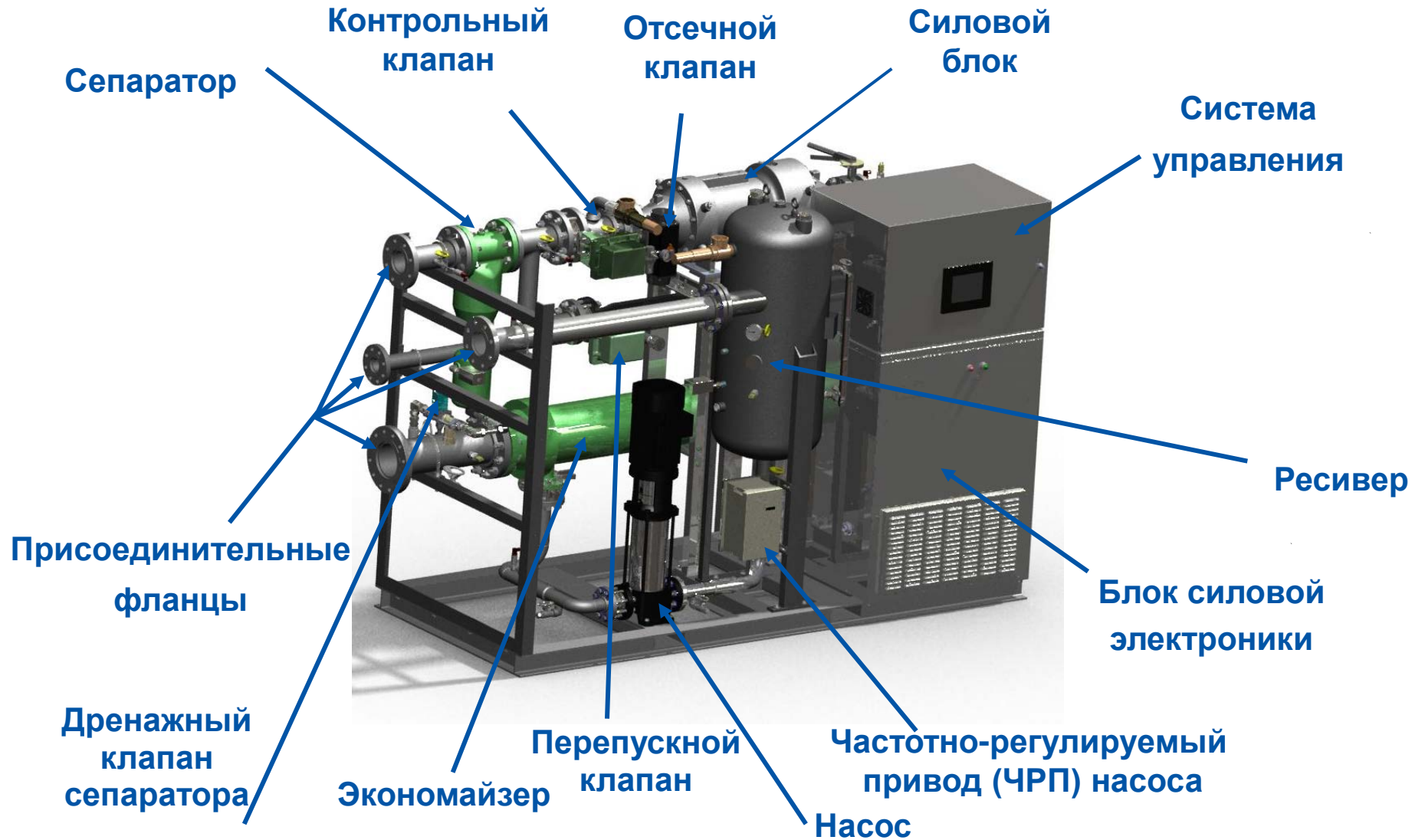
Жидкость из охладителя

Подогретая жидкость в испаритель

Горячий пар в охладитель



## Компоненты WHG125



## Техническая спецификация WHG125

### Турбина и генератор

- Герметичный силовой блок
- Магнитные подшипники
- 26 500 об/мин, отсутствие вибрации

### Силовая электроника – 125 кВт

- Режим работы параллельно с сетью
- 400В, 3 фазы, 3-х проводное соединение, 50 Гц

