

**ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «РЭП ХОЛДИНГ»**



**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ  
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГЕНЕРИРУЮЩИХ ЭНЕРГОБЛОКОВ**

**Комплектные поставки оборудования для энергообъектов на основе высокотехнологичных газовых турбин мощностью 32, 22 и 16 МВт, изготовленных в России по лицензионным соглашениям с зарубежными партнерами.**

Отличительные особенности газовых турбин:

- ✓высокий ресурс;
- ✓высокая степень готовности и ремонтпригодности;
- ✓экологические характеристики, возможность работы на разных видах топлива.

- Энергоблок на базе газовой турбины General Electric MS5002E (T-32) мощностью 32МВт: Серийно производится ЗАО «РЭП Холдинг», на 1 кв. 2014 г. поставлено заказчикам 31 турбоблок. Степень локализация производства T-32 составляет до 95%. GE поставляет только лопатки ротора ВД, горелки и элементы камеры сгорания.
- Энергоблок на базе новой газовой турбины T-16, мощностью 16МВт – начало серийных поставок запланировано на конец 2015 г. Совместная разработка (GE + РЭПХ). Планируется локализация производства T-16 - до 95%
- Энергоблок на базе газовой турбины Solar Turbines Titan 250 (T-22) мощностью 22МВт – подписано лицензионное соглашение, первые поставки запланированы на конец 2014 года. Планируется локализация производства T-22 – до 75%. Solar Turbines поставляет горячую часть газовой турбины

## Энергоблоки производства ЗАО «РЭПХ» (сводная таблица)

Структура	Турбина газовая	Турбина паровая	Мощность блока электрическая (МВт)
1 x ГТ	T-16	-	15,5
1 x ГТ	T-22 (Titan 250)	-	21,75
1 x ГТ	T-32 (MS5002E)	-	31,0
1 x ГТ	MS5002E PIP (PE)	-	32,7
1 x ГТ + 1 x ПТ	T-32 (MS5002E)	T-12-6,0	41,9
2 x ГТ + 1 x ПТ	T-32 (MS5002E)	T-22-6,0	83,7
2 x ГТ + 1 x ПТ	T-22 (Titan 250)	T-12-6,0	53,7
2 x ГТ + 1 x ПТ	T-16	K-12-3,9	41,0

