



Quality&Speed



Expertise



Innovation



Regionalization

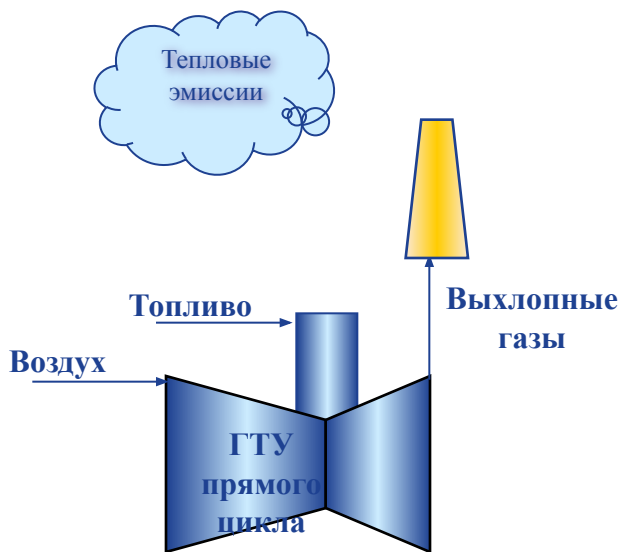
**Снижение выбросов CO<sub>2</sub> за счет повышения общей эффективности термодинамического цикла газотурбинной установки**

**Андреа Буррато**

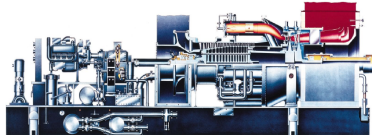


GE imagination at work

# Зачем нам терять тепло?



Газовая турбина



## Вариант 1

Выброс в атмосферу... нулевая выгода

## Вариант 2

Утилизация:

- Производство электроэнергии: прибыль за счет продаж электроэнергии
- Повышение эффективности использования энергии газа (продуктов сгорания) на эксплуатирующихся установках
- Обеспечение соответствия нормам по атмосферным выбросам CO<sub>2</sub>
- Повышение общего КПД

ORegen<sup>T</sup>  
M



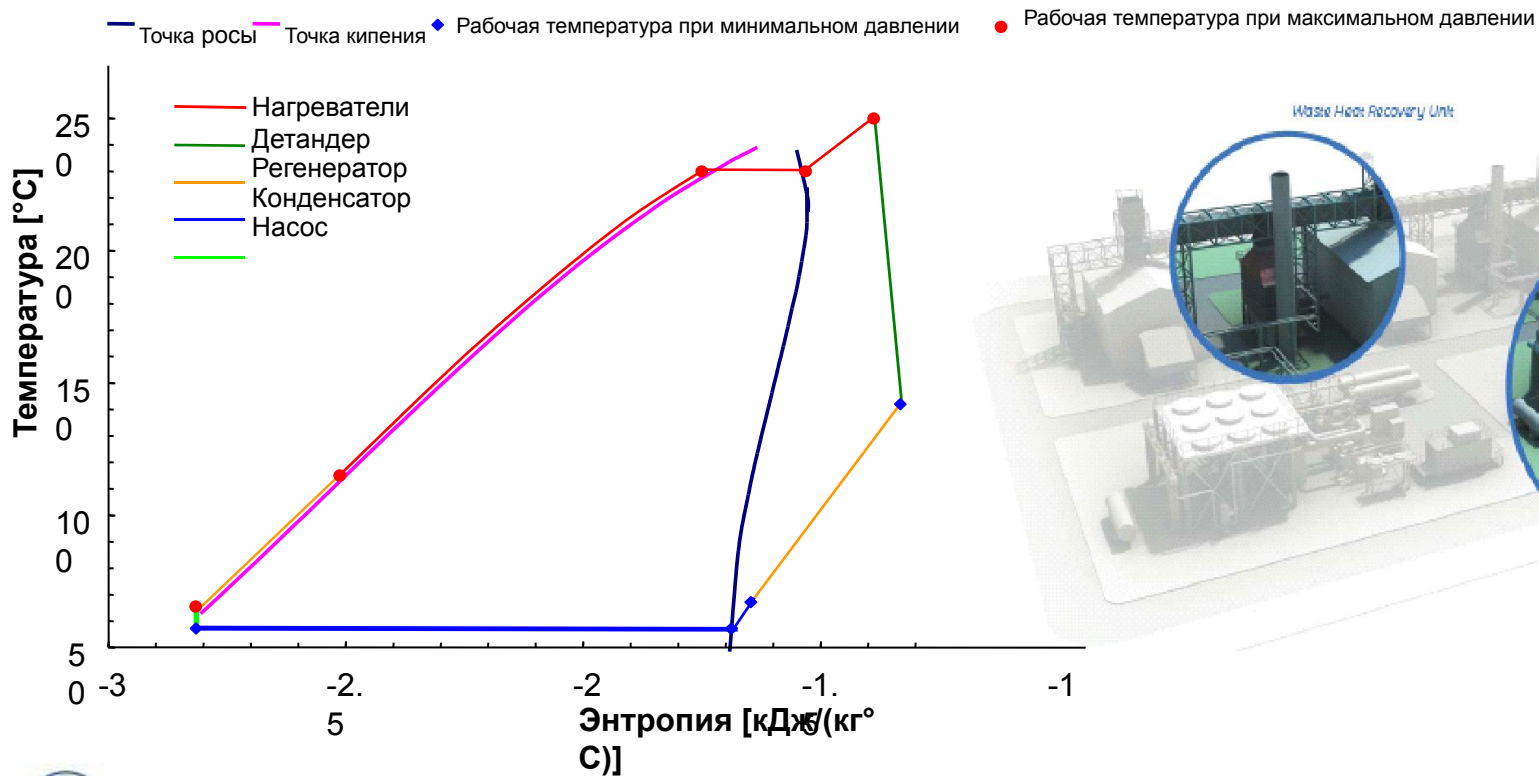
Получение максимальной прибыли от эксплуатации ГТУ за счет роста КПД установок

