

# Микротурбины FlexEnergy

Информация о продуктах компании

# Микротурбинные решения

Применение экологичных, энергосберегающих микротурбинных технологий для трех видов задач:

- Использование отходов в качестве топлива
- Снабжение тепловой и электрической энергией (когенерация)
- Интеграция с внешними источниками энергии



# Отличие микротурбин от газовых турбин

- Высокоинтегрированные, сборно-разборные комплексы.
- Спроектированы в соответствии со стандартами, применяемыми в производстве промышленного оборудования такого как холодильники, водонагреватели, печи
- Основные узлы сконструированы как интегрированные блоки, в большинстве случаев заменяемые как один элемент
- Большинство вспомогательных подсистем включены в базовый пэкидж
- Присоединяется к объектам Заказчика просто подключением
  - газпроводов
  - вентиляционных каналов
  - электрокабелей
  - водопроводов
  - ЛИНИИ СВЯЗИ



# Микротурбины серии МТ

## МТ70

В производстве с 2000 года

- Установлено 139 единиц
- Общая наработка более 1,9 млн. часов

Снята с производства в 2007 году

В настоящий момент ведутся работы по МТ70 второго поколения

## МТ250

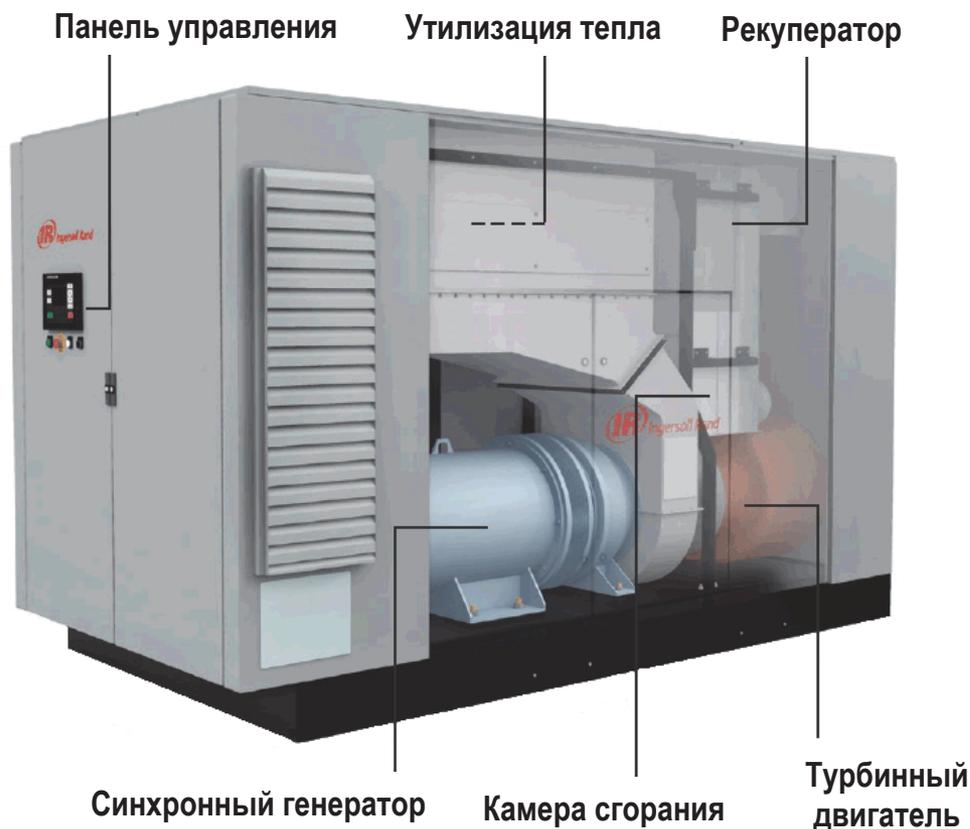
В производстве с 2004 года

- Установлено 86 единиц
- Общая наработка более 0,84 млн. часов



# Микротурбины FlexEnergy MT250

## 250 кВт газотурбинная когенерационная система



### Надежная турбина

- Компактно расположенные вращающиеся узлы
- Подшипники качения
- Все подшипники в холодных зонах
- Спроектирован на базе двигателя KG2

### Интегрированная система утилизации тепла

- Регулируемый уровень мощности
- Уменьшенная поверхность опоры
- Отсутствие трубопроводов
- Пригодна для систем с питьевой водой

### Патентованный рекуператор

- Обеспечивает высокий КПД
- Считается лучшим на рынке

### Синхронный генератор

- Те же технологии, что используются генерирующими и сетевыми компаниями.
- Доступно резервирование

### Патентованная камера

- Низкий уровень NOx
- Удовлетворяет экологическим нормам

# Характеристики MT250

- Мощность 250 кВт по нормам ISO
- Пиковая мощность 120%(300 кВт) в холодные время
- КПД
  - 29% с компрессором
  - 30% без компрессора
  - до 65% в режиме когенерации
- Межрегламентный ресурс 8,000 часов
- Срок службы 80,000 часов
- Выработка электроэнергии в автономном или параллельном сети режимах



**MT250 Series Microturbine**  
250 kW Continuous Onsite Electrical Power with Integrated Heat Recovery  
Ultra-clean electricity and useful thermal energy from a rugged and efficient generating system

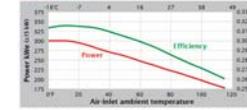
**Key Features**

- High system efficiency
- Grid-parallel, dual-mode, or grid-isolated electrical generation
- Cold transition to grid-isolated mode during grid outage
- Low emissions exceed stringent environmental standards
- Product design life of 80,000 hours with overhauls
- Integrated, variable-output, waste-heat recovery unit available
- Process industry qualified, internal fuel gas-booster available

**Electrical Performance\***

Characteristic	Specification
Electrical efficiency (L2)	30% L2V without gas booster 29% L2V with gas booster
Nominal heat rate (DRV)	12,642 Btu/kWh without gas booster 13,360 Btu/kWh with gas booster
Nominal heat rate (L2V)	11,300 Btu/kWh without gas booster 11,770 Btu/kWh with gas booster
Electrical power** (L2)	250 kW nominal @ 50°F without gas booster 243 kW nominal @ 50°F with gas booster 250 kW @ 50°F
Voltage	480 VAC / 400 VAC
Frequency	60 Hz / 50 Hz
Type of service	3 phase, wye, 4 wire
Grid-isolated regulation (steady state)	±0.50% nominal voltage
Transient handling (three busbars) (recovery within 3 seconds)	±1.0% nominal voltage max
*As per conditions @ 50°F (10°C) and 100% RH. All electrical ratings are based on standard gas inlet gas only. Actual values of approximately 0.8 to 1.0 per 100°F (35°C) rise.	

**Electrical Output**



**CARB 2007 Certification**  
The FlexEnergy MT250 is the first microturbine to be certified by the California Air Resources Board (CARB) emissions standards for distributed generation technologies.

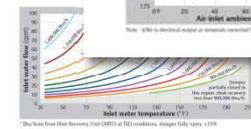
**Rugged Turbine Engine**  
• Back-to-back rotating components  
• Process oil lubricated bearings  
• All bearings at cold end  
• Based on IGT engine design

**Integrated Heat Recovery**  
• Catalytic converter level  
• Reduces overall footprint  
• No ducting  
• Suitable for portable applications

**Patented Recuperator**  
• Critical to high efficiency  
• Considered best in industry

**Patented Combustor**  
• Dry low NOx  
• Easily meets stringent environmental regulations

**Synchronous Generator**  
• Same technology utilized over to power the grid  
• Running backup capability available



**Physical Specifications**

Model	Indoor unit (A)	Indoor unit (B)	Indoor unit (C)	Weight, net
250SR model*	84.0	186.5	191.8	12,000 lb
250SR model*	214.4	372.1	220.0	5,480 kg
250SR model*	84.0	182.8	182.0	12,000 lb
250SR model*	214.4	413.6	406.5	5,480 kg

**Minimum Clearance Requirements**

Characteristic	Specification
Vertical clearance	102 in (259 cm)
Indoor unit	no overhead obstructions
Outdoor unit	48 in (121 cm) on all four sides
Horizontal right side	72 in (183 cm)

**Auxiliary Equipment**

Characteristic	Specification	Weight, net
Generator	17" x 19" x 24" in	50 lb
Braking resistor	14" x 9" x 76" in	109 kg

**Sound Levels**

Characteristic	Specification
Standard	83 dBA @ 1 m
Low sound option	77 dBA @ 1 m

**Fuel Requirements**

Characteristic	Specification
Input pressure	4" (103mm) WC to 1" (25.4mm) WC
with gas booster	4" (103mm) WC to 1" (25.4mm) WC
without gas booster	80 to 140 psig (5.5 to 9.7 bar)
Max temperature	127°F (53°C)
Max temp. with gas booster	113°F (46°C)
without gas booster	127°F (53°C)
250SR model*	245 to 650,000 Btu/h
250SR model*	53,000 to 13,500,000 Btu/h
250SR model*	325 to 650,000 Btu/h
250SR model*	15,000 to 22,500,000 Btu/h
250SR model*	500 to 950,000 Btu/h
250SR model*	25,000 to 15,000,000 Btu/h
250SR model*	1,000 to 7,000,000 Btu/h
250SR model*	5,400 to 70,700 W (18.5 to 250 kW)

**Emissions at 100% load\***

Characteristic	Specification
NOx	<1.0 ppm @ 15% O <sub>2</sub>
CO	<5 ppm @ 15% O <sub>2</sub>
VOC	<5 ppm @ 15% O <sub>2</sub>

**Ambient Temperature Limits**

Characteristic	Specification
Outdoor unit indoor*	-30° to 157°F (-22° to 65°C)
Indoor unit outdoor*	-30° to 157°F (-22° to 65°C)

**The Microturbine Engine Cycle**

FlexEnergy, Inc. 361 Inova Center Drive Irvine, CA 92618 Tel: (949) 438-8700 info@flexenergy.com FLEXENERGY.COM

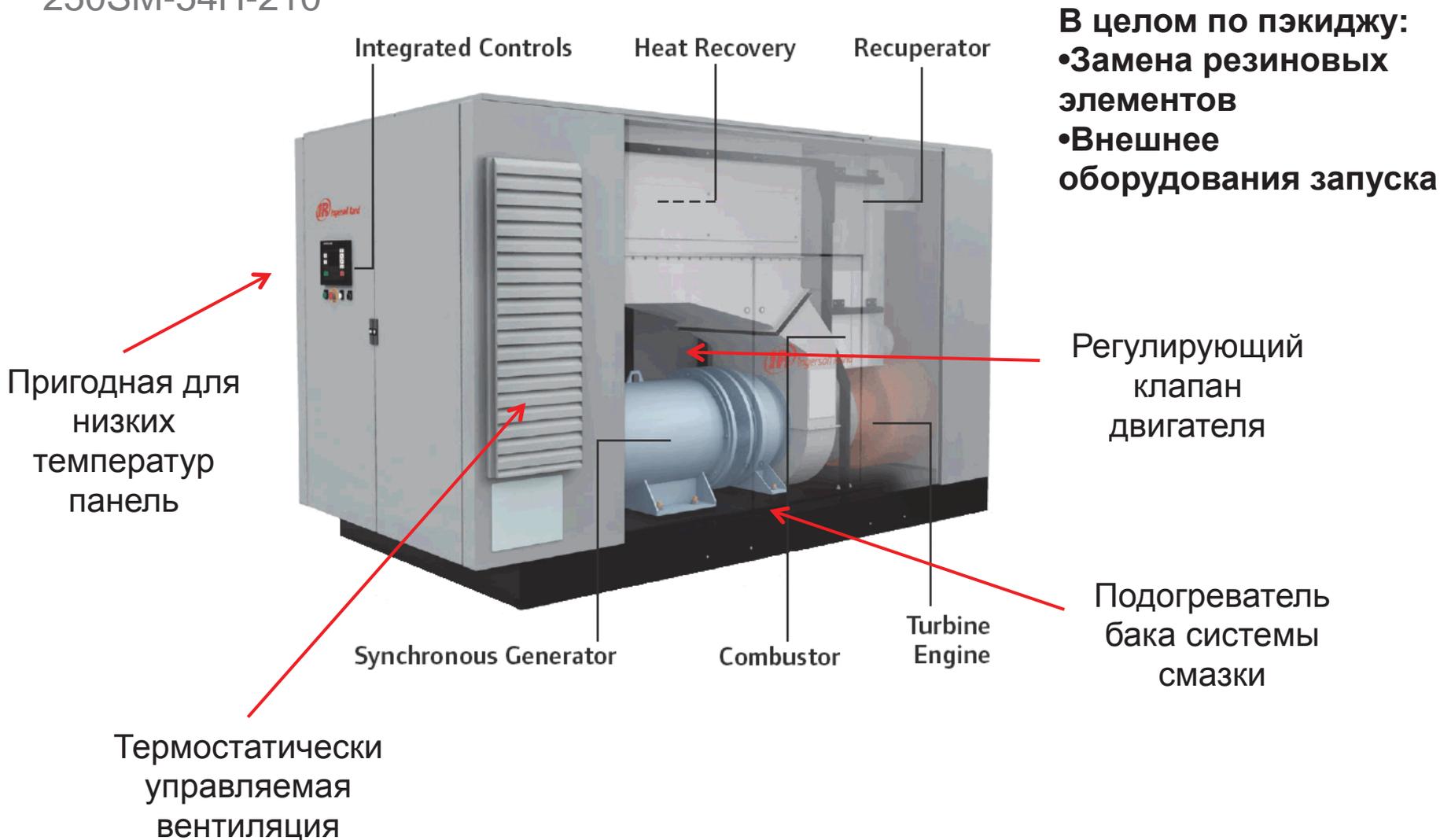
# Корпус микротурбины

- Конфигурация:
  - Для внутреннего размещения
  - Для внешнего размещения с входами и выхлопной трубой, поставляемой в разобранном виде
  - В тропическом и морском исполнении с SS316 компонентами
  - Для размещения на опасных объектах
- Окружающая среда:
  - Температура от -23 до +46°C
  - Защита от дождя в соответствии с UL2200
  - Ветер до 160 км/час длительностью 3 секунды
  - Высота снежного покрова до 30 см

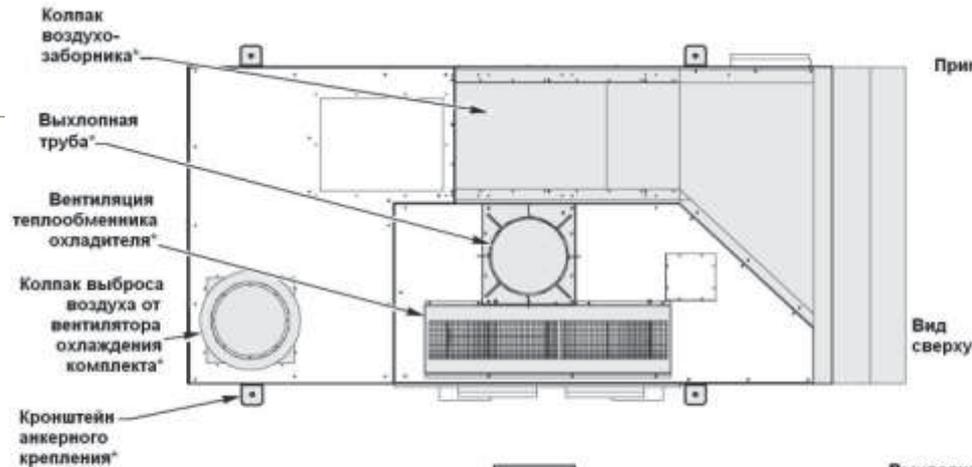


# Конфигурация модели для севера (-50°C)

250SM-54H-210

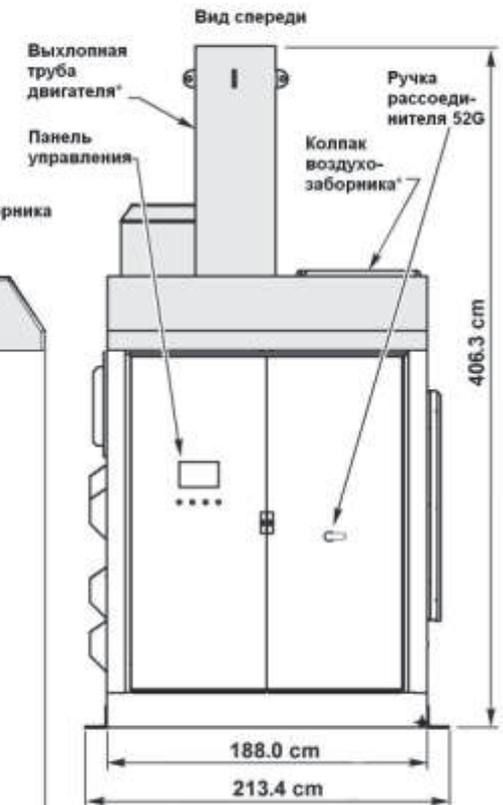
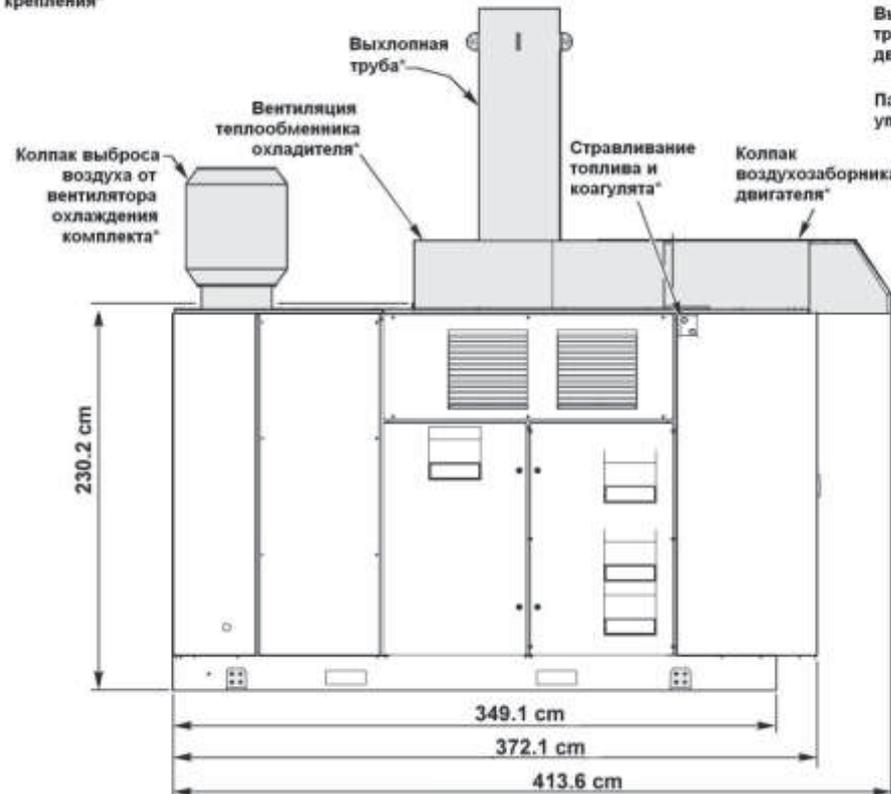