# Энергоблок на базе газовой турбины GE MS5002E (ГТЭ-32)



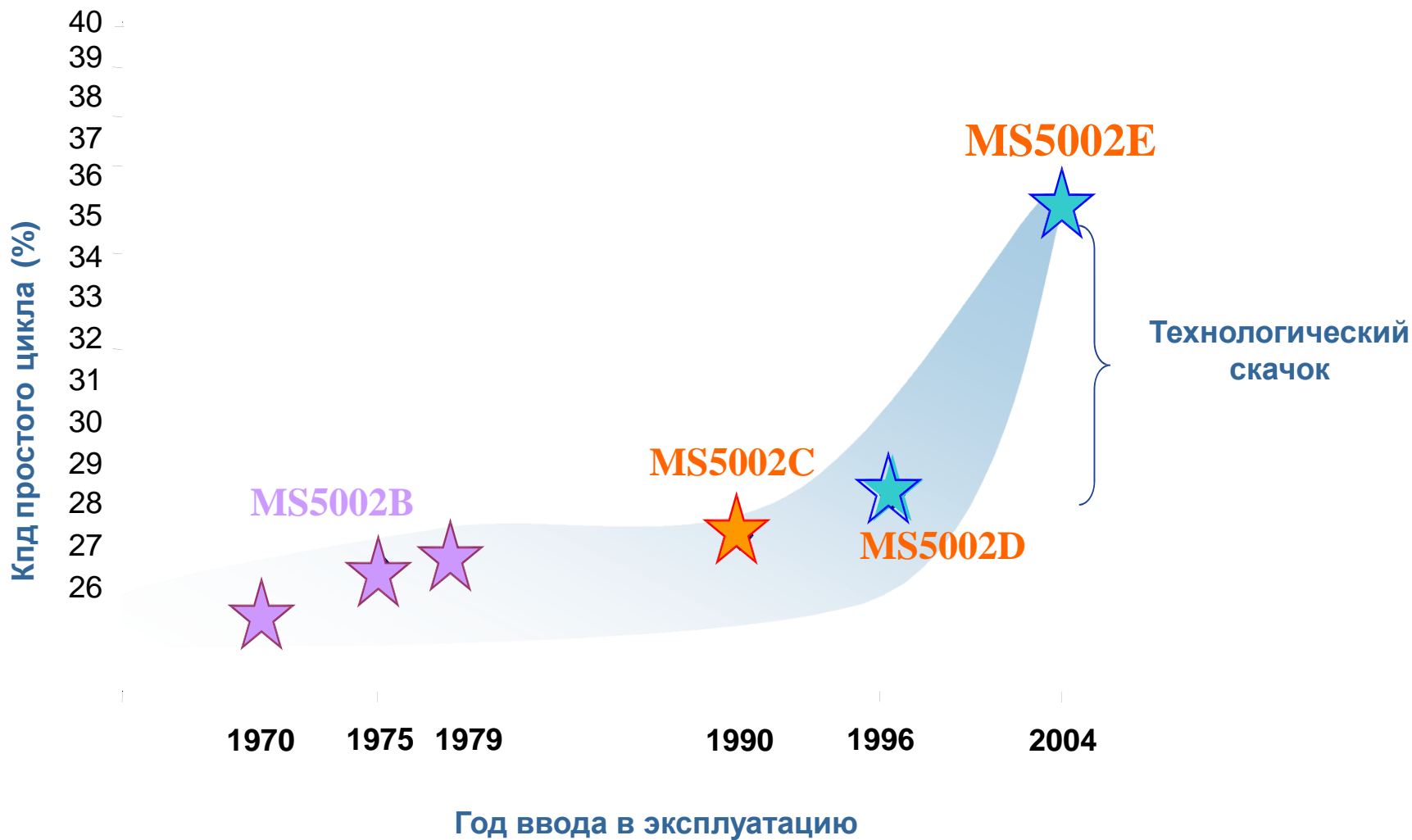
Газовая турбина MS5002E

Рама вспомогательных устройств

## Номинальные показатели (ISO) двигателя MS5002E / MS5002E PIP

Мощность	МВт	32 / 33,8
КПД механический	%	36 / 37,4
Расход уходящих газов	кг/с	102
Температура уходящих газов	°C	508 / 518
Содержание NOx	мг/м <sup>3</sup>	< 50

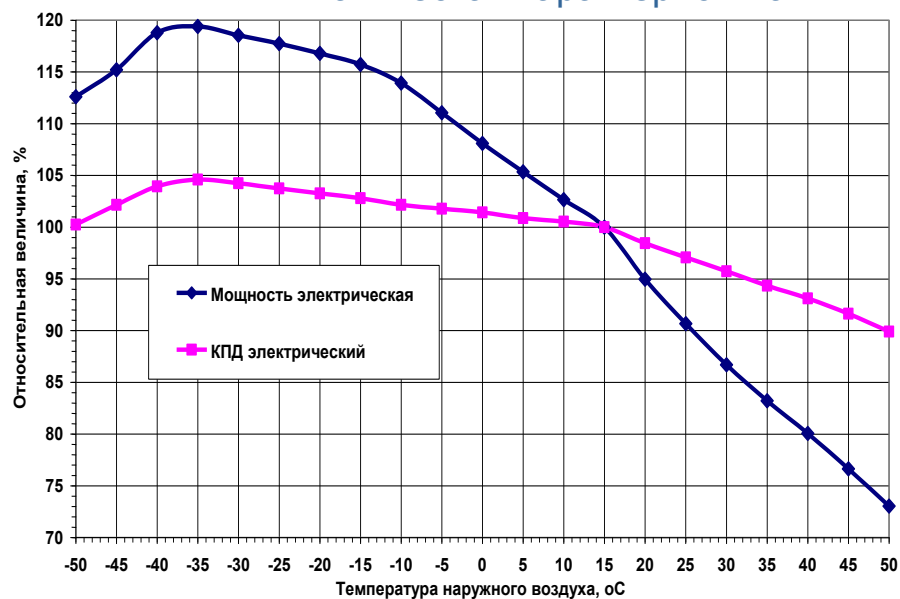
Новейшая технология (DLN2, усовершенствованные уплотнения, все сопловые и РЛ с охлаждением)