### Рабочее тело – HFC-R245fa

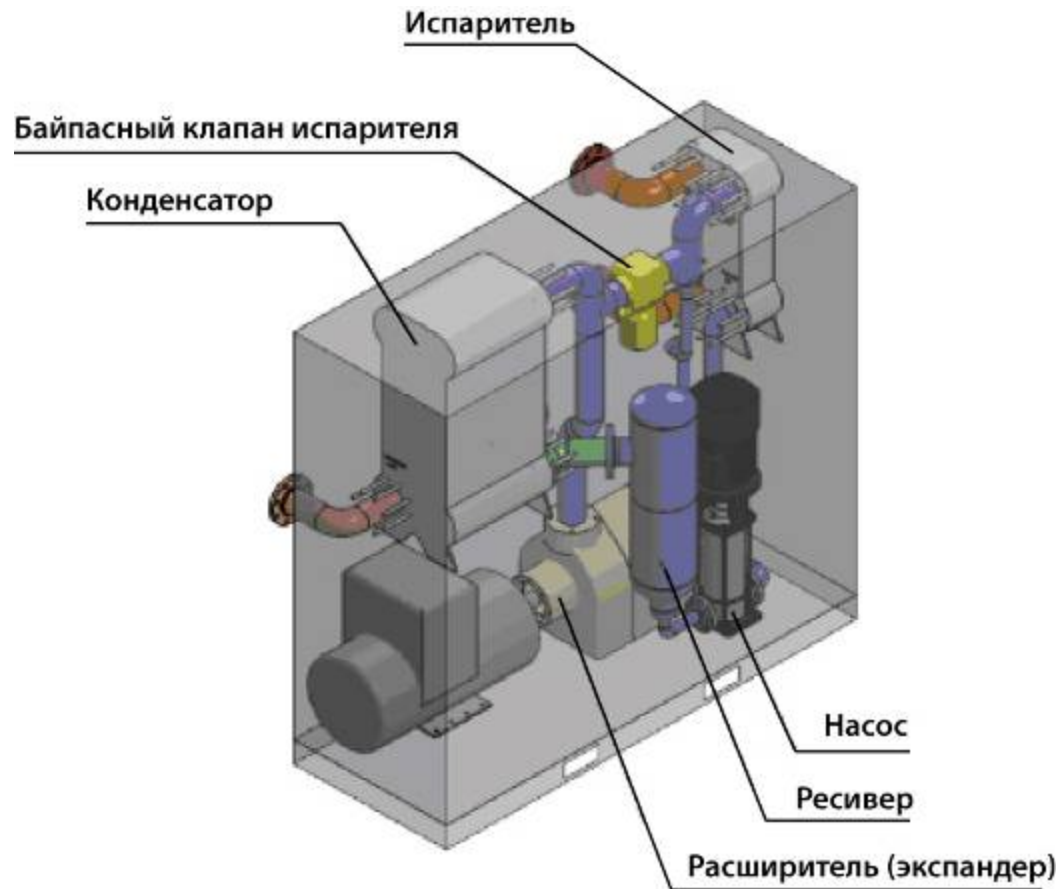
- Стандартный продукт компании Honeywell, безопасный и экологически чистый. Полная заправка Capstone WHG125 составляет 500 кг

Сухой вес – 3,150 кг

Габариты – 115x280x200 (ширина x длина x высота)



## Компоненты WHG50



<b>Выходная мощность</b>	50 кВт
<b>Теплоподвод</b>	Минимум 87°C / 410кВт при 50-60 Гц* *Зависит от температуры конденсации
<b>Расход</b>	114 л/мин
<b>Температура</b>	88°C на выходе испарителя
<b>Давление</b>	9,6 бар на входе в испаритель
<b>Хладагент</b>	Экологически чистый R245fa Плотность жидкости 83,58 фунтов/фут3
<b>Расширитель</b>	Запатентованная модель собственного производства
<b>Управление</b>	Посредством ПЛК-контроллера
<b>Удаленный мониторинг</b>	Через интернет
<b>Тип генератора</b>	Одно- или трехфазный 50 или 60Гц с регулируемым напряжением
<b>Размеры установки</b>	Длина– 2388мм Высота–2235мм Ширина – 889мм
<b>Международные сертификаты</b>	CE – Директива ЕС по напорному оборудованию Директива ЕС по механическому оборудованию Директива ЕС по низковольтному оборудованию UL – NFPA 79 CSA ASME

## Испаритель



Передаёт тепловую энергию источника теплоизбытков рабочему телу, которое переходит в парообразное состояние