# Внешний

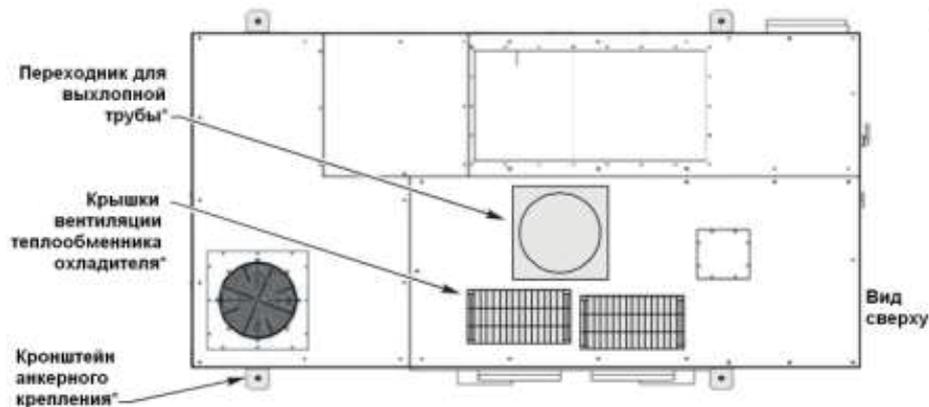


**Примечание:** Показанные размеры приблизительны, только для целей предварительного планирования, и могут меняться. Обращайтесь к монтажному чертежу, предоставляемому курирующим Ваш проект специалистом компании Ingersoll Rand, для получения полной актуальной информации.

\*Затененные детали поставляются отдельно и монтируются после размещения установки на площадке

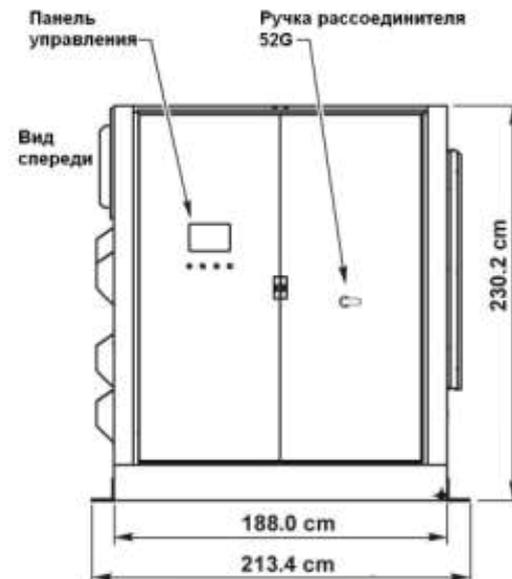


# Внутренний

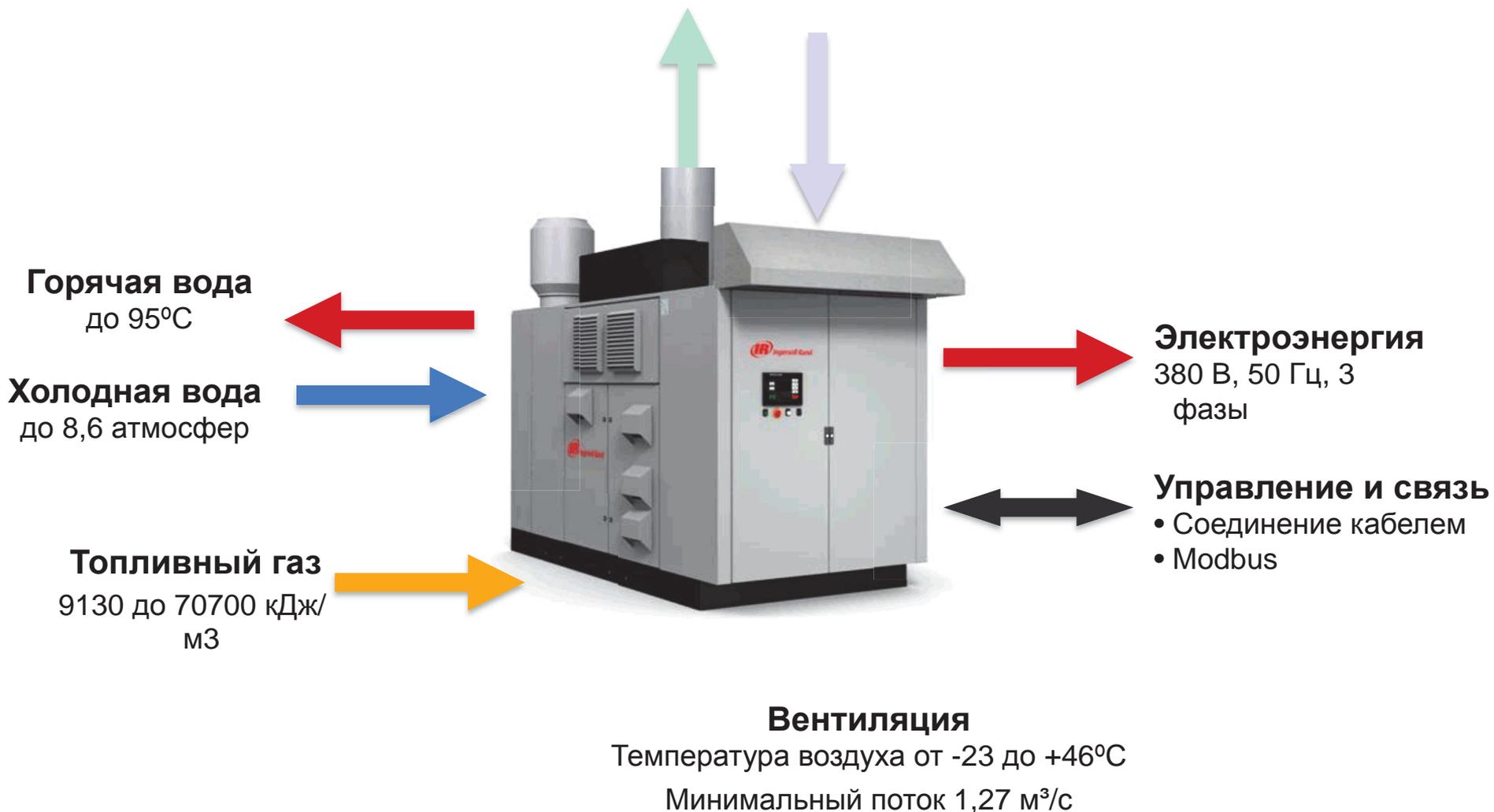


**Примечание:** Показанные размеры приблизительны, только для целей предварительного планирования, и могут меняться. Обратитесь к монтажному чертежу, предоставляемому курирующим Ваш проект специалистом компании Ingersoll Rand, для получения полной актуальной информации.

\*Затемненные детали поставляются отдельно и монтируются после размещения установки на площадке



# Интеграция MT250



# Модельный ряд по типу топлива

Модель	Тип топлива	Индекс Воббе, НТС	Содержание метана%
250SV	Газ очень низкого уровня калорийности	245-350 БТЕ/фут <sup>3</sup> (9130-13040 кДж/м <sup>3</sup> )	от 30 до 41
250SW	Газ низкого уровня калорийности 1	325-600 БТЕ/фут <sup>3</sup> (12100-22340 кДж/м <sup>3</sup> )	от 38 до 63
250SB	Пиролизный биогаз	325-600 БТЕ/фут <sup>3</sup> (12100-22340 кДж/м <sup>3</sup> )	от 14 до 20
250ST	Газ низкого уровня калорийности 2	500-970 БТЕ/фут <sup>3</sup> (18600-36100 кДж/м <sup>3</sup> )	от 55 до 88
250SM	Газ среднего уровня калорийности	800-1440 БТЕ/фут <sup>3</sup> (29800-53600 кДж/м <sup>3</sup> )	от 80 до 97
250SH	Газ высокого уровня калорийности	1380-1900 БТЕ/фут <sup>3</sup> (51400-70700 кДж/м <sup>3</sup> )	(крайне изменчивое)

Сухая масса, при 101 кПа  
и 15°C

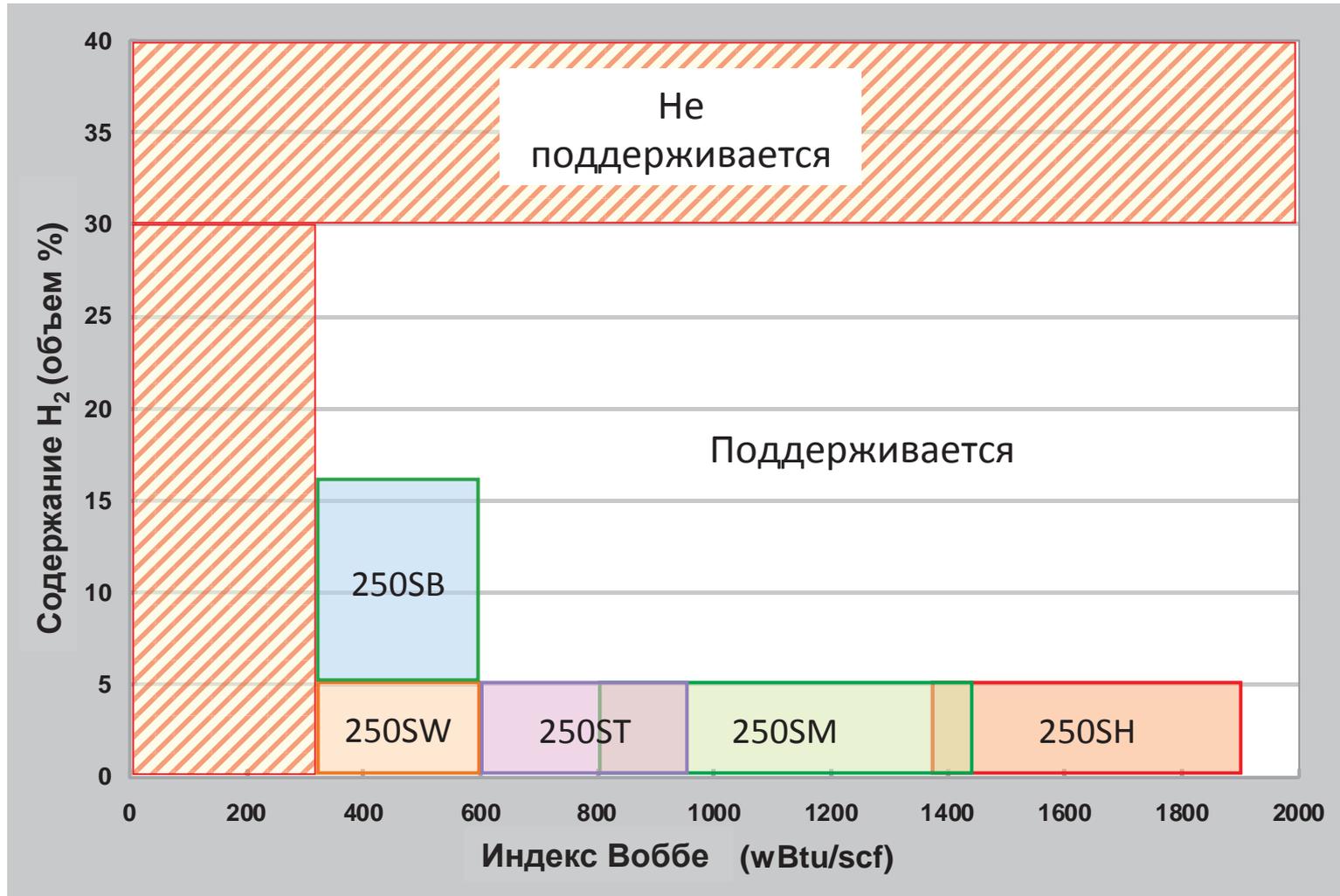
# Требования к топливному газу

Модель	Тип топлива	Топливн.с истема	Мин давление	Макс давление	Макс температура
250SV	Очень низкое	Высокое давление	115 psig (794 кПа)	140 psig (965 кПа)	175 °F (79 °C)
250SW	Низкое 1	Высокое давление	100 psig (690 кПа)	140 psig (965 кПа)	175 °F (79 °C)
250SB	Пиролизный биогаз	Высокое давление	100 psig (690 кПа)	140 psig (965 кПа)	175 °F (79 °C)
250ST	Низкое 2	Высокое давление	90 psig (620 кПа)	140 psig (965 кПа)	175 °F (79 °C)
250SM	Среднее	Низкое давление	4 "WC (100mm WC)	1 psig (6.9 кПа)	115 °F (46 °C)
		Высокое давление	80 or 95 psig <sup>2</sup> (551 or 655 кПа)	140 psig (965 кПа)	175 °F (79 °C)
250SH	Высокое	Высокое давление	75 psig (517 кПа)	140 psig (965 кПа)	175 °F (79 °C)

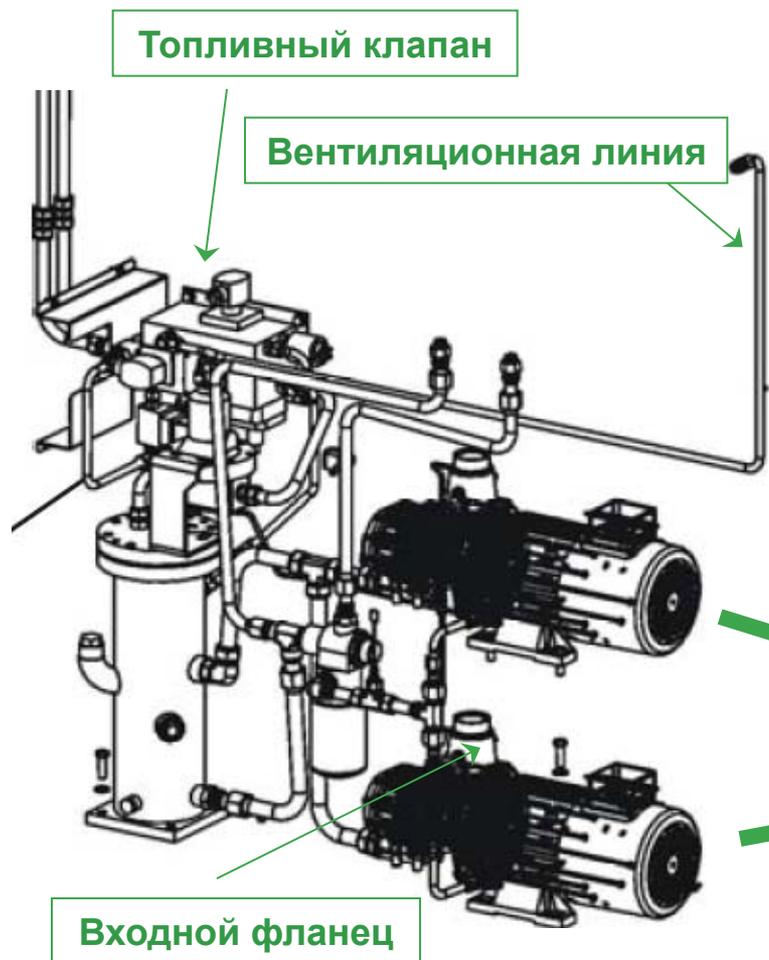
Примеч.: <sup>1</sup>Обычный

<sup>2</sup> В зависимости от теплотворной способности топливного газа

# Диапазон используемого топлива



# Топливная система низкого давления



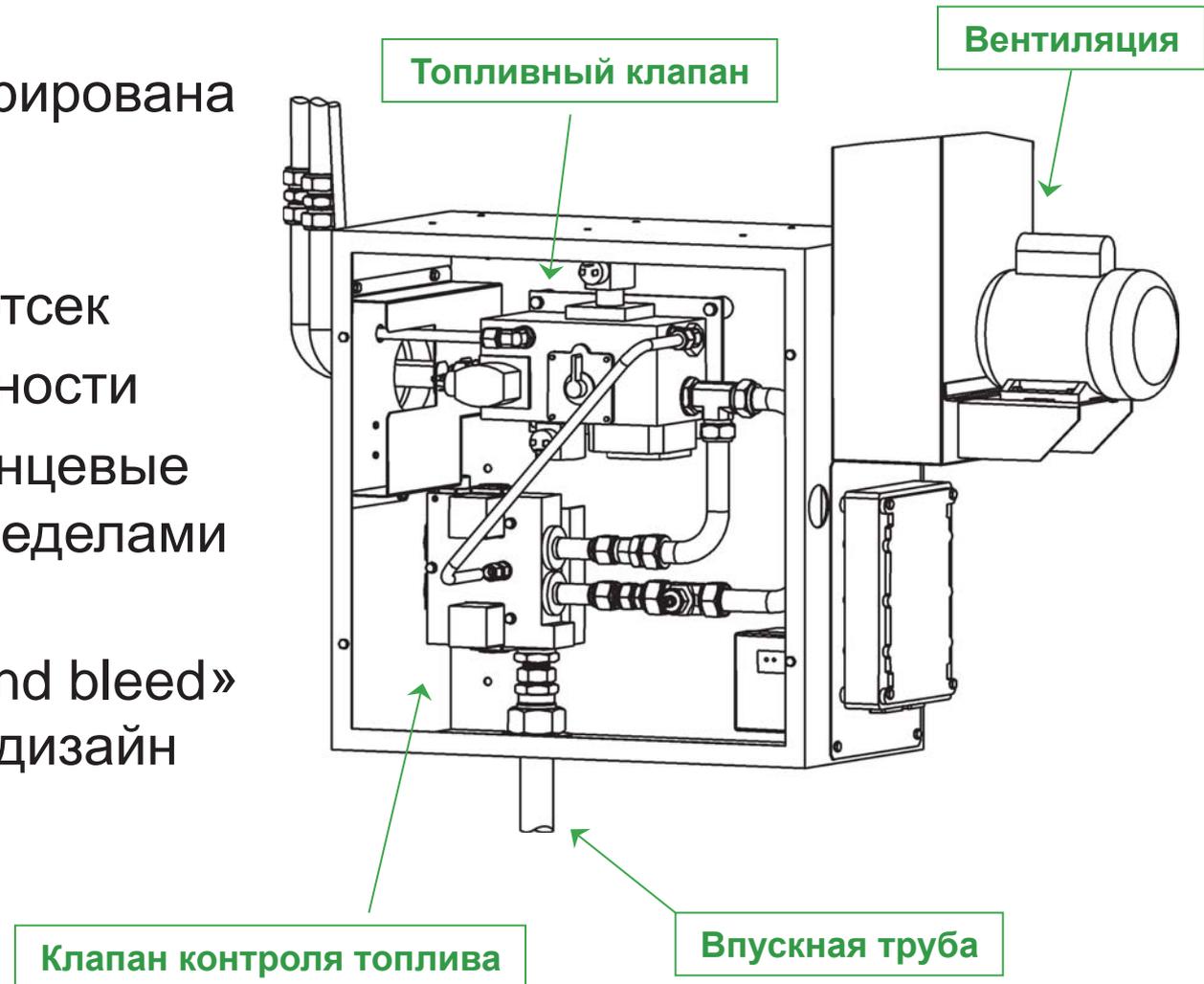
- Полностью интегрирована в пэкидж
- Изолированный вентилируемый отсек
- Датчик загазованности
- Отсутствуют фланцевые соединения за пределами отсека
- Двойной «block and bleed» трубопроводный дизайн