77% эксплуатирующихся установок работают по прямому циклу

# Концепция ORC

«Органический» цикл Ренкина представляет собой циклический термодинамический процесс, основанный на классическом цикле Ренкина с использованием органической рабочей жидкости

## Диаграмма T-S

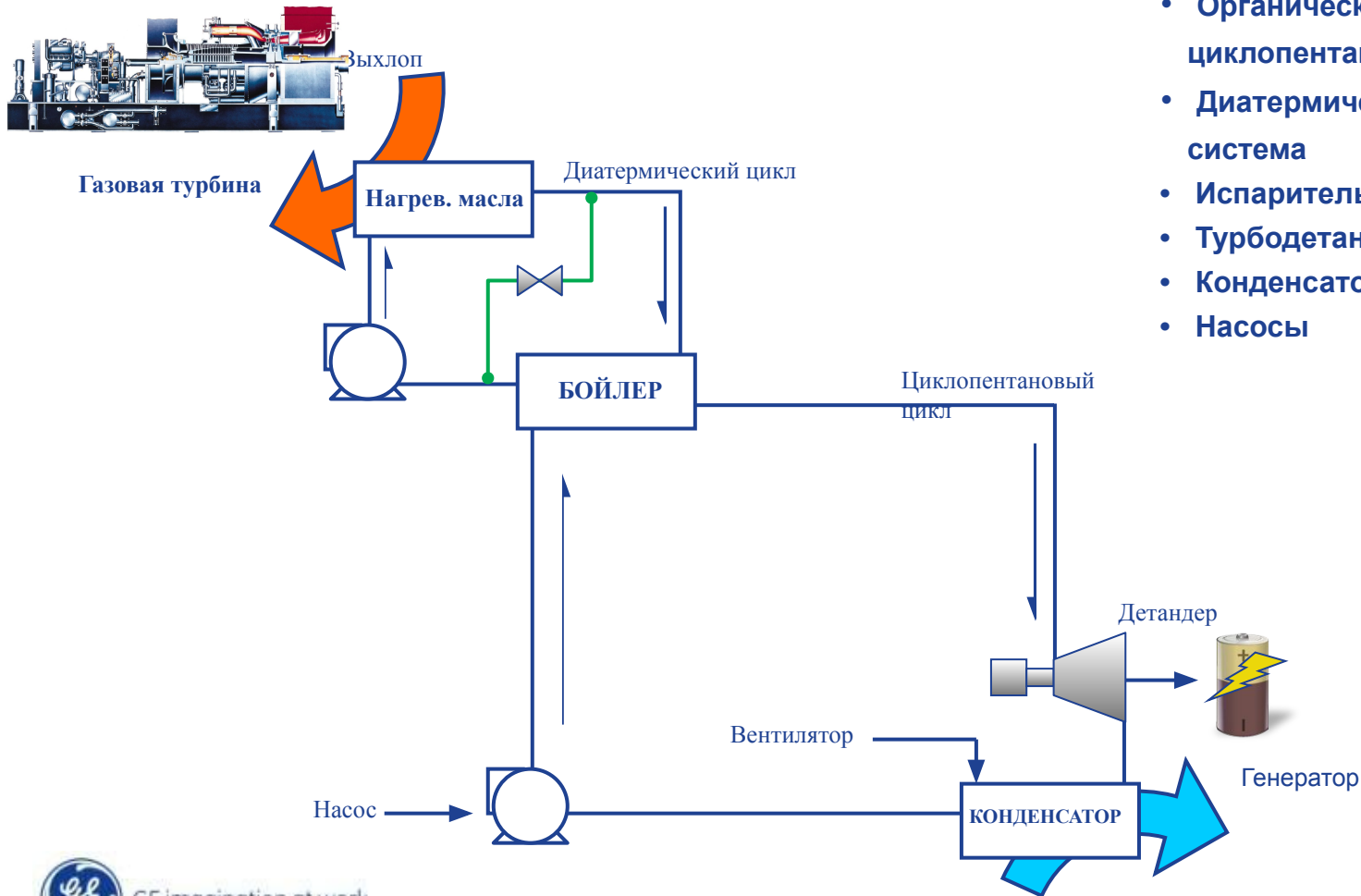


# Технологическая схема установки

ГТУ MS5002В – суммарный КПД составляет 40,7%