### ВИДЫ ИСПАРИТЕЛЕЙ:

#### ПРЯМОЙ:

тепло передается непосредственно от источника рабочему телу

- *Наилучший вариант для микротурбин – чистый выхлоп, относительно низкая температура дымовых газов*
- *Источник тепла должен находиться вблизи ORC-установки*

#### НЕПРЯМОЙ:

для передачи тепла рабочему телу используется промежуточный теплоноситель (термомасло, перегретая вода, водяной пар)

- *Требуется дополнительное оборудование*
- *Больше потерь при передаче тепла*
- *Подходит для удаленных источников тепла*



## Охладитель



Отводит латентное тепло от рабочего тела, возвращая его в жидкое состояние

### ВИДЫ ОХЛАДИТЕЛЕЙ:

#### ПРЯМОЙ:

пар проходит через теплообменник, рассеивающий тепло непосредственно в окружающую среду

#### НЕПРЯМОЙ:

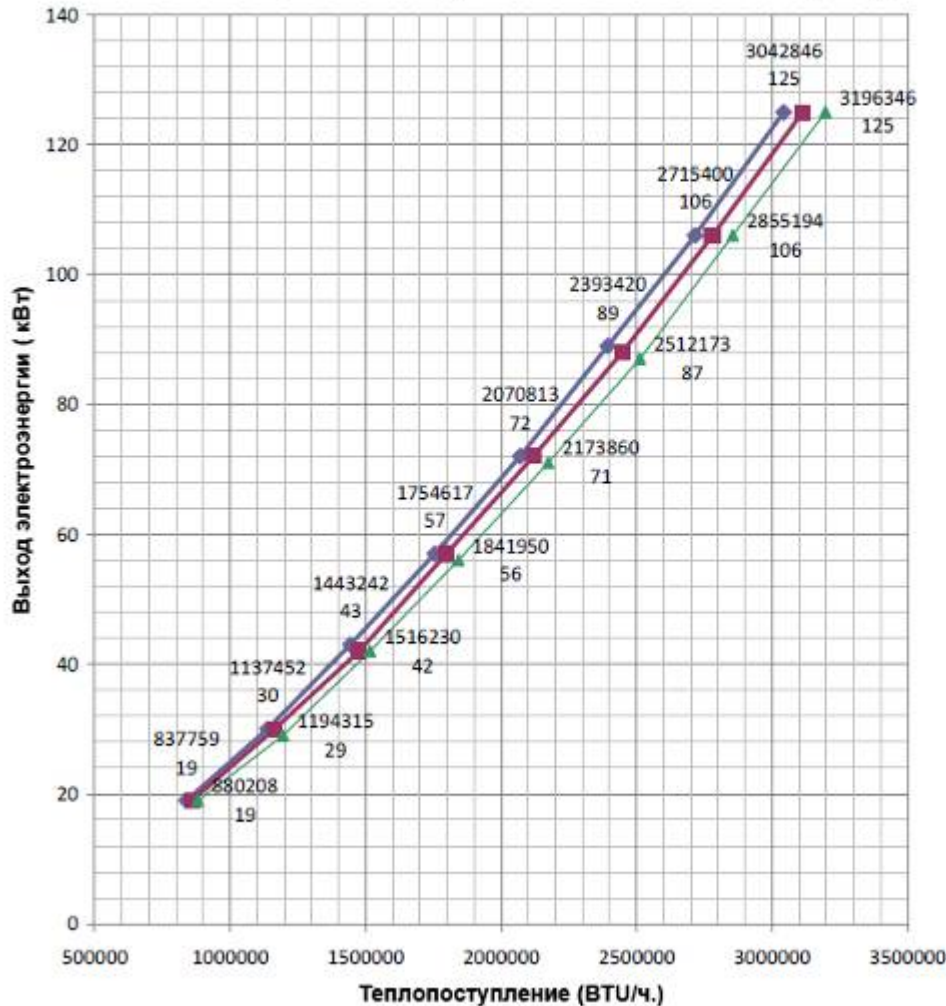
используется промежуточный теплоноситель (например, вода), которому в теплообменнике передается тепло от рабочего тела

- *Градирни мокрые, градирни сухие вентиляторные, испарительные конденсаторы, естественные водоемы, грунтовые воды*