Винтовой компрессор  
“air-end”

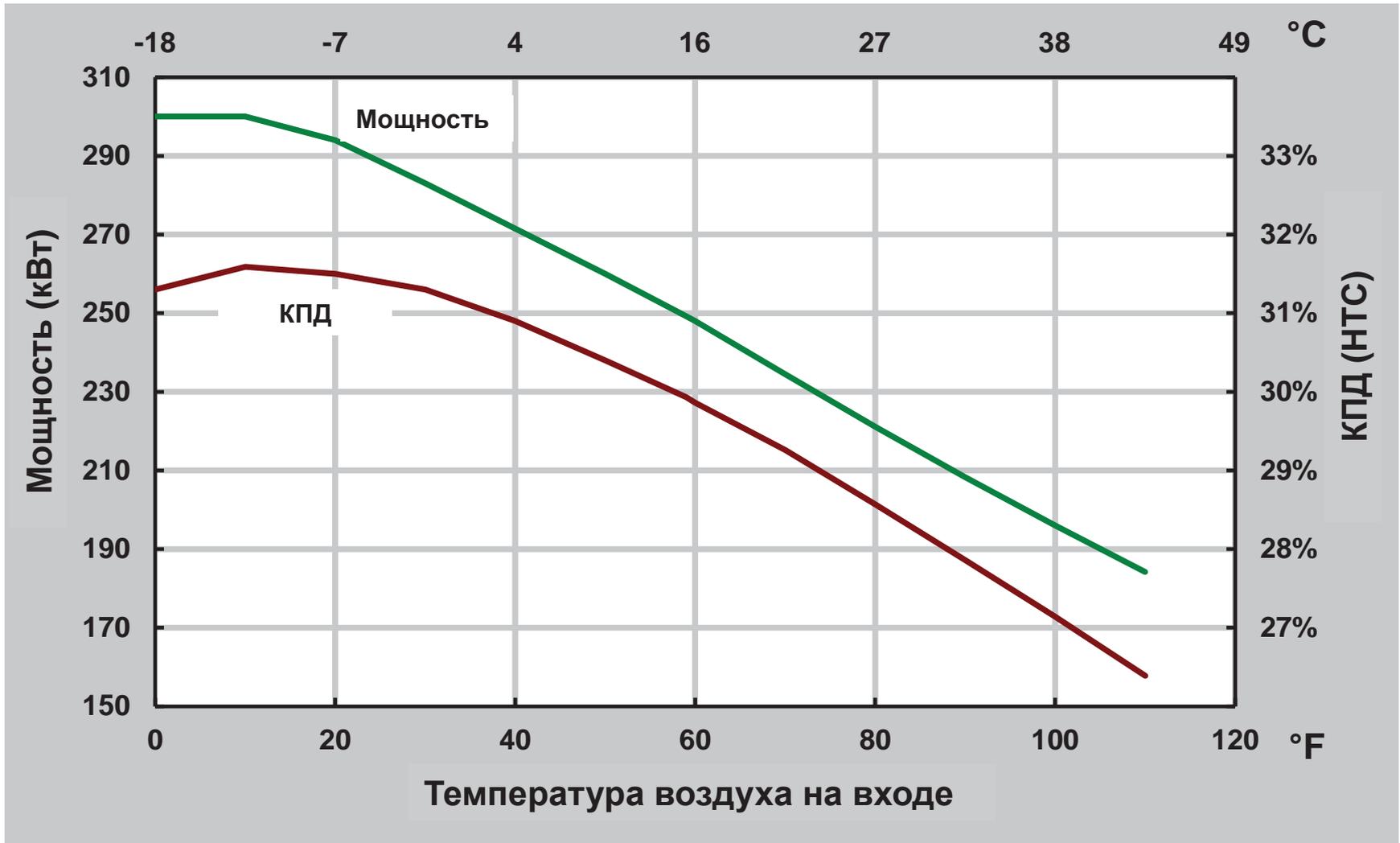
A close-up photograph of a screw compressor, showing its cylindrical body and cooling fins. A green arrow points from the label to the compressor in the main diagram.

# Топливная система высокого давления

- Полностью интегрирована в пэкидж
- Изолированный вентилируемый отсек
- Датчик загазованности
- Отсутствуют фланцевые соединения за пределами отсека
- Двойной «block and bleed» трубопроводный дизайн



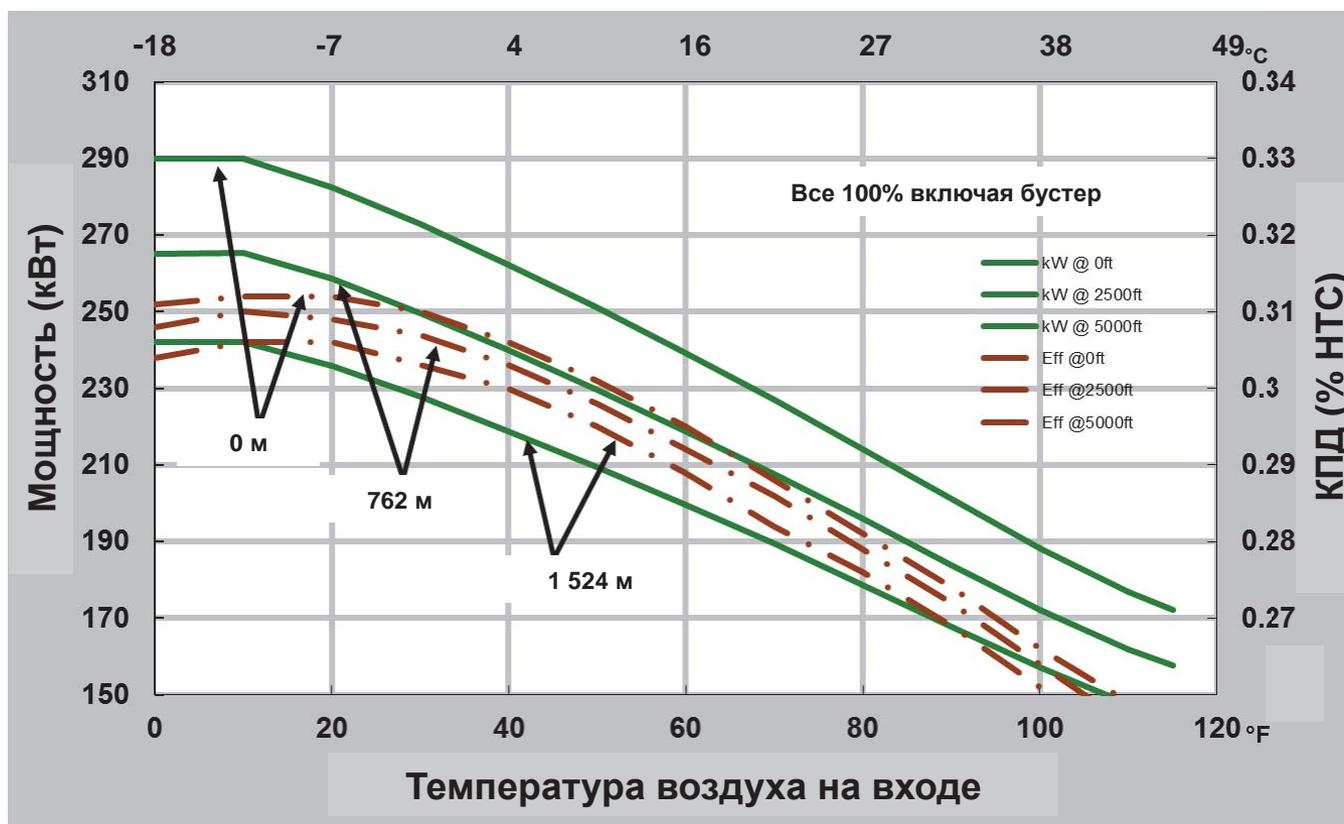
# Базовые рабочие характеристики



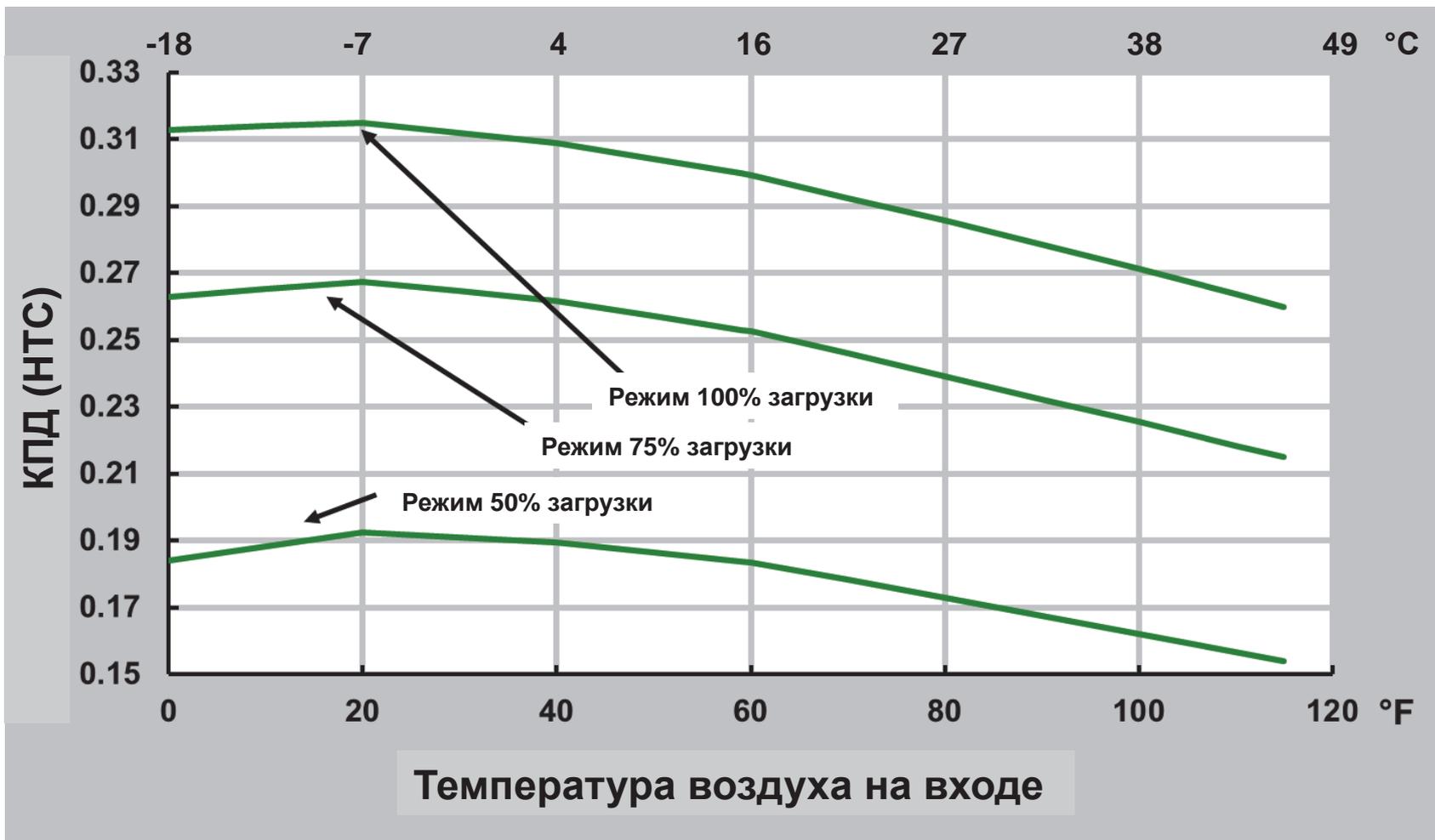
Примеч.: Без учета расхода электроэнергии на собственные нужды бустера топливного газа  
Вычитать 3.5% на каждые 1000 футов (305 метров) высоты над уровнем моря

# Характеристики и месторасположение

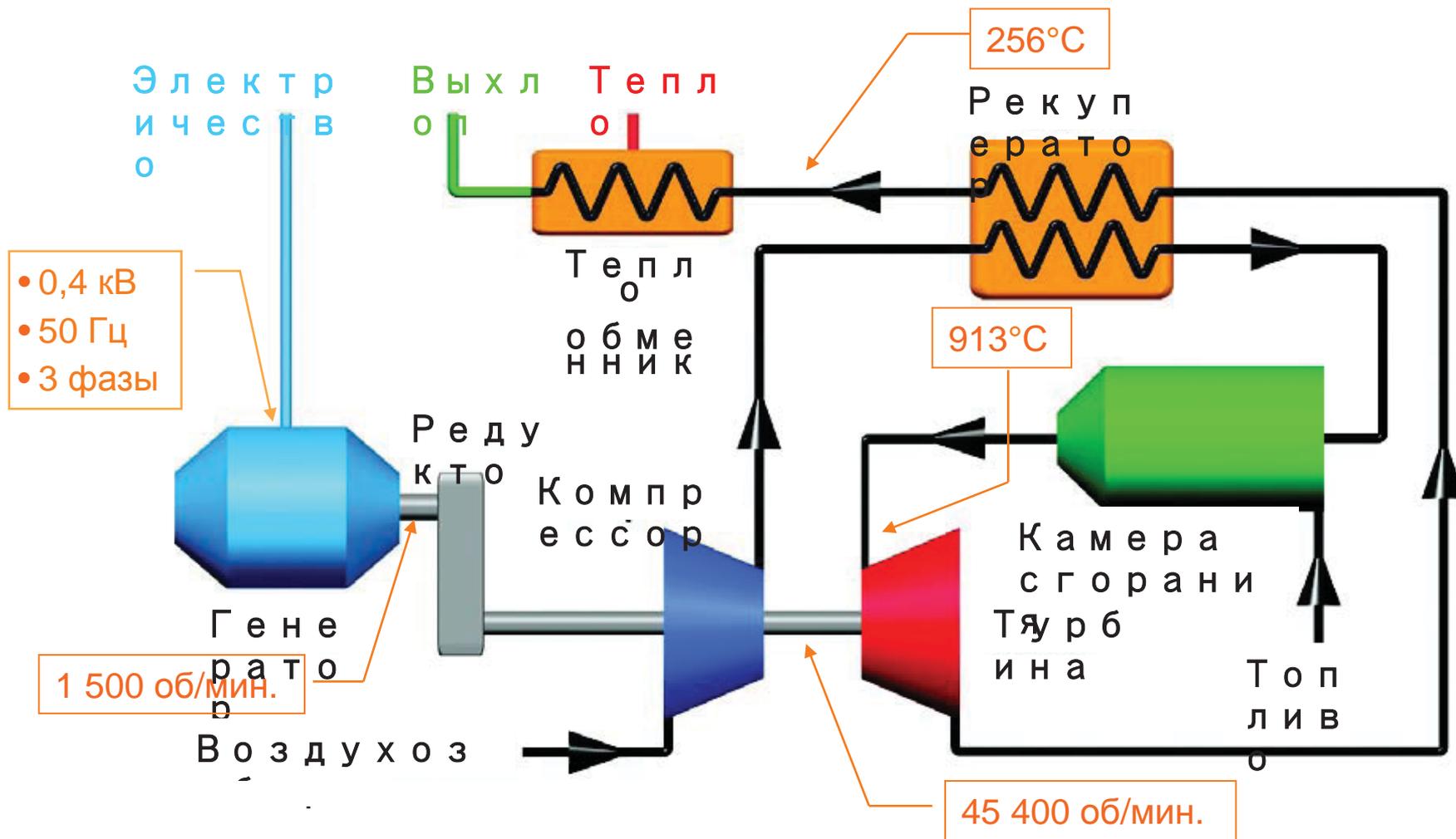
- Могут быть размещены в помещении и снаружи
- Климатическое исполнение от  $-23$  до  $46^{\circ}\text{C}$
- КПД меняется с высотой над уровнем моря