Стандартная комплектация включает:

- Органическая жидкость – циклопентан (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>)
- Диатермическая масляная система
- Испаритель и теплообменники
- Турбодетандер
- Конденсатор
- Насосы



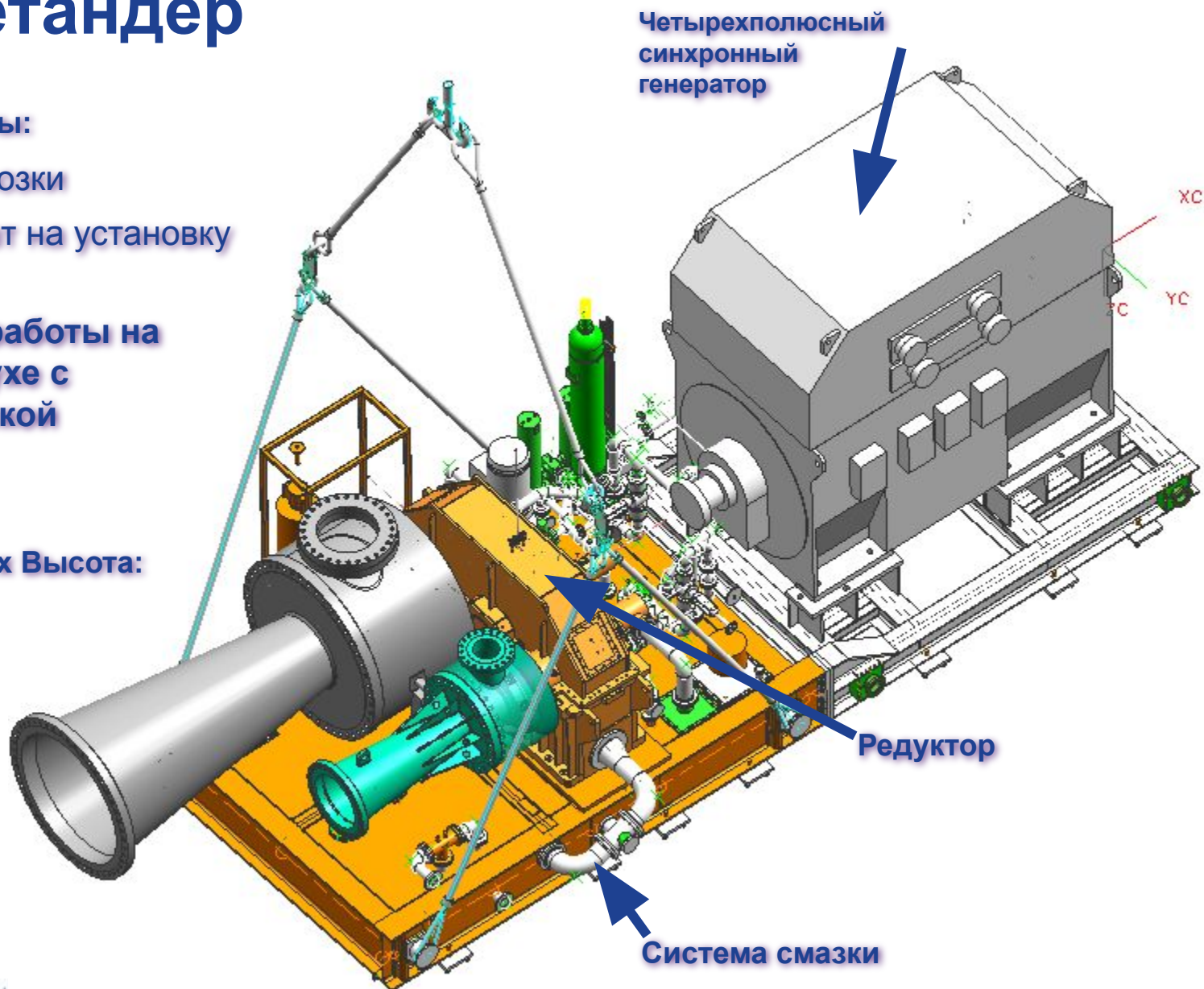
# Турбодетандер

2 отдельных рамы:

- простота перевозки
- снижение затрат на установку

Установка для работы на открытом воздухе с термоакустической изоляцией

Длина x Ширина x Высота:  
13 x 4 x 5,5 м



# Установка ORegen™

Отводящее устройство

Дымовая труба с системой ORegen

Теплообменник системы утилизации тепла

Конденсатор

Дымовая труба

Трубопровод диатермической системы

Турбодетандер

Операторная

Циклопентановый контур

# Эксплуатационные характеристики установки ORegen™

Тип ГТУ	Мощность (кВт)	Расход выхлопа (кг/с)	Темп. выхлопа (°C)	КПД ГТУ (%)	Электр. мощность системы ORC (МВт)	Общий КПД (%)
PGT25 (*)	23 261	68.9	525	37.7%	6.9	48.9%
PGT25+ (*)	31 364	84.3	500	41.1%	7.9	51.5%
PGT25+ G4 (*)	33 973	89.0	510	41.1%	8.6	51.5%
MS5001 (*)	26 830	125.2	483	28.4%	11.3	40.4%
MS5002B (*)	26 100	121.6	491	28.8%	10.8	40.7%
MS5002C (*)	28 340	124.3	517	28.8%	12.4	41.4%
MS5002D (*)	32 580	141.4	509	29.4%	13.8	41.9%
MS6001B (*)	43 530	145.0	544	33.3%	15.6	45.2%
LM6000 (**)	43 397	125.6	454	41.7%	9.7	51.1%

Эталонные данные по стандарту ISO. 100% нагрузка ГТУ при стандартной конфигурации установки

(\*) Мощность на валу ГТУ

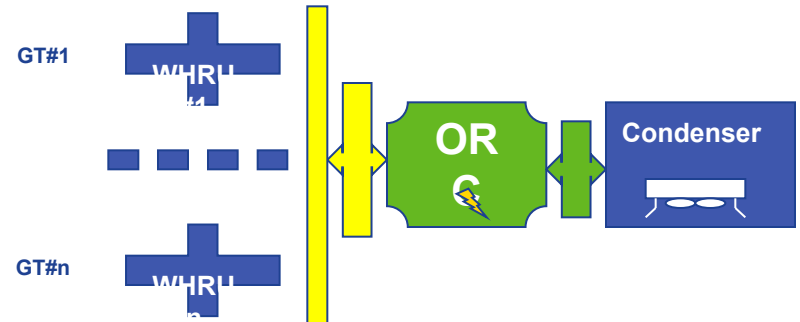
(\*\*) Мощность на клеммах генератора 60 Гц, для установки LM6000PC

# Компоновка системы ORegen™

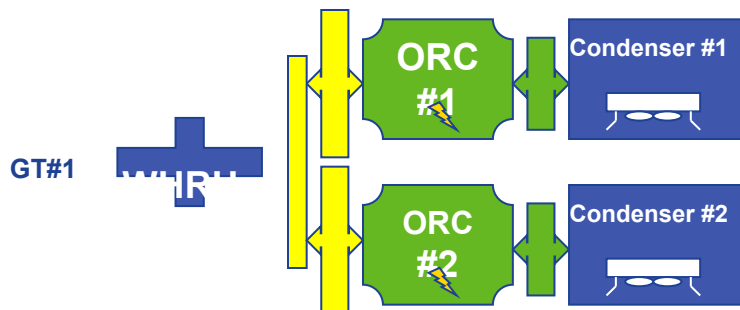
## Прямая



## Параллельная по маслу



## Циклическая



## Параллельная по газу



 Стандартный узел

 Возможно увеличение/уменьшение производительности в зависимости от требований заказчика

 Выбирается согласно требованиям заказчика в зависимости от условий эксплуатации



# Эксплуатационные качества

- **Работа в автоматическом режиме**

Не требуется круглосуточное присутствие квалифицированного персонала

- **Высокая эффективность**

Лучшее решение для ГТУ, работающих на режимах частичной нагрузки. 80% уровень регенерации тепла даже при 50% нагрузке ГТУ