- **Испаритель и охладитель должны размещаться на расстоянии не более 15м от WHG125**
  - *Минимальная длина трубопровода для циркуляции рабочего тела сокращает потери и количество R245fa*
- **Охладитель должен быть размещен выше по уровню относительно турбины**
- **Чистота внутренней части трубопроводов с R245fa**
  - **важный фактор надежной работы системы**

## Зависимость вырабатываемой электроэнергии от теплоступления при постоянных температурах конденсации



Температуры конденсации:

- 70F
- 80F
- ▲— 90F

■ Больше тепла требуется в случае увеличения температуры конденсации

■ Расчет охладителя производится на климатические условия места установки

### Архитектура WHG125 очень близка к газовым микротурбинам Capstone:

- **Высокоскоростной электрогенератор**
- **Магнитные подшипники**
- **Силовая электроника (блок инвертирования)**
- **Отсутствие смазочных материалов**
- **Отсутствие редуктора и муфты**
- **Диапазон регулирования от 5% до номинала**
- **Герметичность системы**
- **Единственная движущаяся часть – ротор турбины**
- **Модульность, объединение в кластеры для увеличения мощности**

**Использование теплоизбытков  
для генерации увеличивает эффективность  
энергетической системы в целом**

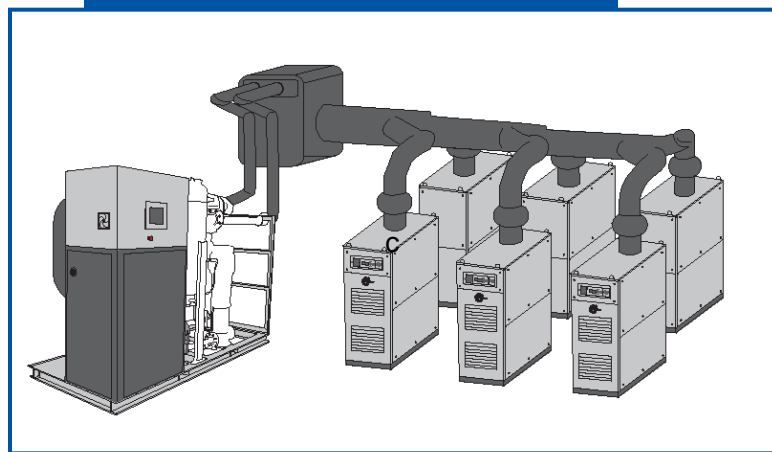
**Низкопотенциальное тепло  
неприменимо для других типов  
генерации энергии и обычно  
рассеивается в атмосферу**

**Пример комплектного решения на базе  
6-ти микротурбин C65 и ORC-турбины WHG125:**

- **Выработка 390 кВт с эффективностью 29%**
- **Добавление WHG125 увеличивает выработку электроэнергии на 125 кВт – до уровня 515 кВт без использования дополнительного топлива**
- **Новый уровень эффективности = 38%**
- **Без увеличения эмиссии вредных веществ**

## Типовой комплект поставки

- 6...8 микротурбин Capstone C65
- 1 ORC-турбина Capstone WHG125
- 1 коллектор дымовых газов и воздушно-жидкостной теплообменник
- 1 охладитель (градирня)