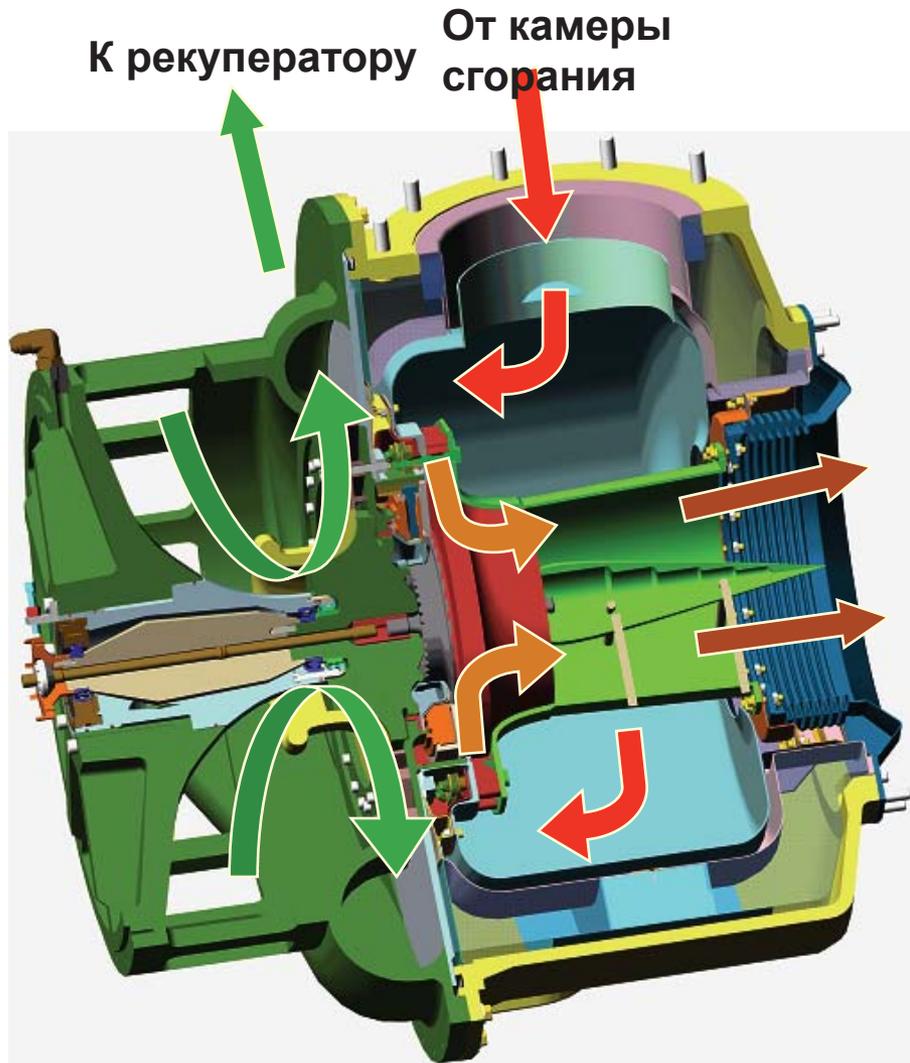
# Характеристики и режимы работы



# Диаграмма цикла МТ250

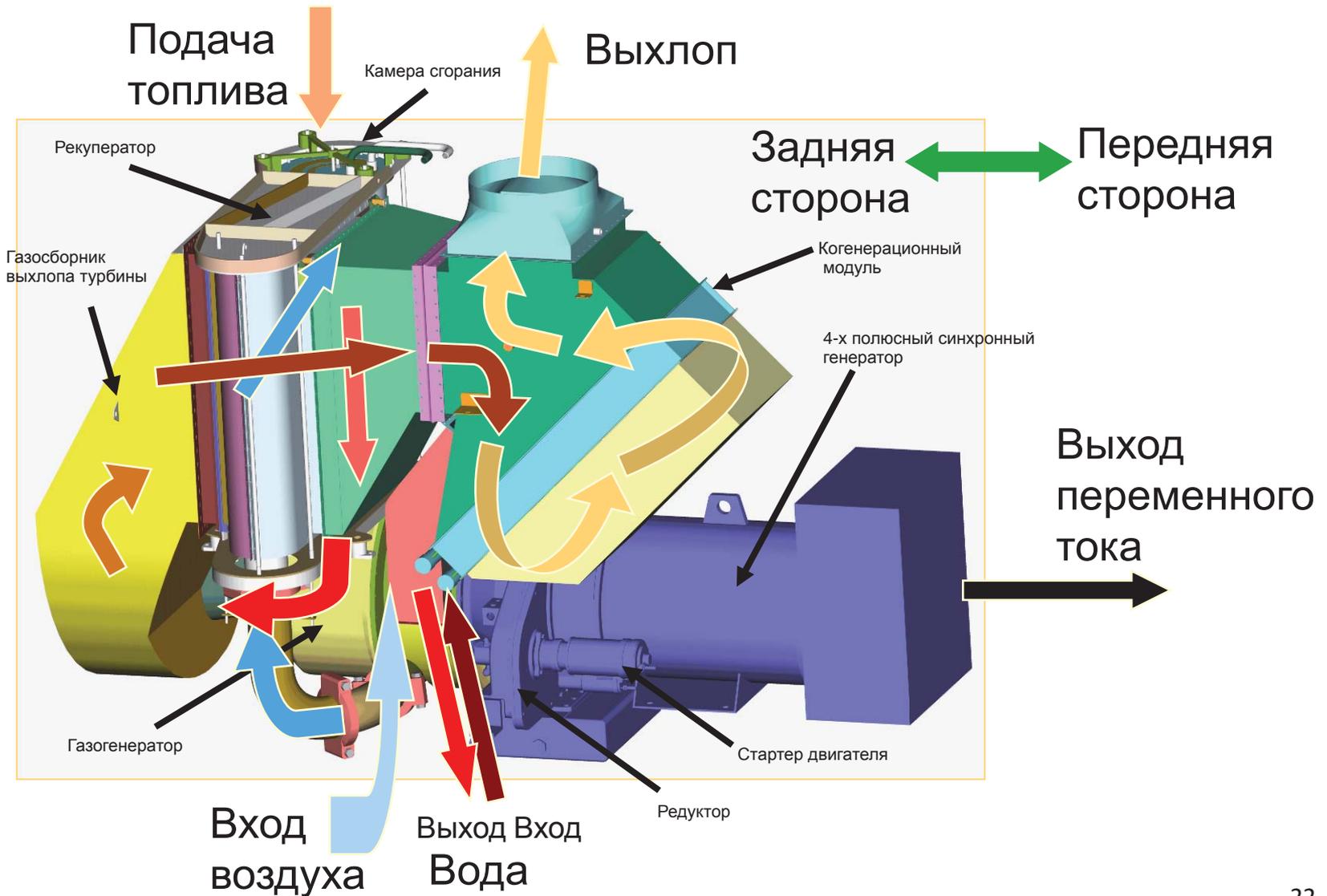


# Конфигурация газогенератора

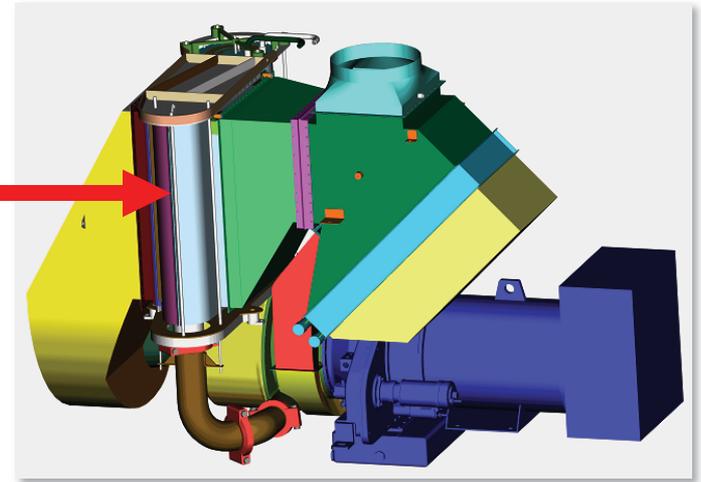


- На основе надежной конструкции KG2
  - Навесные, компактно расположенные вращающиеся компоненты
  - Все подшипники в холодной зоне
- 45,400 оборотов в минуту
- Радиальные компрессор и турбина
  - Диффузор крыльчатки компрессора
  - Сопловой аппарат турбины
- Назначенный ресурс 80,000 часов (с капремонтом)
- До 3,500 холодных циклов
- До 20,000 горячих циклов

# Конфигурация привода генератора



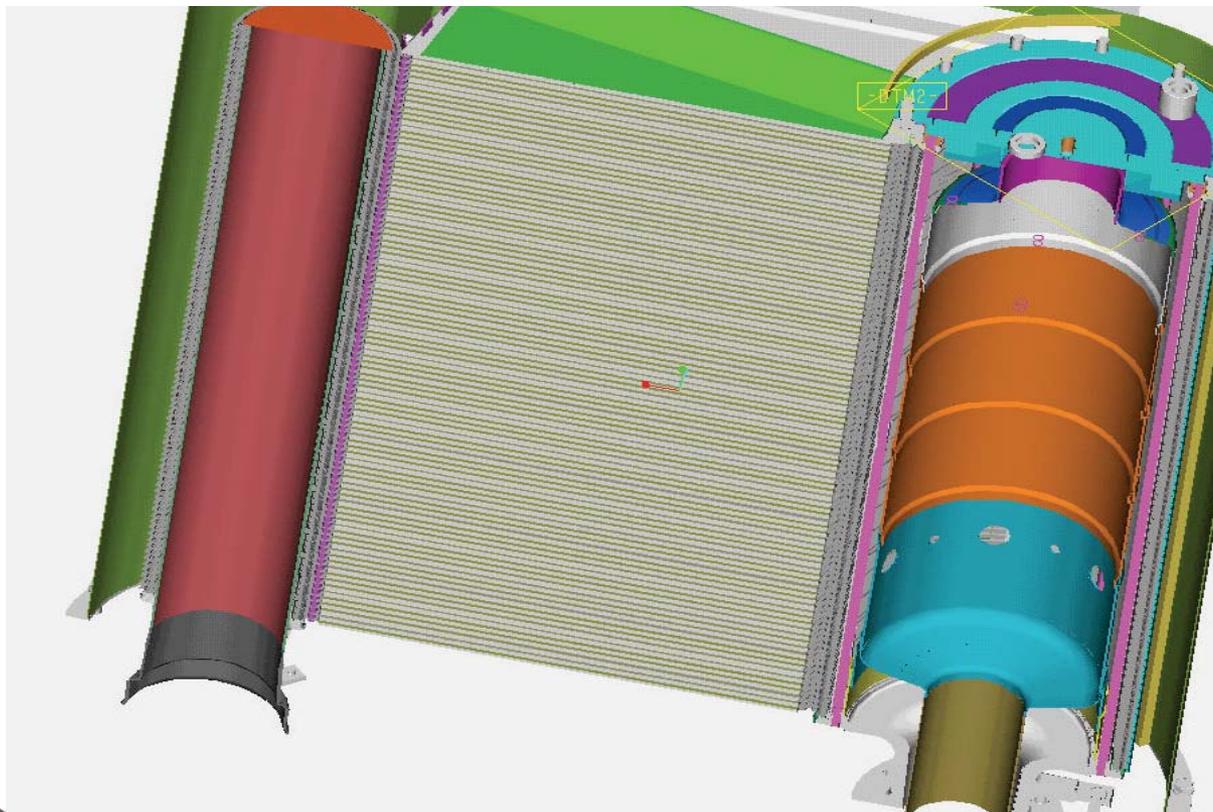
# Рекуператор



- Использована та же самая технология, что и продукции военного назначения.
- 80 000 часов срок службы, 7 000 холодных циклов
- Противоточный теплообменник с поперечным коллектором

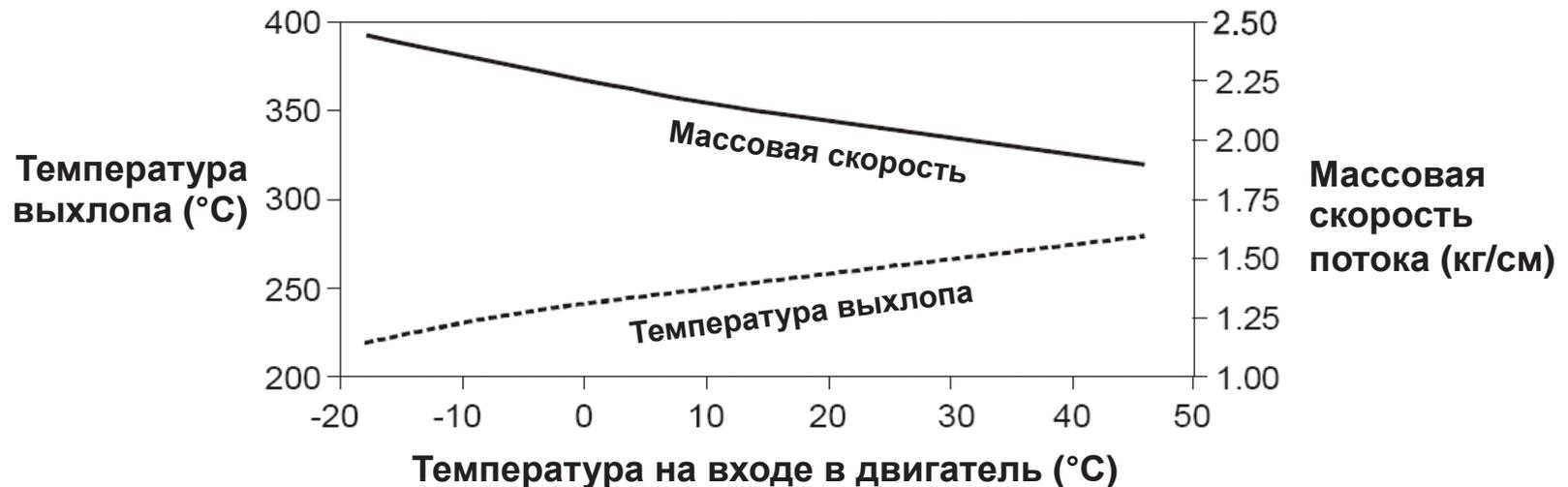
# Интегрированные рекуператор и КС

- Низкий перепад давления
- Надежная конструкция



# Воздушный поток

- Температура входного воздуха в интервале от -23 до 46°C
- Тепло выхлопа может быть утилизировано опционной внутренней системой когенерации
- Или непосредственно направлено во внешнее устройство:



# Состав выхлопных газов

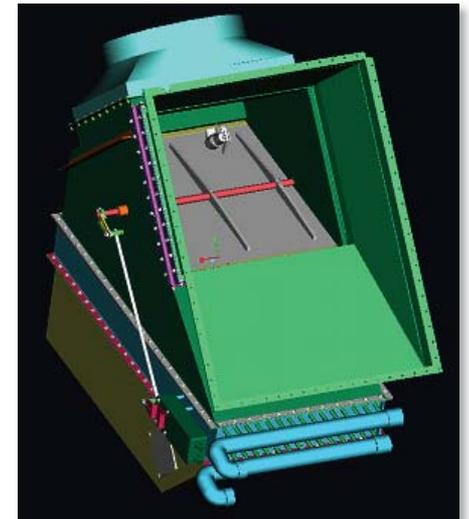
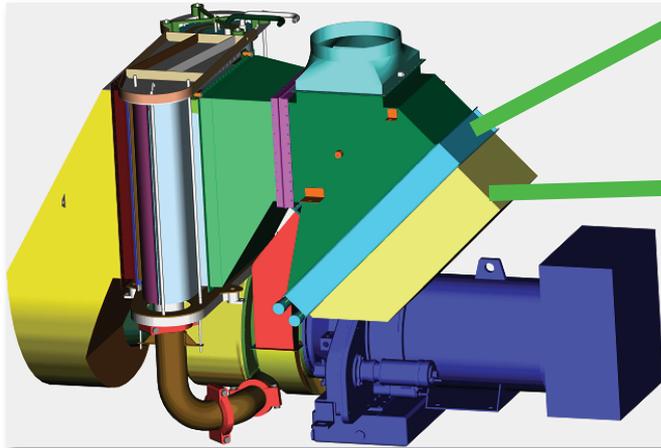
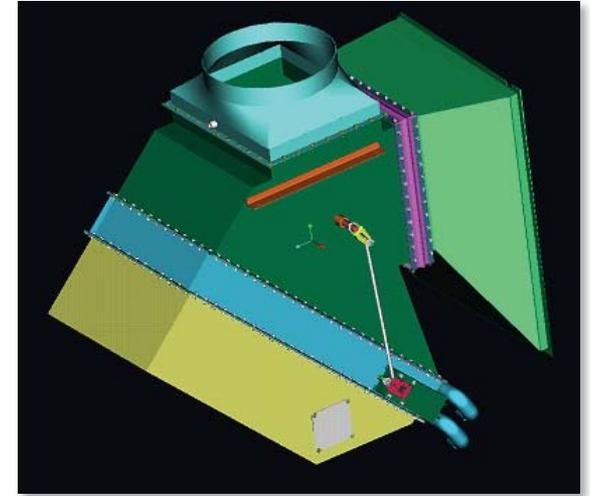
Темп. возд	Расх. возд.	Расх. топл.	H <sub>2</sub> O в атм. возд. (100% влаж)	O <sub>2</sub> в выхлопе <sup>1</sup>	H <sub>2</sub> O из камеры сг	H <sub>2</sub> O в выхлопе	CO <sub>2</sub> в выхлопе <sup>1</sup>	N <sub>2</sub> in выхлопе <sup>1</sup>	Точка росы	Темп. выхлопа
°C	кг/сек	кг/час	Объем %	Объем %	Объем %	Объем %	Объем %	Объем %	°C	°C
-23.3	2.49	74	0.07	18.04	2.618	2.688	1.346	77.93	22.5	203
-17.8	2.43	73	0.13	17.98	2.635	2.765	1.36	77.9	22.9	211
-12.2	2.37	72	0.21	17.89	2.668	2.878	1.375	77.85	23.6	218
-6.7	2.31	70	0.34	17.81	2.675	3.015	1.378	77.8	24.4	224
-1.1	2.26	68	0.55	17.71	2.645	3.195	1.366	77.73	25.4	229
4.4	2.22	66	0.82	17.56	2.631	3.451	1.358	77.63	26.7	234
10.0	2.17	65	1.2	17.35	2.612	3.812	1.351	77.48	28.4	240
15.6	2.13	63	1.72	17.06	2.589	4.309	1.34	77.29	30.5	245
21.1	2.09	61	2.41	16.68	2.567	4.977	1.321	77.02	33.0	249
26.7	2.05	59	3.34	16.15	2.542	5.882	1.303	76.67	36.0	253
32.2	2.02	57	4.54	15.44	2.544	7.084	1.286	76.19	39.5	258
37.8	1.99	55	6.07	14.51	2.58	8.65	1.27	75.57	43.3	262
43.3	1.96	54	7.99	13.31	2.66	10.65	1.254	74.78	47.3	266