- **Основной элемент системы – турбодетандер с высокой степенью надёжности**

- **Незначительные потери теплоносителя**

Минимальные потери органической жидкости

- **Низкое давление в циклопентановом контуре**

Чуть выше атмосферного, что обеспечивает высокую безопасность работы и предотвращает возможность попадания кислорода в контур

- **Максимальное давление в циклопентановом контуре**

Ниже критического давления органической жидкости. Отсутствие сверхкритического режима. Обеспечение максимального уровня регенерации тепла

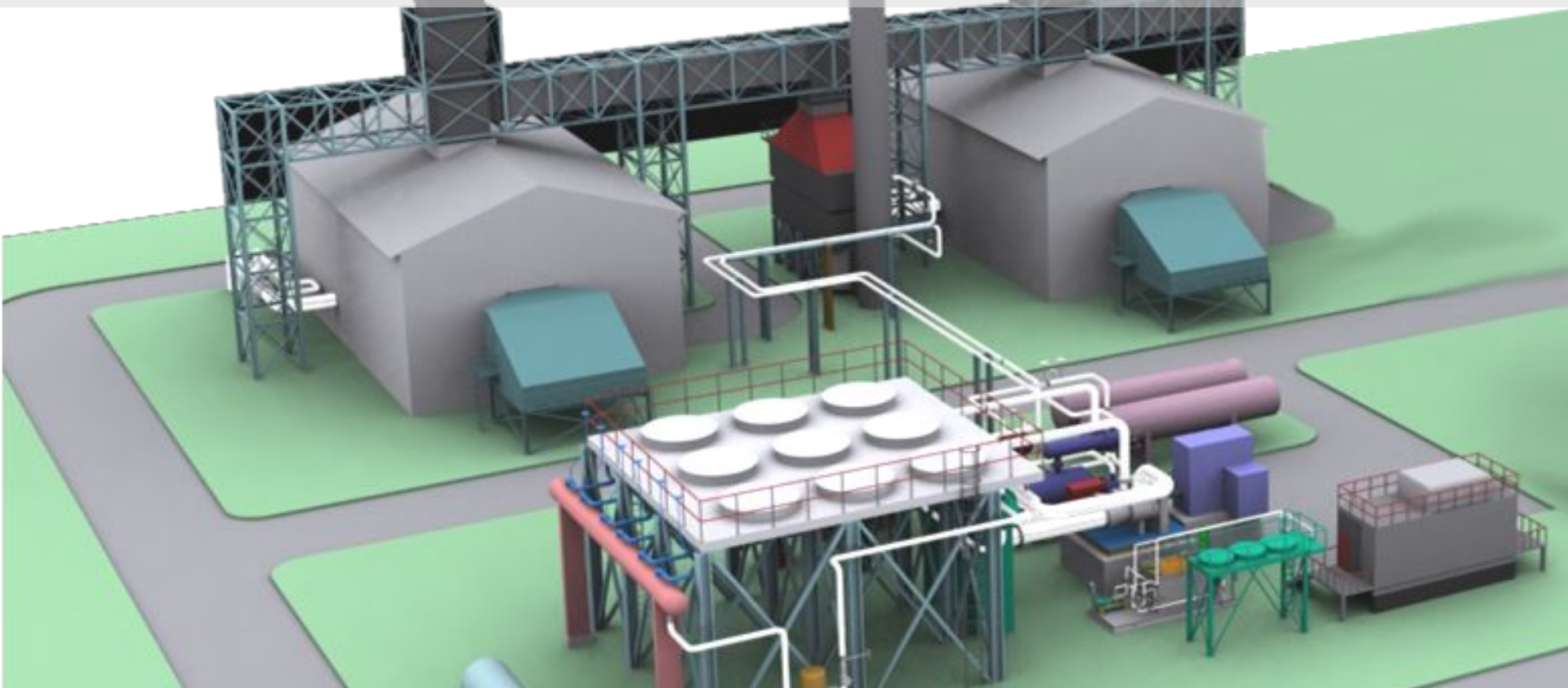
- **Масло**

Рабочий диапазон температур от  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+330\text{ }^{\circ}\text{C}$

- **Высокоэффективный конденсатор**

Малогабаритный. Обеспечивает конденсацию циклопентана при давлении выше атмосферного

- Efficiency improvement □20% ... CO<sub>2</sub> footprint □20%
- Carbon credits ... singular enabler
- Cyclophentane as working fluid in a close loop ... no water!



Технология ORegen™ обеспечивает производство до 17 МВт электроэнергии без дополнительных затрат топлива за счет рекуперации тепла выхлопных газов ГТУ