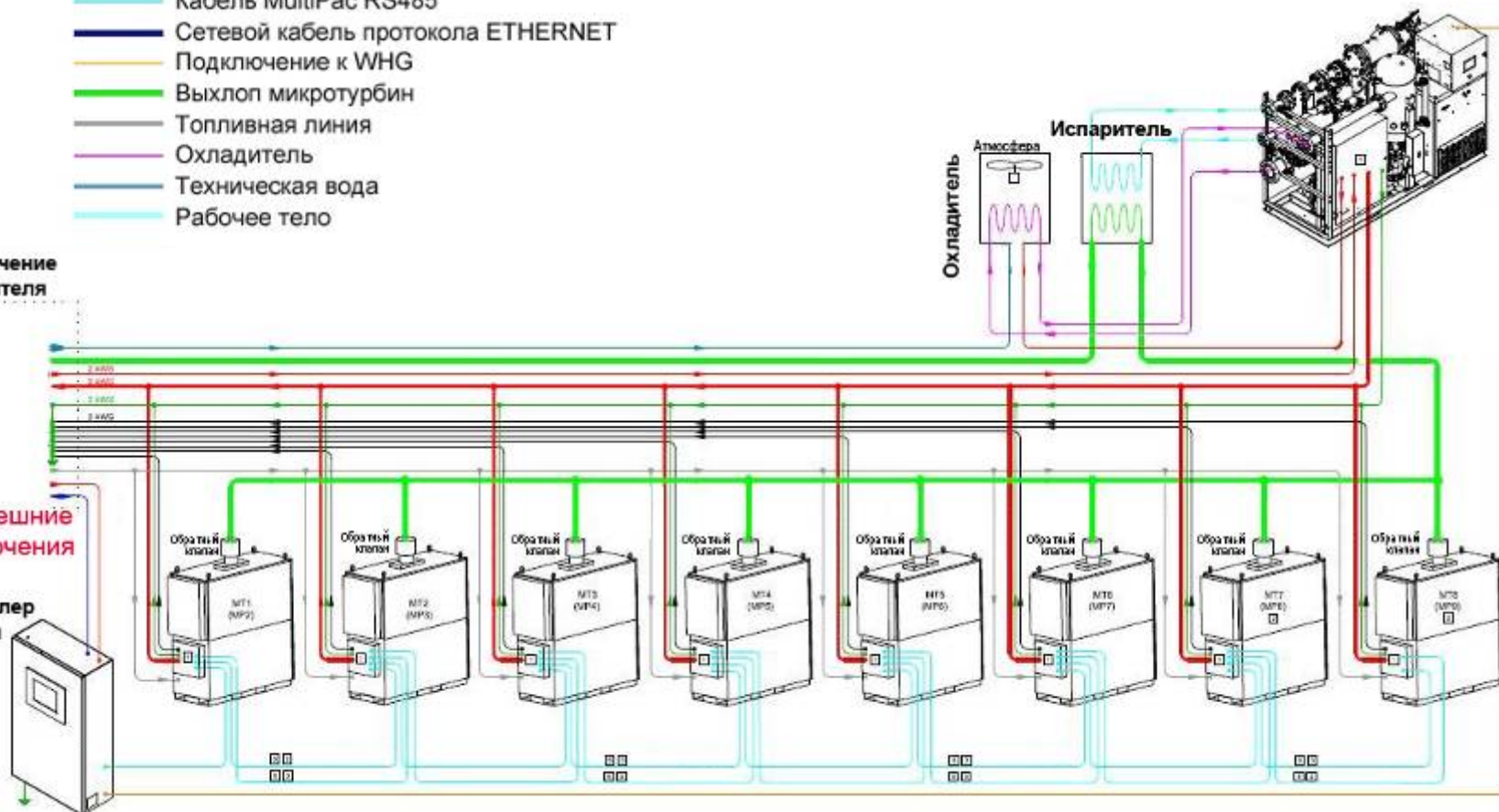
## Условные обозначения

- Электроэнергия к нагрузке, 480В AC, 3-фазный ток
- Заземление
- Нейтраль
- Кабель MultiPac коаксиальный
- Кабель MultiPac RS485
- Сетевой кабель протокола ETHERNET
- Подключение к WHG
- Выхлоп микротурбин
- Топливная линия
- Охладитель
- Техническая вода
- Рабочее тело

Подключение потребителя

Все внешние подключения

Контроллер системы



---

# Практический опыт применения ORC-турбин Capstone WHG125

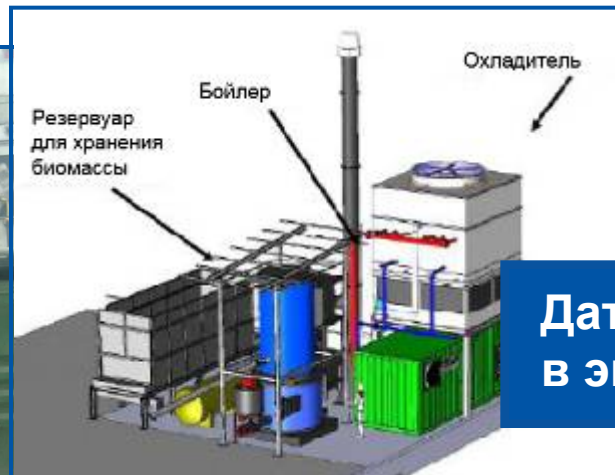
**Расположение:** Бургос, Испания

**Техническое решение:**

- термомасляный котел для сжигания растительной биомассы и древесных отходов
- одна ORC-турбина WHG125

**Технологическое решение:**

- не прямое испарение (термомасло)
- не прямое охлаждение (мокрая градирня)