Природный газ: CH<sub>4</sub>=96%, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>=2%, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>=1%, CO<sub>2</sub>=1%

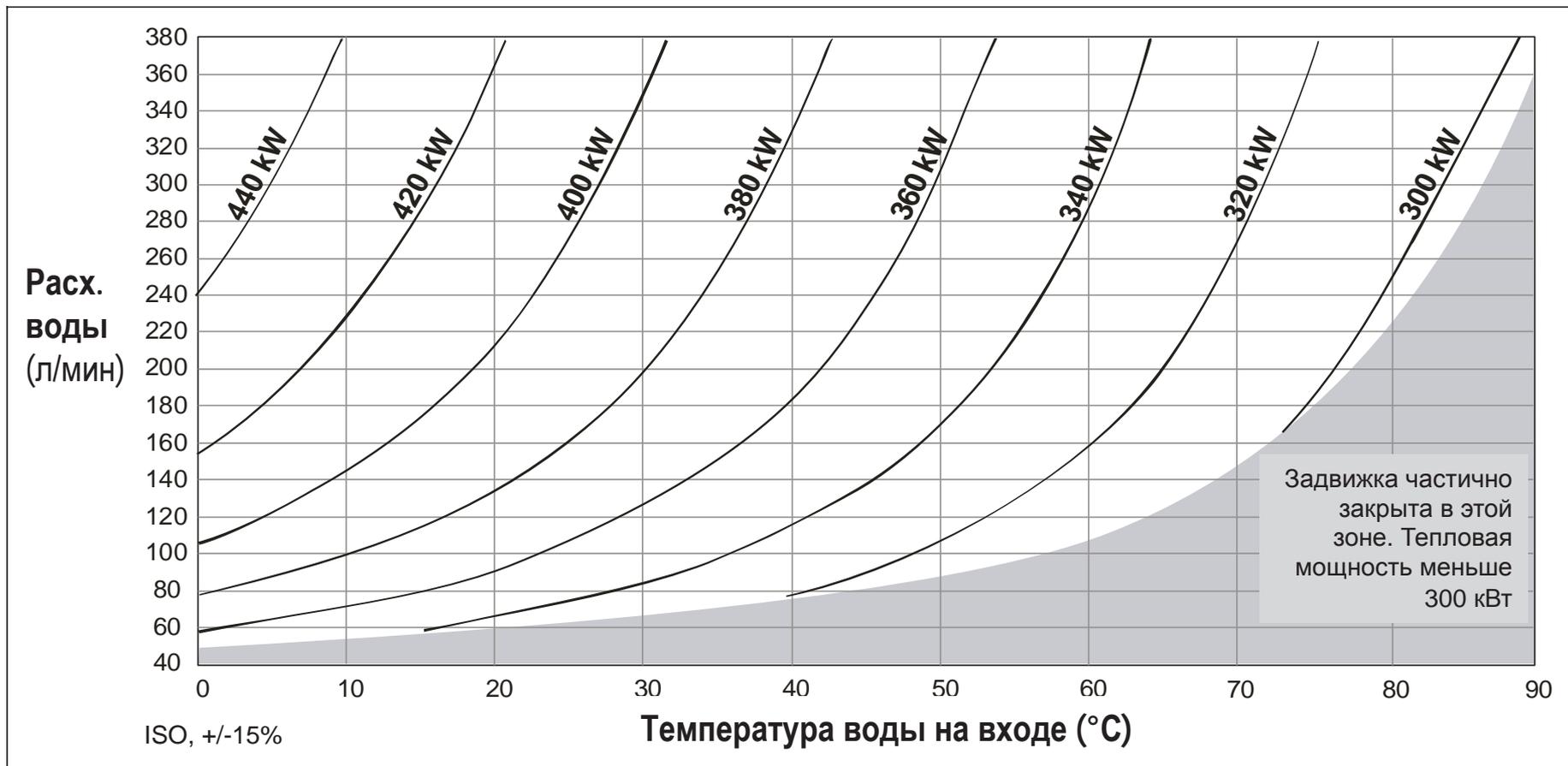
<sup>1</sup> Влажность %

# Интегрированная когенерационная система

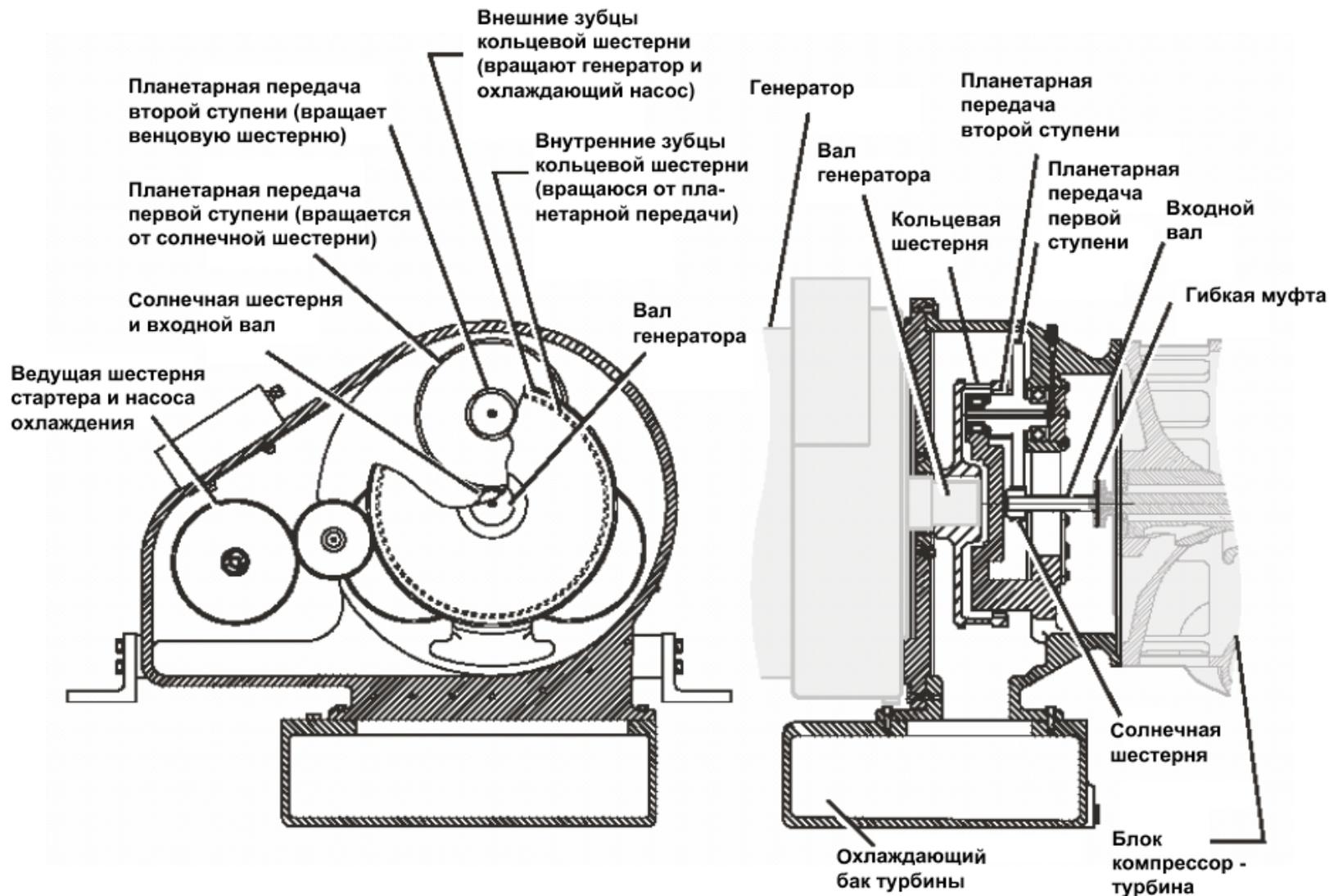
- Нагрев воды до 95°C (расход до 400л/мин по нормам ISO).
- Контроль температуры воды при расходе от 0 до полного.
- Теплообменник: противоточный, с поперечным коллектором, давление воды до 862 кПа
- Медные трубки (H55), алюминиевое оребрение.
- Изменяемое положение задвижки.



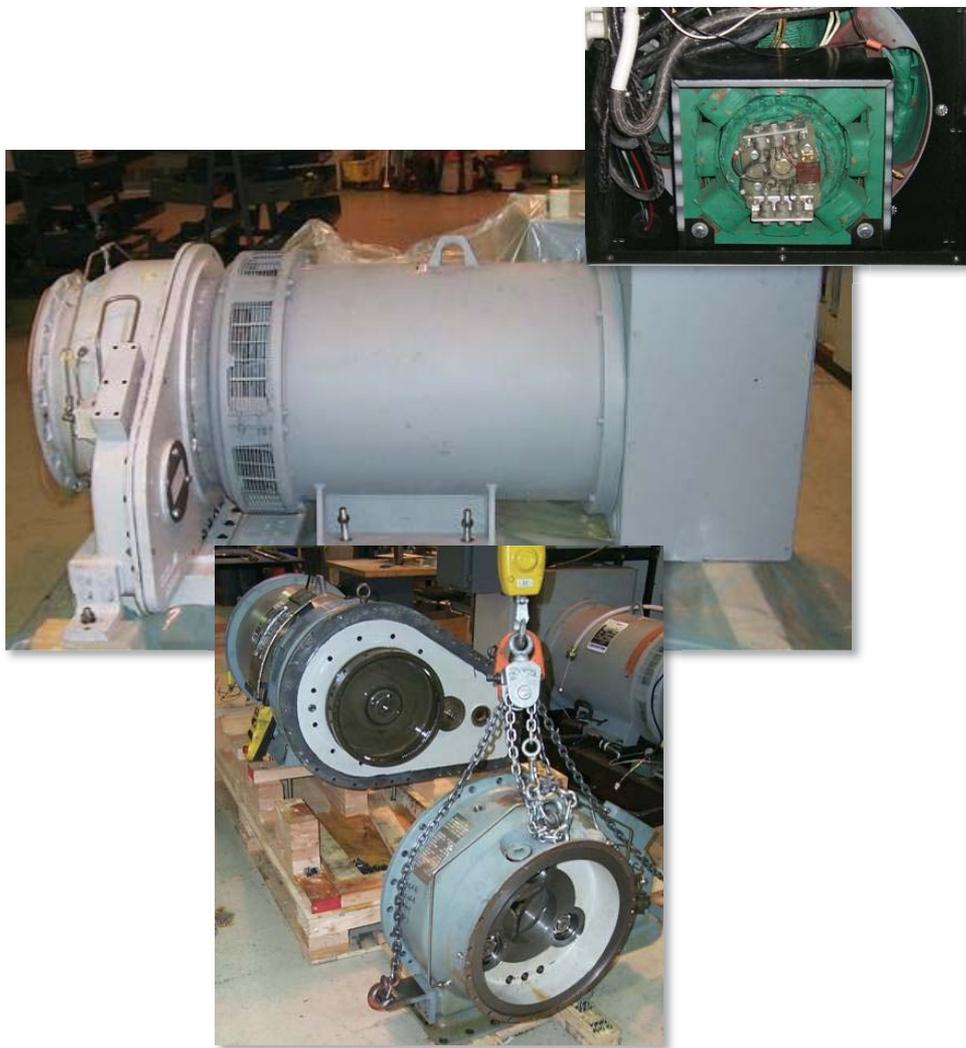
# Тепловая мощность



# Эффективный, компактный редуктор



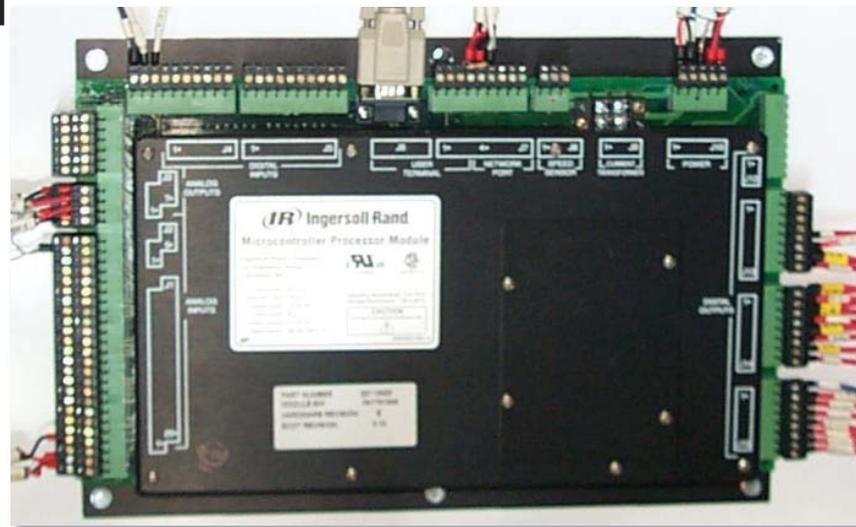
# Генератор МТ250



- Выполнен по стандартной промышленной технологии.
- С гибкой системой регулирования.
- Чистая, надежная технология.
- Легко разбирается на детали.
- Соединение «звезда», трехфазный.
- Синхронный генератор, система возбуждения с постоянным магнитом
  - 4 полюса
  - 1,500 оборотов в минуту

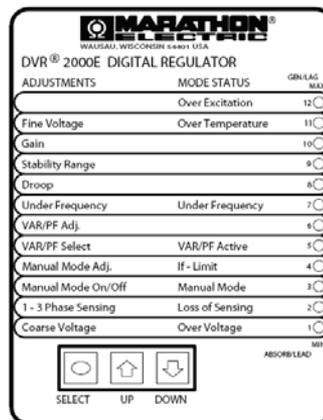
# Система управления MT250

- Устойчивый, промышленного типа одноплатный контроллер.
- Монитор, показывающий состояние машины и обслуживание.
- Драйверные устройства и цифровой выход
- Рассчитывает и поддерживает заданную тепловую нагрузку
- Определяет условия появления пламени на выхлопе, по нормам NFPA 37 -9.3.1(7).
- Определяет условия блокировки воздуха на входе по соответствующему алгоритму.



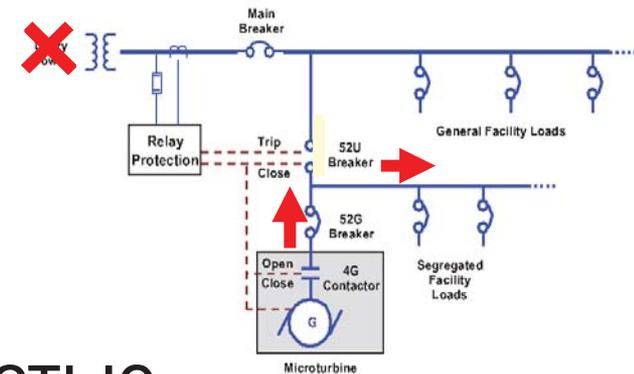
# Управления при работе в параллель

- Параметры напряжения и частоты задаются сетью
- Автоматический регулятор напряжения МТ управляет параметрами заданной мощности
- Параметры заданной мощности регулируются расходом топлива
- В параллель могут работать как одна так и более МТ



# Управление при работе на нагрузку

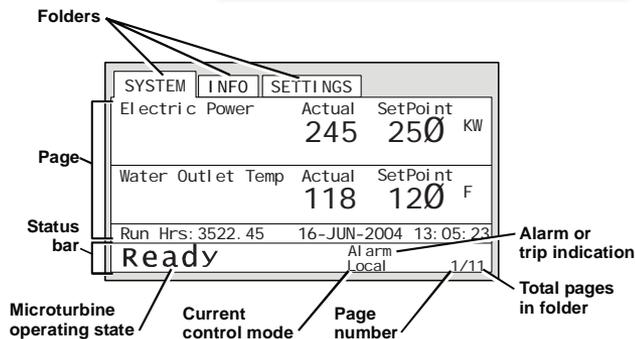
- МТ управляет параметрами напряжения и частоты  
Автоматика МТ осуществляет регулирование напряжения и управление реактивной мощностью
- Управление частотой производится изменением расхода топлива
- При работе в сети более чем одной МТ используется система “master-slave”
- Примечание: Модели для работы на газе высокого давления быстрее реагируют на изменение нагрузки



# Система управления и мониторинга

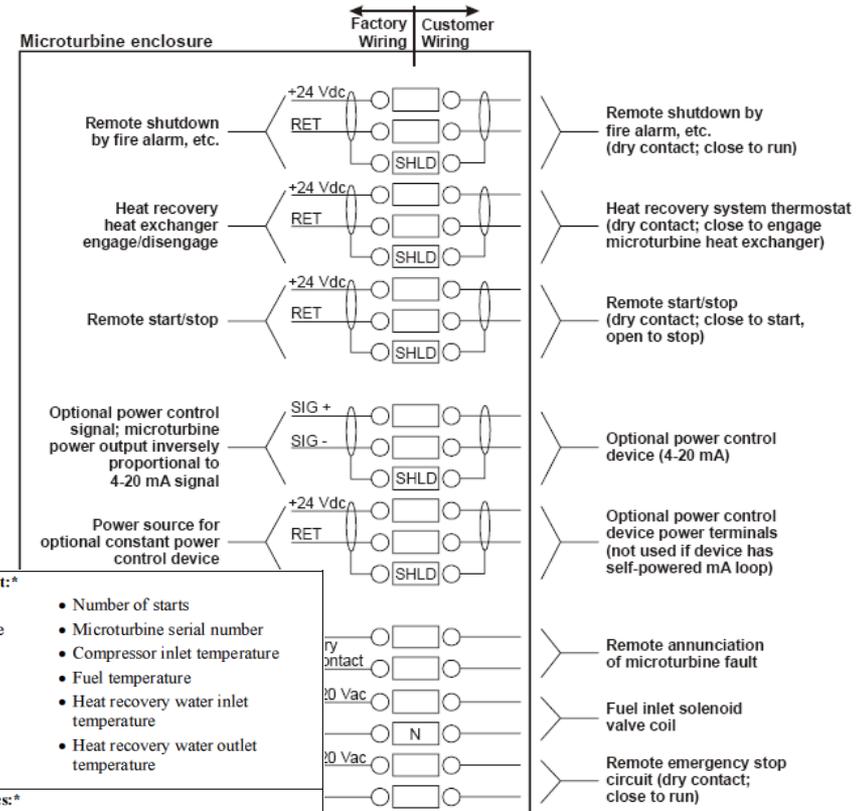


- Устойчивый, промышленного типа одноплатный контроллер.
- Монитор, показывающий состояние машины и обслуживание.
- Драйверные устройства и цифровой выход
- Связь с пользователем осуществляется посредством:
  - Проводного дистанционного управление
  - Modbus
  - Сенсорной панелью управления



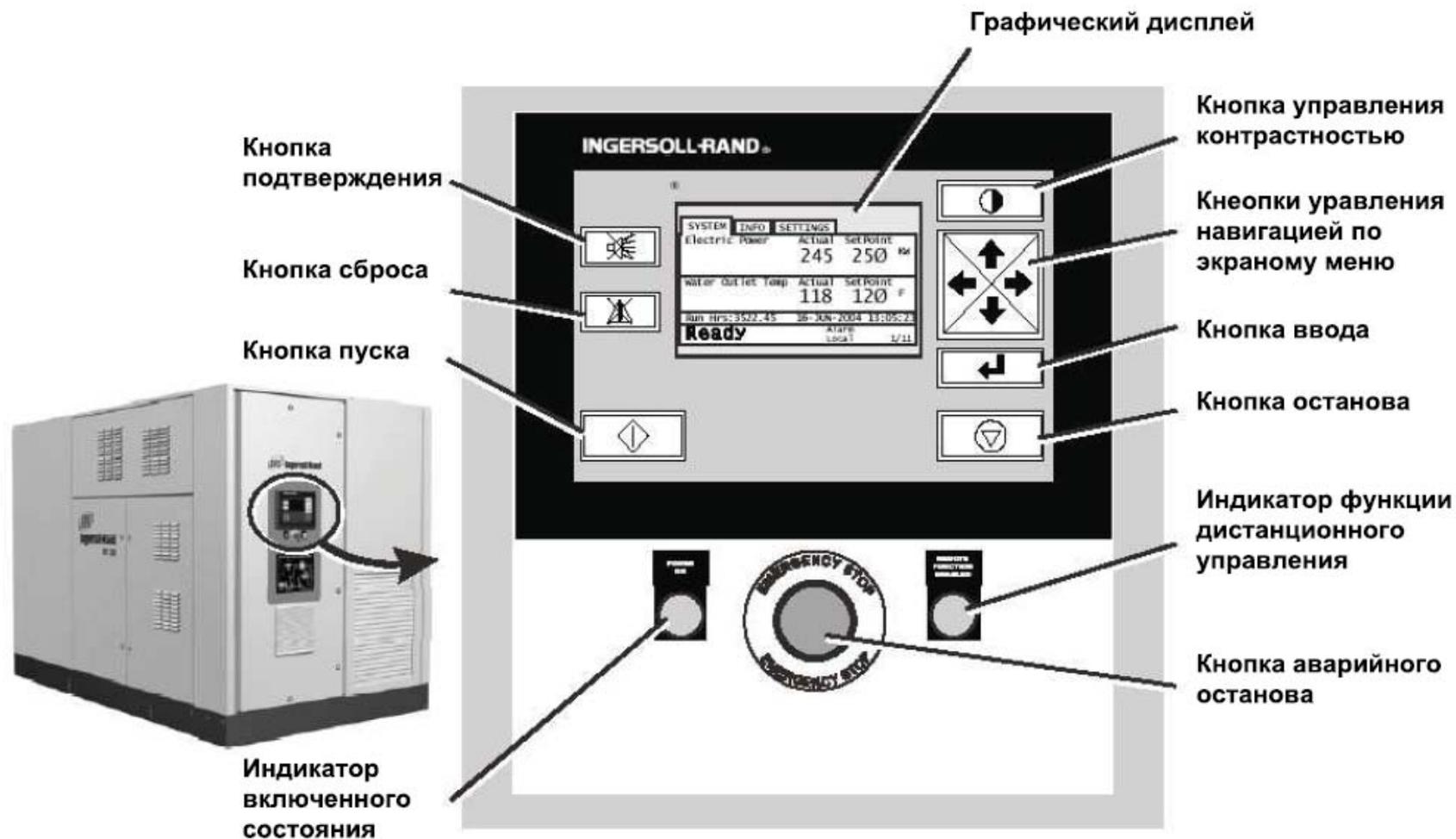
# Два типа связи в системе управления

- Проводное дистанционное
- Локальная последовательная Modbus communication
- Коммутируемая IP-LAN or RS-485

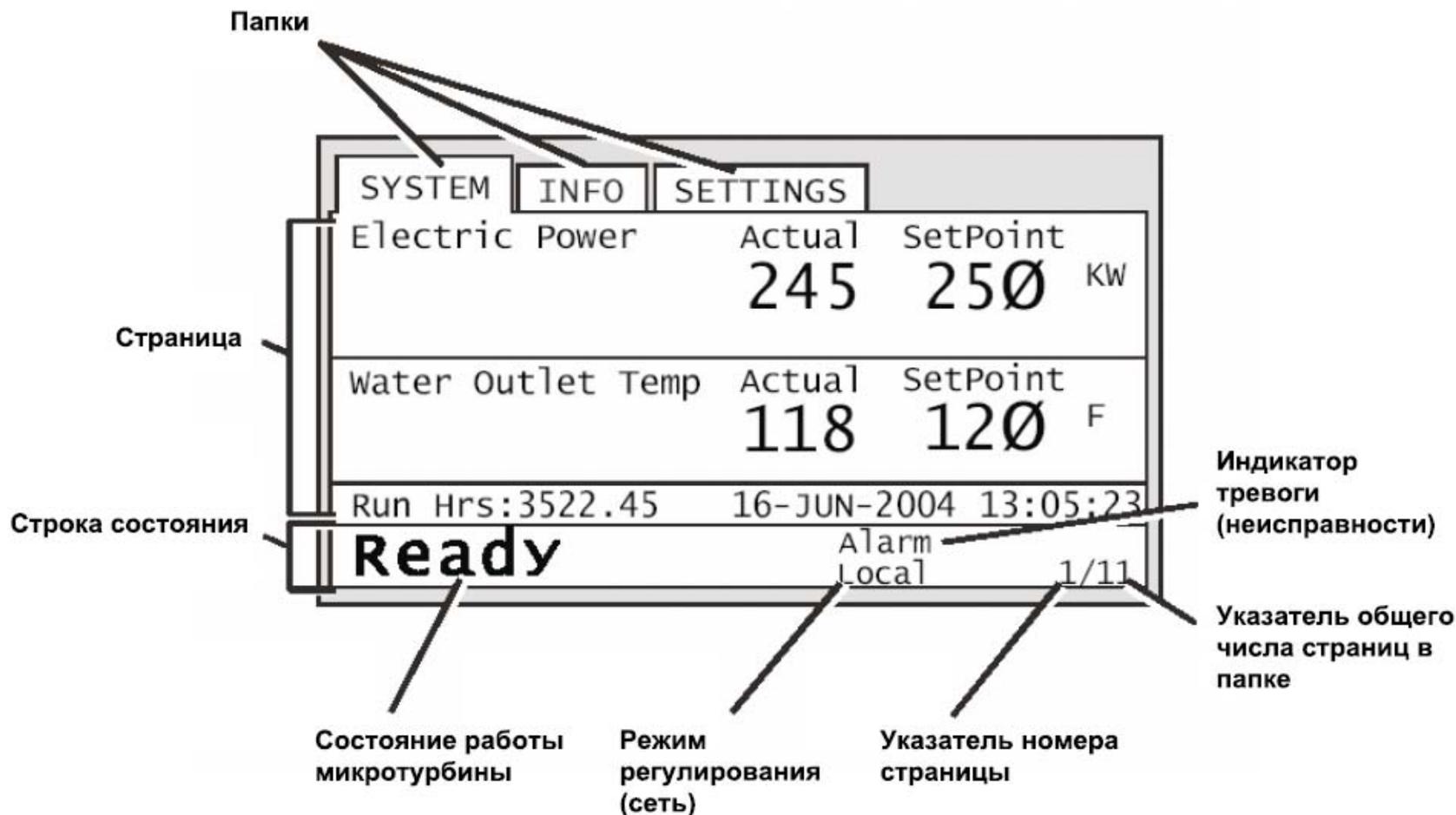


<b>Floating-point read-only output:*</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electric power output</li> <li>• Generator output line-to-line voltage</li> <li>• Generator speed</li> <li>• Generator power factor</li> <li>• Output power setpoint</li> <li>• Powered hours</li> <li>• Running hours</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of starts</li> <li>• Microturbine serial number</li> <li>• Compressor inlet temperature</li> <li>• Fuel temperature</li> <li>• Heat recovery water inlet temperature</li> <li>• Heat recovery water outlet temperature</li> </ul>
<b>Floating-point read/write values:*</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Power output setpoint</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heat recovery water temperature setpoint</li> </ul>
<b>Digital read-only values:*</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engine running</li> <li>• Engine ready to start</li> <li>• Engine not ready to start</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Any alarm active</li> <li>• Any trip active</li> </ul>
<b>Digital read-only string values:*</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• First out alarm</li> <li>• Machine time</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• First out trip</li> </ul>
<b>Digital write-only command values:*</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remote start</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remote stop</li> </ul>

# Основные средства контроля и отображения



# Данные выводимые на дисплей



# Варианты отображения данных

**Последнее зарегистрированное событие**

**Следующая страница:**

**Для просмотра нажать кнопку Ввод**

**Папка значений**

**Выбранный режим**

**Папка значений**

**Первое событие**

**Строка уставки напряжения**

**Уставка напряжения**

**Строка уставки мощности**

**Уставка мощности**

Event Name	Time	Date
1 Stop (Local)	09:18:44	0720
2 Start (Local)	09:08:43	0720
3 Reset (Local)	09:08:23	0720
4 Flame Out Trip	08:58:41	0720
5 Start (Local)	08:58:23	0720
6 Stop (Local)	08:24:01	0720
7 Start (Local)	08:23:12	0720

Control Mode
<input checked="" type="radio"/> Remote Functions Disabled
<input type="radio"/> Remote Control by Dry Contact
<input type="radio"/> Remote Control by Serial Comm's
<input type="radio"/> Remote Control by SCM

Starts : 006543.2 Starts : 000234  
Cycles : 006123.4 Cycles : 000189  
Connects : 000185  
Start Attempts : 000241

Serial : 0000234  
SW Ver : 22357420A-18-ENG  
BCM Ver: 2.54  
First Out: TRP-Fuel In Pres Low

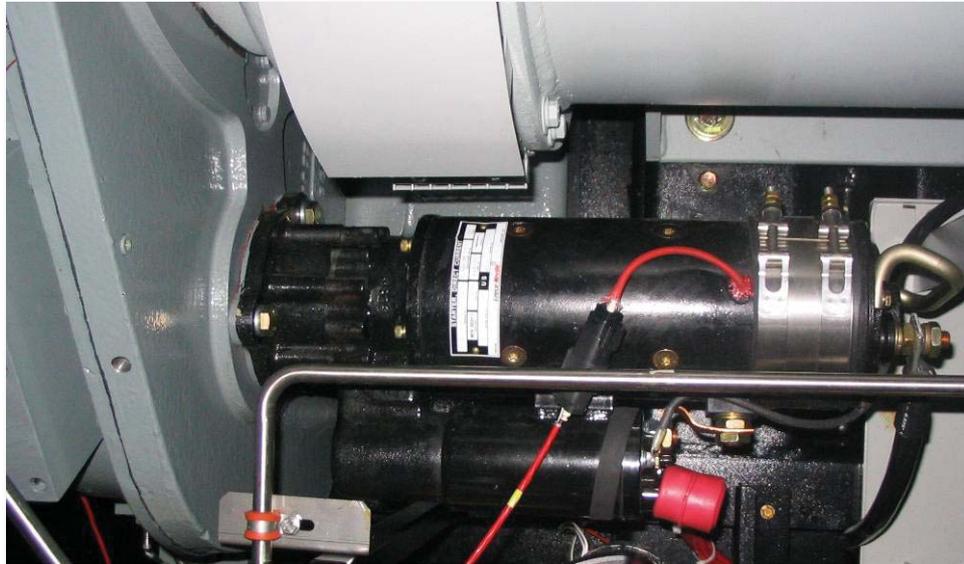
Setpoint Options:	
Power Setpoint	200 kW
Voltage Setpoint	480 V
P.F. Setpoint	1.00 pu

Setpoint Options:	
Power Setpoint	200 kW

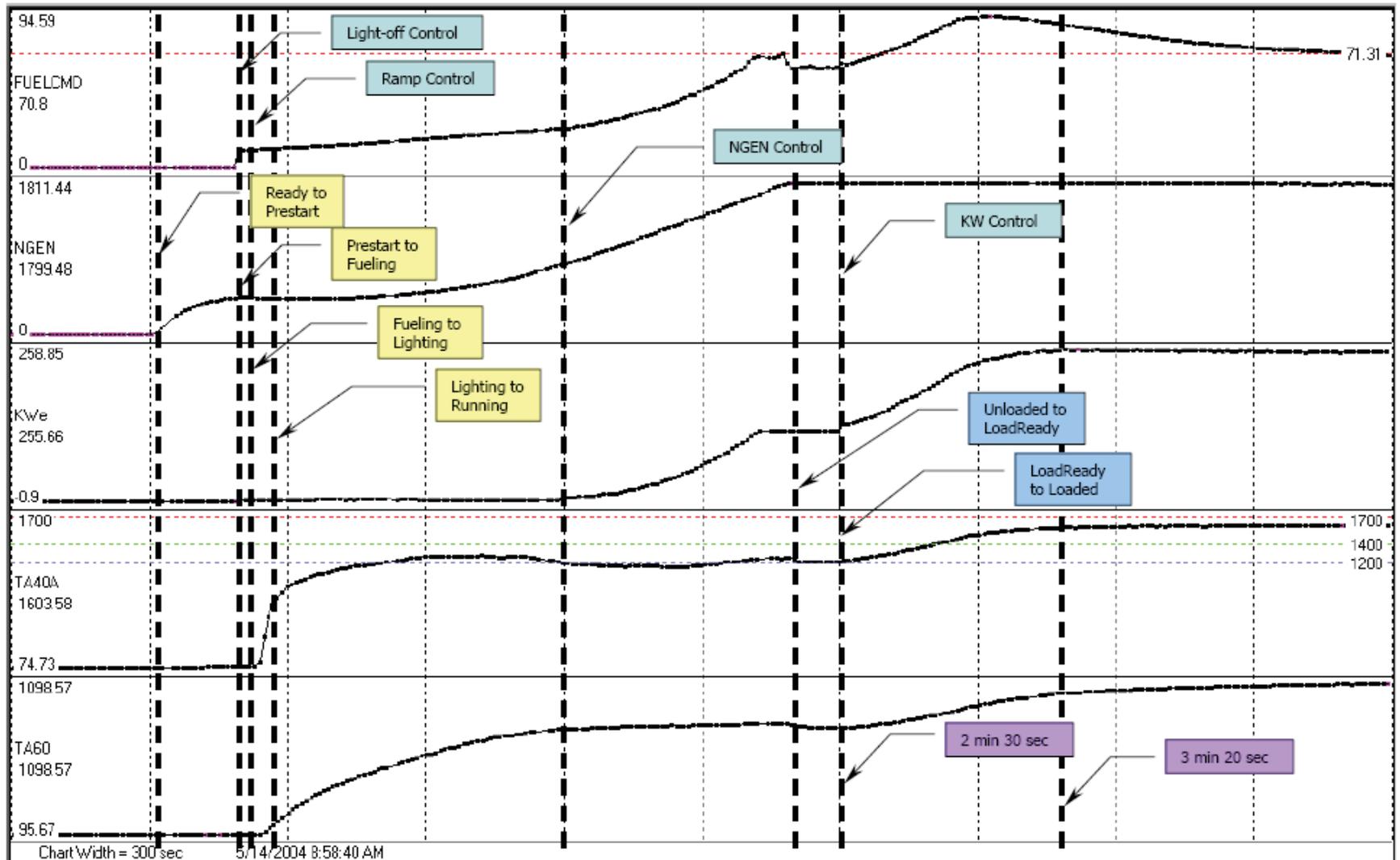
# Электростартер

---

- Встроенный 24 В электростартер, питаемый комплектом аккумуляторных батарей.
- Стартер смонтирован на вспомогательной площадке редуктора
- Стартер раскручивает ротор двигателя до 12000 об./мин.