**Дата ввода  
в эксплуатацию: 03.2010**



## Реализованные проекты на основе WHG125

**Расположение:** Тревизо, Италия

**Техническое решение:**

- паровой котел, работающий на отходах лесопильного производства
- одна ORC-турбина WHG125

**Технологическое решение:**

- не прямое испарение (пар)
- не прямое охлаждение (общая градирня на производстве)



**Дата ввода  
в эксплуатацию: 03.2010**

## Реализованные проекты на основе WHG125

**Расположение:** Камник, Словения

**Техническое решение:**

- паровой котел, топливо – отходы переработки
- 4 ORC-турбины WHG125 параллельно

**Технологическое решение:**

- не прямое испарение (пар)
- не прямое охлаждение (водоем)



**Дата ввода в эксплуатацию: 07.2010**

## Реализованные проекты на основе WHG125

**Расположение:** Висконсин, США

**Техническое решение:**

- водогрейный котел на отходах производства соевых бобовых
- одна ORC-турбина WHG125

**Технологическое решение:**

- не прямой нагрев (перегретая вода)
- не прямое охлаждение (мокрая градирня)



**Дата ввода в эксплуатацию: 07.2010**

## Реализованные проекты на основе WHG125

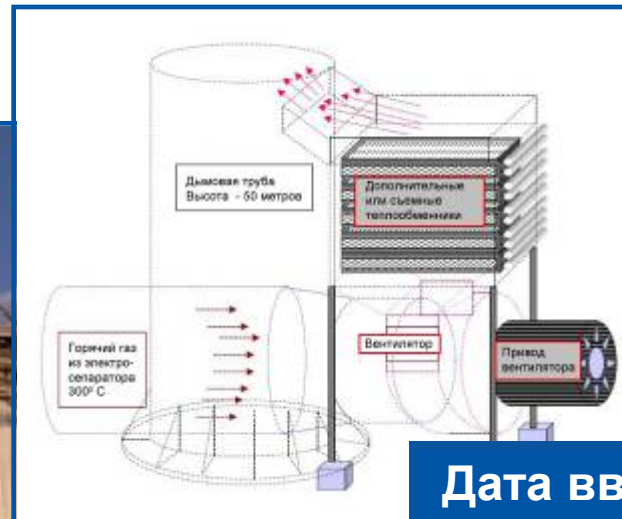
**Расположение:** Израиль

**Техническое решение:**

- теплоизбытки промышленного предприятия
- одна ORC-турбина WHG125

**Технологическое решение:**

- не прямой нагрев (перегретая вода)
- не прямое охлаждение (мокрая градирня)



**Дата ввода в эксплуатацию:  
в процессе пуско-наладки**

## Реализованные проекты на основе WHG125

**Расположение:** Кона, Гавайи

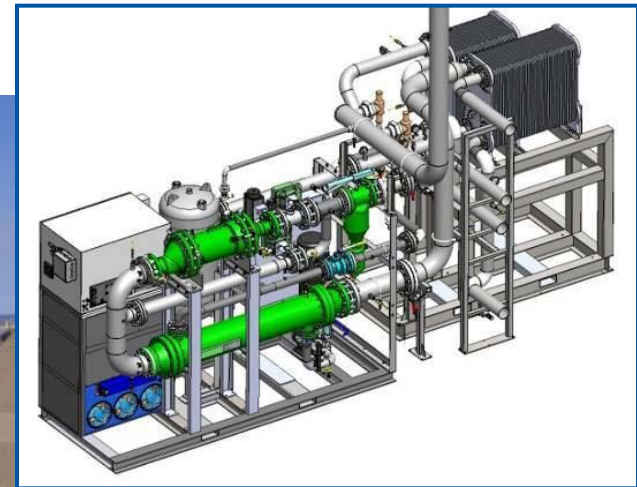
**Источник тепла:**

- солнечные коллекторы, контейнерный вариант поставки

**Технологическое решение:**

- не прямой нагрев (термомасло)
- не прямое охлаждение (морская вода)

**Дата ввода в эксплуатацию:  
в процессе пуско-наладки**





## **БПЦ Инжиниринг**

**109028, Россия, Москва,  
ул. Земляной Вал, д. 50А/8, стр. 2**

**Тел.: +7 (495) 780-31-65**

**Факс: +7 (495) 780-31-67**

**E-mail: [energy@bpc.ru](mailto:energy@bpc.ru)  
<http://www.bpcenergy.ru>**