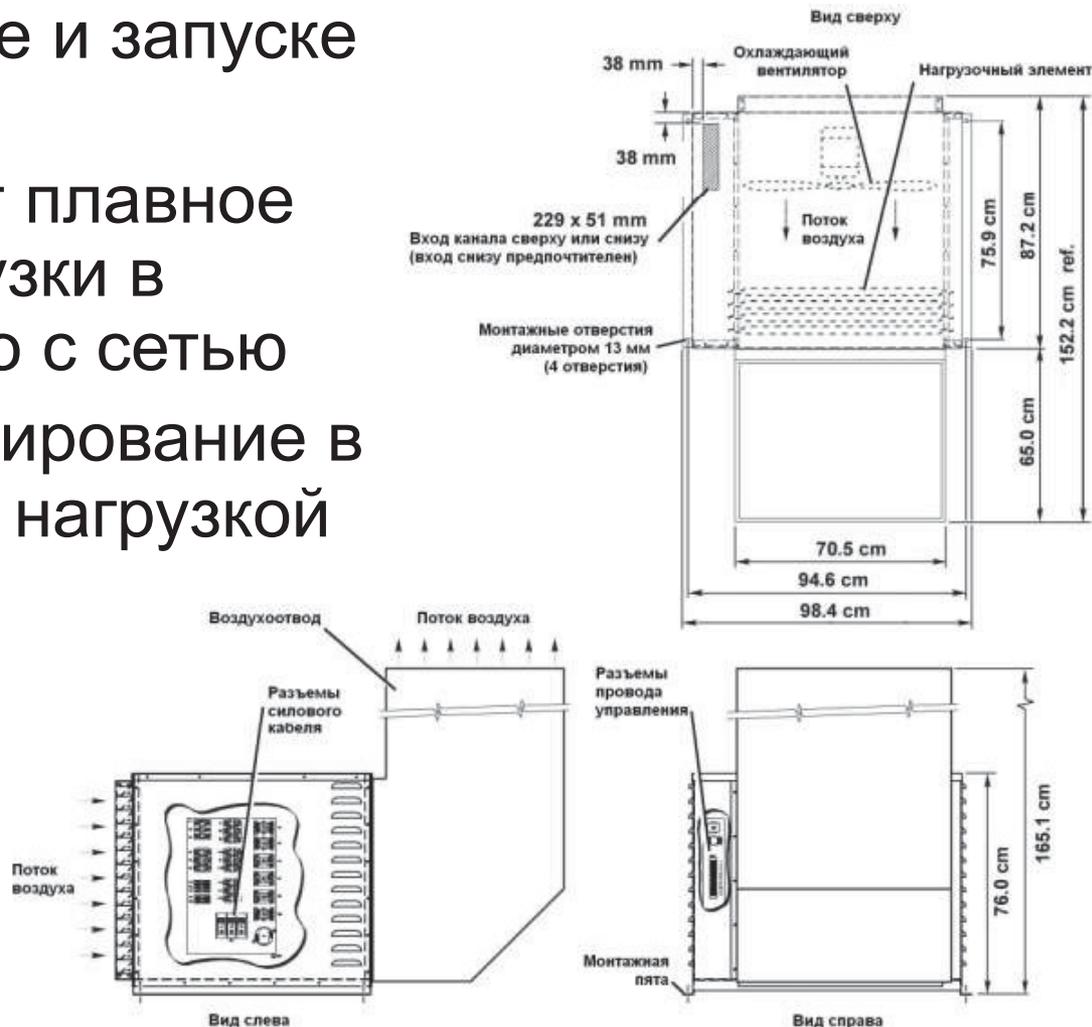
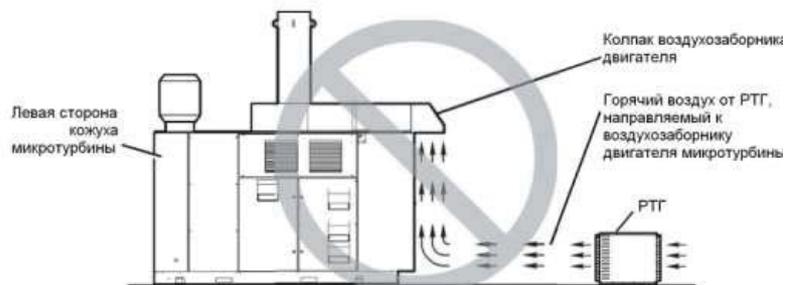


# Диаграмма запуска (Холодный старт)



# Резистор торможения генератора (РТГ)

- Главным образом принимает участие при останове и запуске двигателя.
- Так же обеспечивает плавное регулирование нагрузки в режиме параллельно с сетью
- Поддерживает регулирование в режимах с неполной нагрузкой



# Черный старт

- Предусмотрено два источника энергии для «Черного старта»
- «Auxiliary Loads» – внутренний источник для систем управления, вентиляции, обогрева
  - Размещен внутри пэкиджа
  - Достаточен для запуска МТ конфигурации на газе высокого давления
- «External Fuel Booster» – источник для системы повышения давления
  - Размещается за пределами пэкиджа
  - Выдает пост. ток напряжением 600 В
- Примечание: МТ также включает батареи (24 В) предназначенные для запуска двигателя

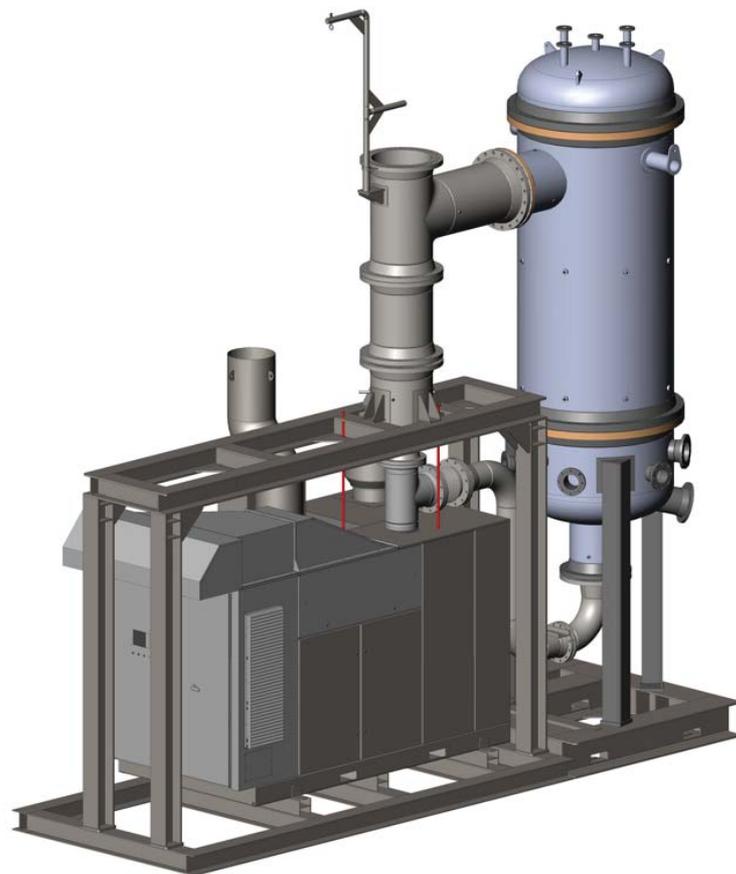


# Микротурбины серии FP

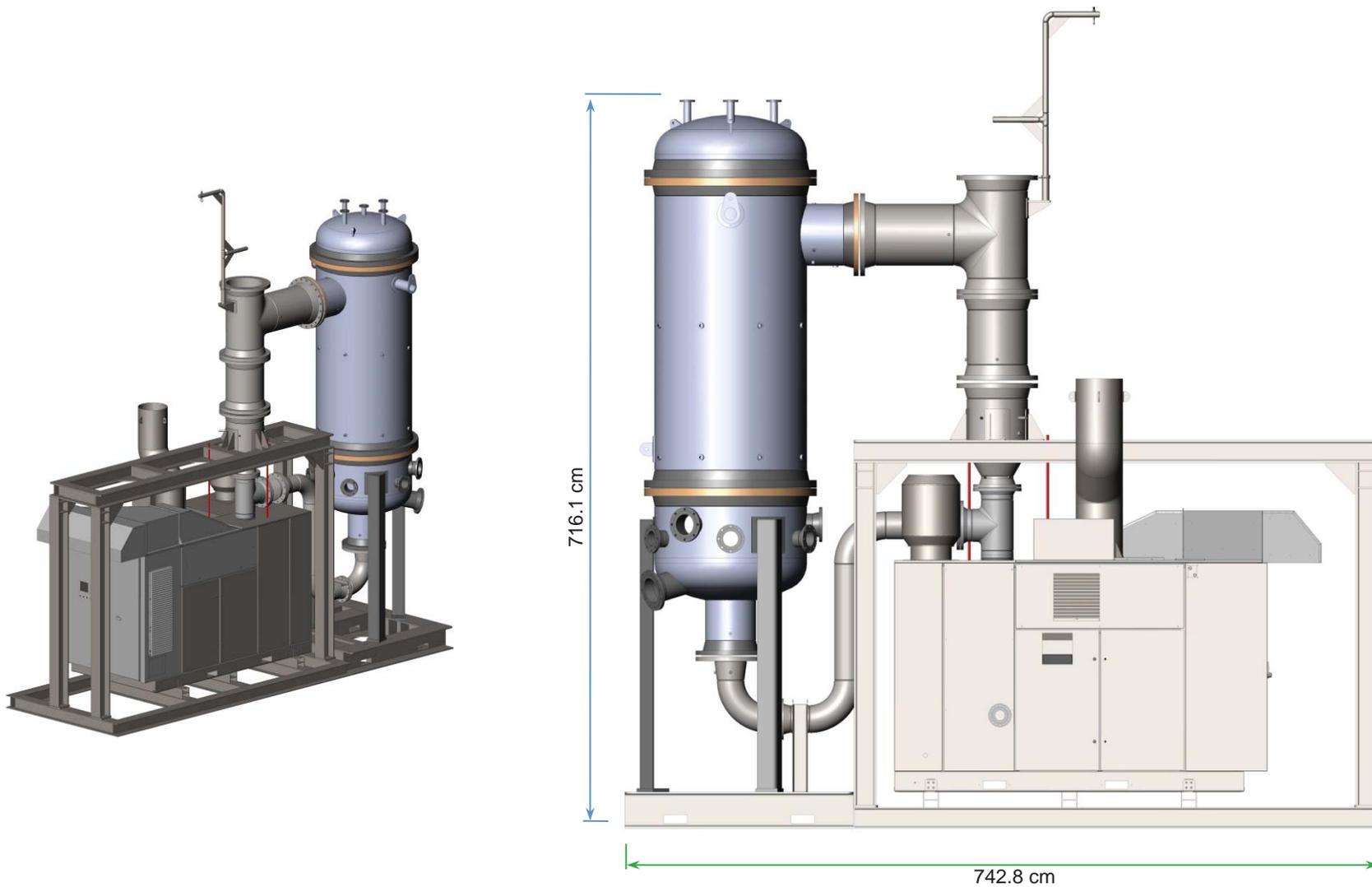
- Выбросы близкие к нулю
- Работает на газе со значением ВТЕ ниже 50
- Не требует подготовки газа
- Экономически оправдан
- Отвечает всем стандартам
- Прост в эксплуатации
- Низкие затраты на обслуживание
- Горячий чистый выхлоп может быть использован
- Занимает малую площадь

---

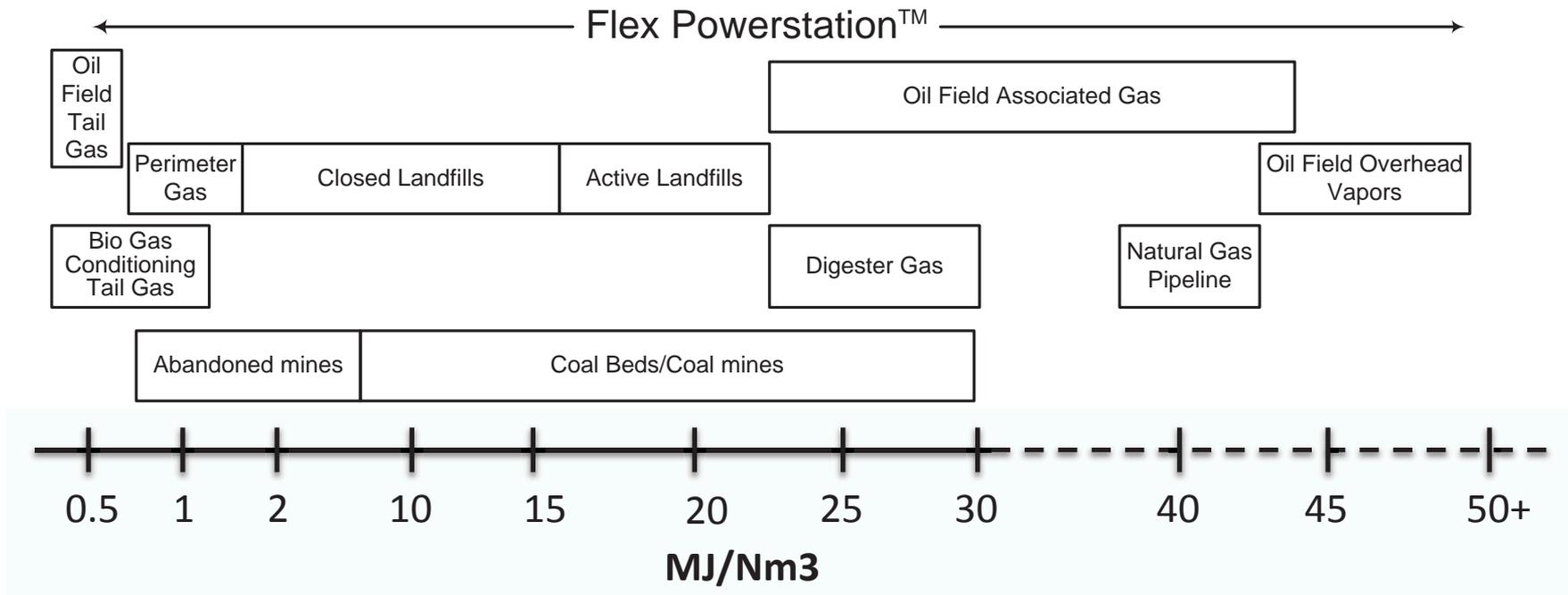
Номинальная мощность	250 кВт
Минимальная концентрация топлива	50 БТЕ/фут <sup>3</sup>
Минимальное давление газа	2 psig
Концентрация Nox в выхлопе	<1 ppm
Концентрация CO в выхлопе	<1 ppm
Тепловая мощность	3,750,000 Btu/hr
Температура выхлопа	450-500 F
Скорость газа в выхлопе	2.13 Кг/сек
Вес	54,000 lbs
Площадь	20 ft x 12 ft



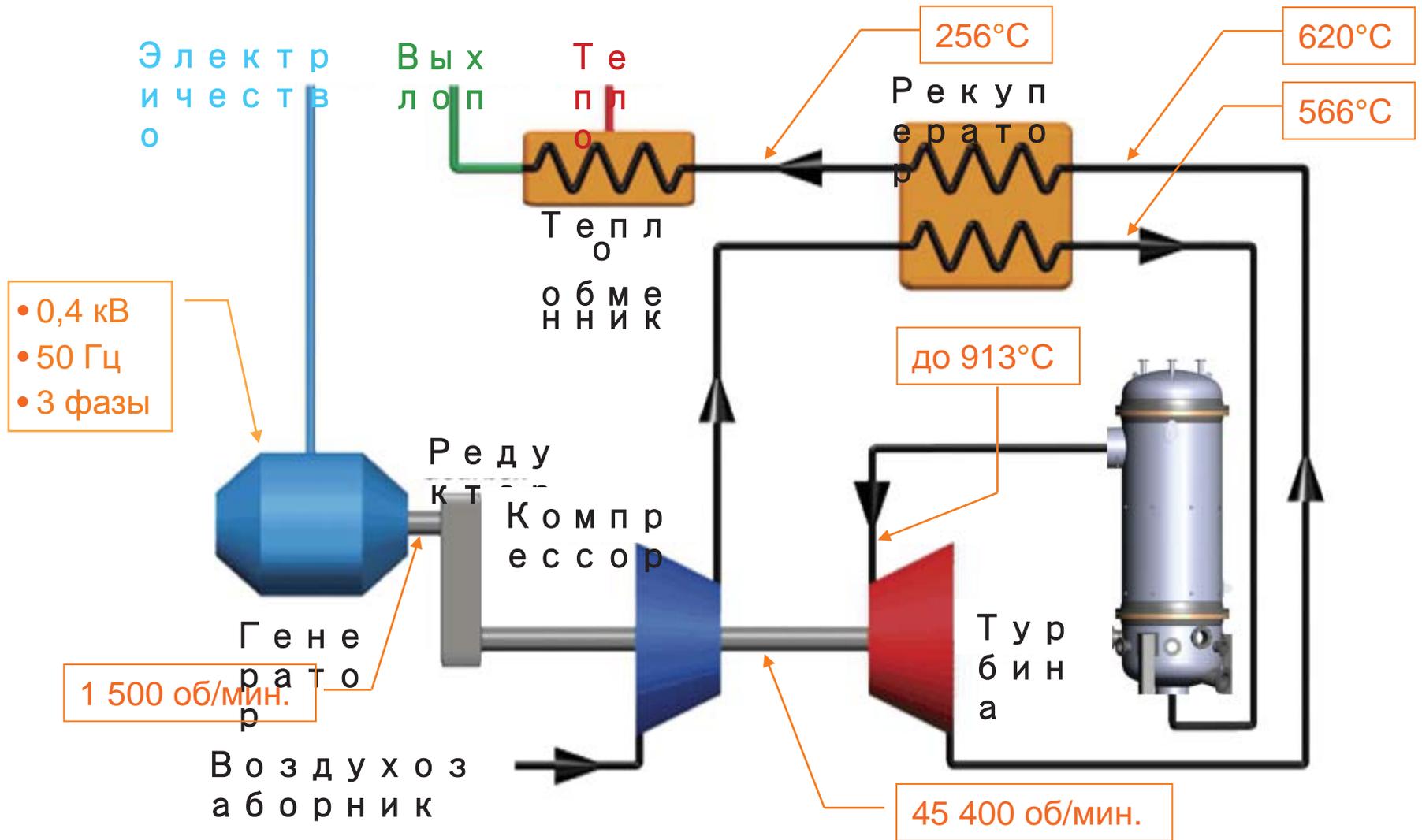
# Микротурбина FP250



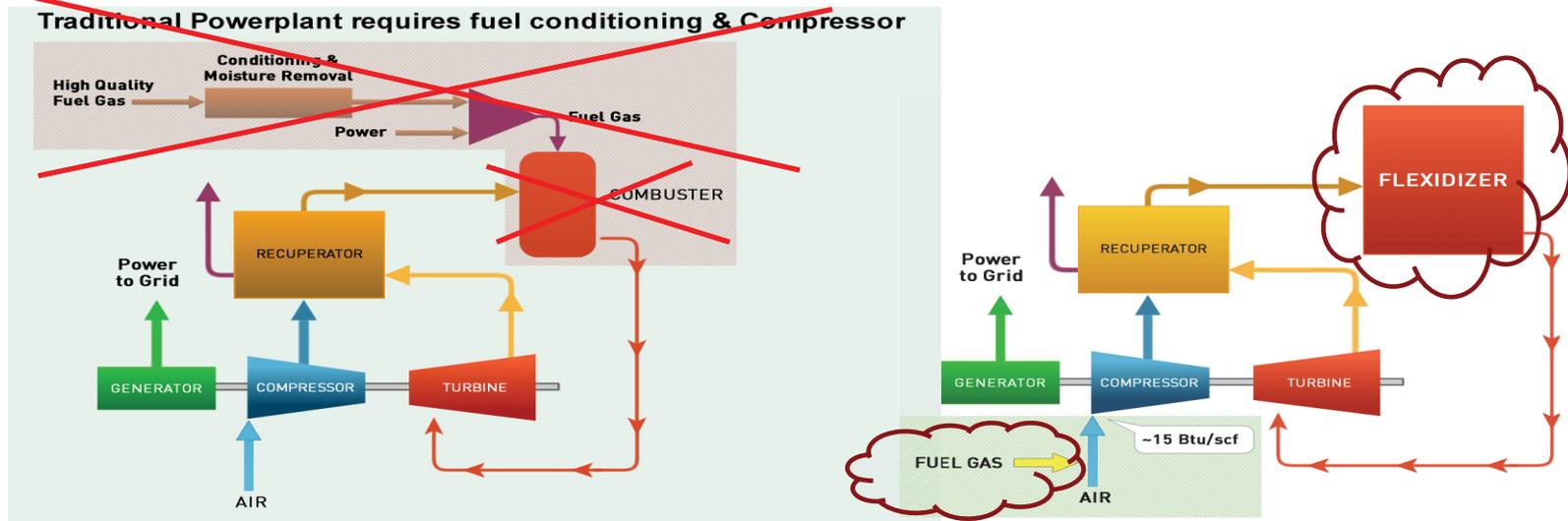
# Работа на разных видах топлива



# Диаграмма цикла FR250



# Особенности технологии



- Аспирация топливного газа на входе в систему позволяет отказаться от использования дожимной компрессорной установки
  - Разжижает газ ниже 1.5% содержания метана на входе в турбину
- Флексидайзер (Термический окислитель) заменяет камеру сгорания и позволяет отказаться от систем подготовки топливного газа
  - Исключает образование NOx одновременно разрушая CO и летучие органические соединения
  - Температура поддерживается в интервале от 790C до 1,260C

# Последовательность процесса окисления

- Газ и воздух смешиваются до подачи в компрессор (аспирация)
- Газ разбавляется ниже Нижнего Концентрационного Предела Воспламенения – впрыскивается в воздушный компрессор – исключает применение дожимного компрессора
- Смесь подогревается рекуператором до температуры близкой к температуре самовозгорания
- Патентованный Флексидайзер разлагает углеводороды на  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  при температуре менее  $2300^\circ\text{F}$  ( $1260^\circ\text{C}$ ), что исключает возникновение термического  $\text{NO}_x$
- Существенная длительность процесса окисления позволяет полностью окислить при низких температурах
- Бедная смесь препятствует мгновенному образованию  $\text{NO}_x$
- Высокое содержание  $\text{O}_2$  способствует превращению  $\text{CO}$  в  $\text{CO}_2$



**Oxidizer**

# Основные конкуренты



C30 (35 кВт)

C65 (65 кВт)

C200 (200 кВт)



T100 (100 кВт)

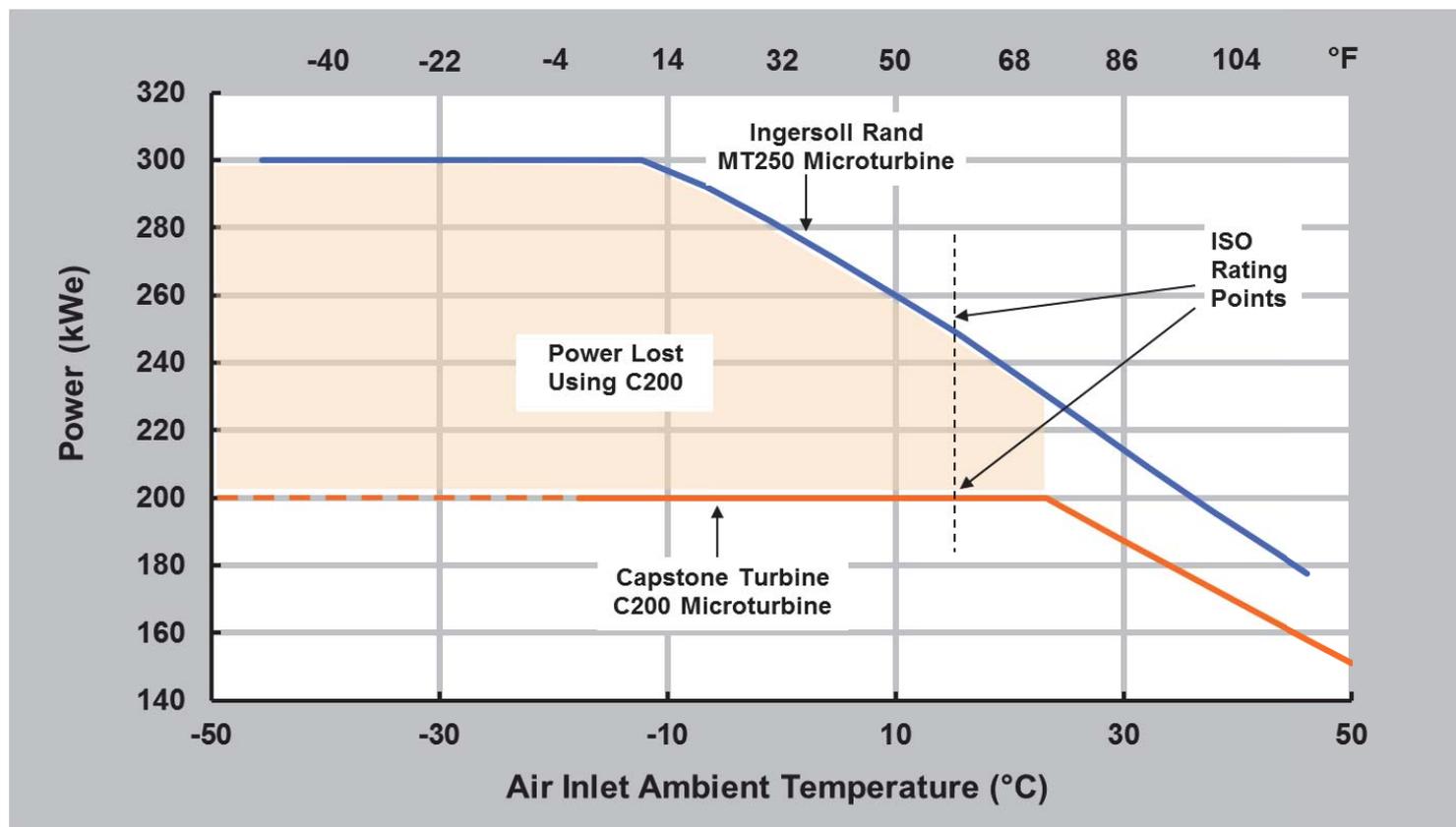


TA100 (100 кВт)

(Куплен в 2010 году Capstone)

# MT250 versus C200. Outperforms

## MT250 Dramatically Outperforms C200 in Cold Weather



- FlexEnergy MT250 produces more power in colder weather
- Capstone microturbines power limited in colder weather
  - Capstone design weakness robs customers of power and energy savings

50

# MT250 против C200. Автономный режим

## **MT250 легко побеждает конкурентов при работе в режиме силового острова**

- Не требуется батарея проходящей нагрузки
- Синхронный генератор
  - Возможность линейного пуска больших двигателей (см. следующий слайд)
  - Не требует устройств плавного пуска или частотно-регулируемых электроприводов
  - Возможность устранения неисправностей без останова
- Износостойкость винтовых компрессоров
- Производится в течении 8 лет
- Более совершенная конструкция рекуператора
  - Пластинчатый теплообменник (MT250) против первичной поверхности (C200)
- Большая выходная мощность при холодной погоде

# MT250 против C200. Автономный режим

---

- В обычных условиях, MT250 может принимать шаги нагружения двигателя по 100 л.с. (пуски прямого включения напряжения)
  - Исходя из прошлого опыта, микротурбины Capstone в состоянии принять лишь меньшую нагрузку (обычно 20 л.с. для C200)
- Генератор микротурбины MT250 имеет более широкий запас по кВА
  - Генератор MT250 400В переменного тока рассчитан на 541 ампер (соотношение 1.25:1 при макс. мощности в 300 кВт)
  - Генератор C200 400В переменного тока рассчитан на 310 ампер (соотношение 1.07:1 при макс. мощности в 200 кВт)

# MT250 против C200. Обслуживание

---

- Замена камеры сгорания
  - MT250: снять завихритель и заменить
  - C200: заменить весь двигатель
- Годовой интервал обслуживания
- С обслуживанием MT250 справится простой техник-механик
  - Для обслуживания C200 требуется более квалифицированный техник-электрик
- Возможность аварийного (черного) пуска MT250 превосходит таковую у C200

# MT250 против C200. Бустер топливного газа

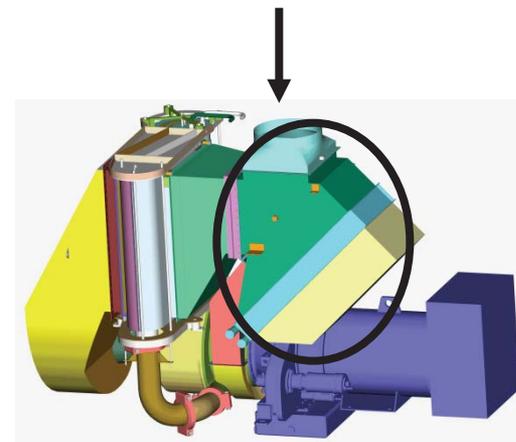
---

- Микротурбина C200 с опциональным бустером на базе спирального компрессора содержит смазочное масло/хладагент.
  - Модуль C200 для низкого давления **не является** безмасляным!
- Бустер C200 чувствителен к веществам, загрязняющим топливо, так как:
  - Двигатель спирального компрессора погружен в масло, которое контактирует с топливом!
- Бустер C200 расположен ниже газотурбинного двигателя
  - Утечки топливного газа могут подниматься в отсек двигателя!

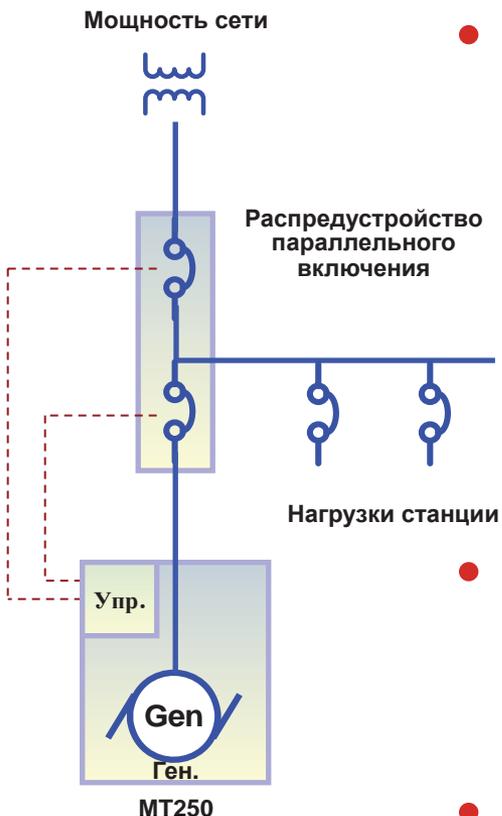
# MT250 против C200. Когенерация

- Базовый модуль MT250 может включать **встроенную систему утилизации тепла** для когенерационного применения
- В базовом модуле C200 **нет места** для системы регенерации тепла для когенерации, и требует:
  - дополнительной площади для внешнего модуля утилизации тепла
  - прокладки дополнительных трубопроводов между микротурбиной и внешним модулем
  - дополнительных расходов на установку

MT250 действительно имеет встроенную опцию когенерации, C200 - нет



# MT250 против C200. Работа в сети



- MT250 непрерывно подает энергию к потребителям станции при потере сетевой мощности, даже во время аварии сети
  - Автоматически размыкает сетевое распределительное устройство при обнаружении потери сети
  - Начинает автономную подачу энергии без прерывания питания потребителей
  - Управляет мощностью, подаваемой к нагрузкам, при автономной работе
  - Выполняет автоматическую синхронизацию и возвращается к работе параллельно с сетью при появлении энергии в сети
- Переключение без разрыва цепи – потребители не ощущают прерывания подачи энергии и не выключаются/не перезапускаются
- C200 требует переключения с разрывом цепи при прекращении подачи энергии
  - Подача энергии к нагрузкам прекращается на короткое время
  - C200 должна перезагрузиться для начала работы в автономном режиме

# MT250 против C200. Подшипники MT250

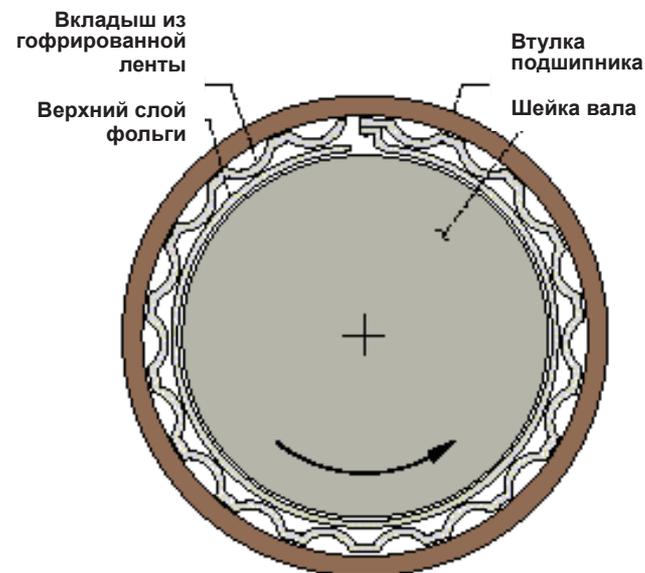
---



- Штатные современные подшипники с масляной смазкой
- Вал MT250 оборудован роликовыми подшипниками
  - Очень стойкие к износу
  - Подшипники с очень малыми потерями
  - Гораздо лучшее демпфирование
  - Выдерживают как осевые, так и опорные нагрузки

# MT250 против C200. Подшипники C200

- На вращающемся валу C200 установлены аэростатические подшипники
- Преимущества:
  - Несколько уменьшают трение
  - Не требуют масла для смазки и охлаждения
- Недостатки:
  - Чувствительны к загрязнениям (грязь и химикаты) в воздушной пленке
  - Влага может заблокировать подшипник
  - Вал должен садиться при останове и запуске
    - Основной вид износа
    - Ограничивает количество допустимых рабочих циклов
  - Хрупкая конструкция подшипника с фольгой с чрезвычайно малыми допусками
  - Неизбежно проскальзывание на хрупкой поверхности фольги



Предоставлено NASA

# Благодарим за внимание!

---

## **Contact USA**

**FlexEnergy, Inc.  
9601 Irvine Center Drive  
Irvine, CA 92618**

**tel: +1 (949) 428-3830**

**fax: +1 (949) 450-0567**

**[info@flexenergy.com](mailto:info@flexenergy.com)**

## **Контакт РФ**

**Таурус Энерджи, ООО  
614000 Пермь  
Комсомольский проспект,  
15В**

**тел. +7 (342) 274-6788**

**[taurus-energy@yandex.ru](mailto:taurus-energy@yandex.ru)**

**Турбоэнергия и Сервис, ООО  
614030 Пермь Писарева, 1А  
тел. +7 (342) 274-39-30  
факс +7 (342) 274-67-38  
[info@turboenergy.ru](mailto:info@turboenergy.ru)**