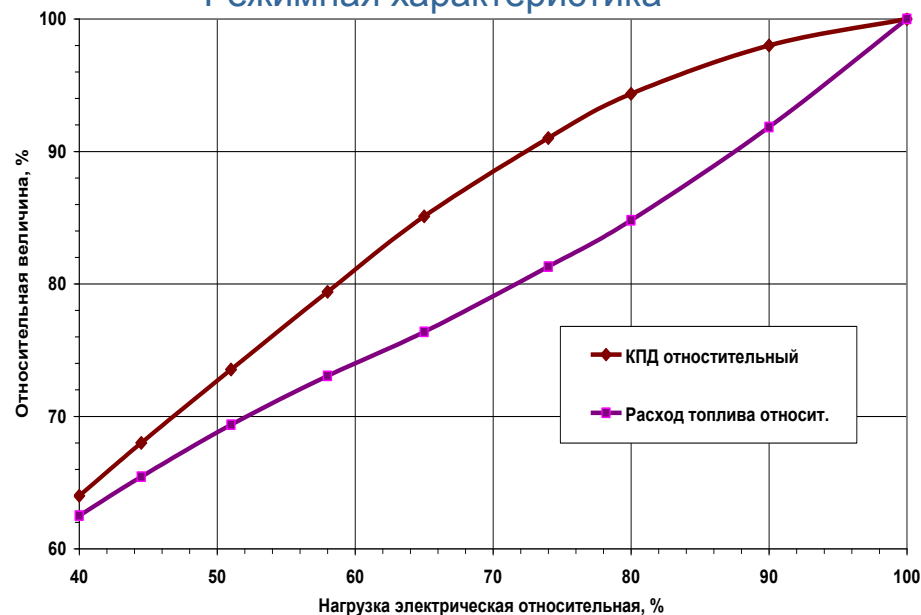
- Способность ГТУ длительно работать на холостом ходу и синхронизироваться с сетью;
- Способность удерживать обороты ТНД в рабочих пределах при сбросах и набросах нагрузки;
- Способность сбрасывать нагрузку до нулевой с любой начальной;
- Возможность работы ГТУ при нагрузке от 20%;
- Способность выполнять набросы нагрузки  $\pm 5$  МВт и выше, восстанавливая обороты ТНД в соответствии с рабочими характеристиками;
- Отсутствие срыва пламени на переходных режимах;
- Испытание сбросом полной нагрузки ( $>32$  МВт) с последующим торможением до холостого хода с пламенем без аварийных отключений;
- Успешный сброс нагрузки в режиме как предварительного смешивания, так и диффузионном.

# Характеристики ГТЭ-32 в стационарных условиях

Климатическая характеристика \*



Режимная характеристика \*



\* Значения при 100% соответствуют номинальным параметрам

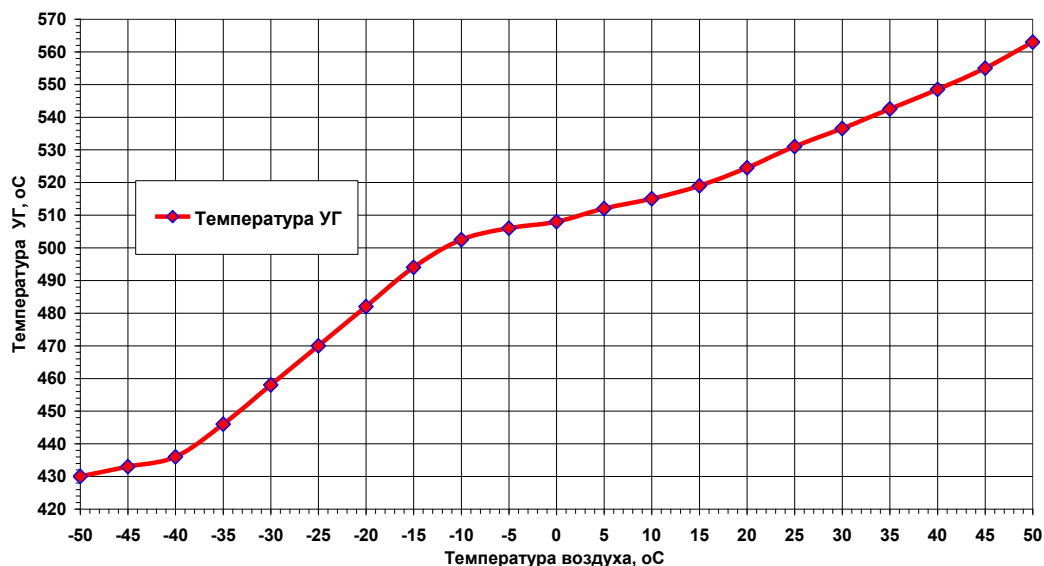
Условия площадки (Средний Урал, высотная отметка +260 м). Природный газ ( $Q_{рн} = 49047$  кДж/кг)

Температура наружного воздуха	°C	- 49	-35	-6,1	15	37
Относительная влажность	%	60	60	60	60	60
Выходная мощность электрическая	кВт	36150	38220	35570	32110	26670
КПД электрический	%	35,545	37,05	36,10	35,475	33,42
Расход топлива объемный	нм³/ч	10982	11135	10637	9774,5	8615
Расход топлива массовый	кг/с	2,074	2,103	2,009	1,846	1,627
Температура выхлопного газа	°C	433	460	509	522	546
Расход выхлопного газа	кг/с	118,6	120,6	109,3	101,5	89,7

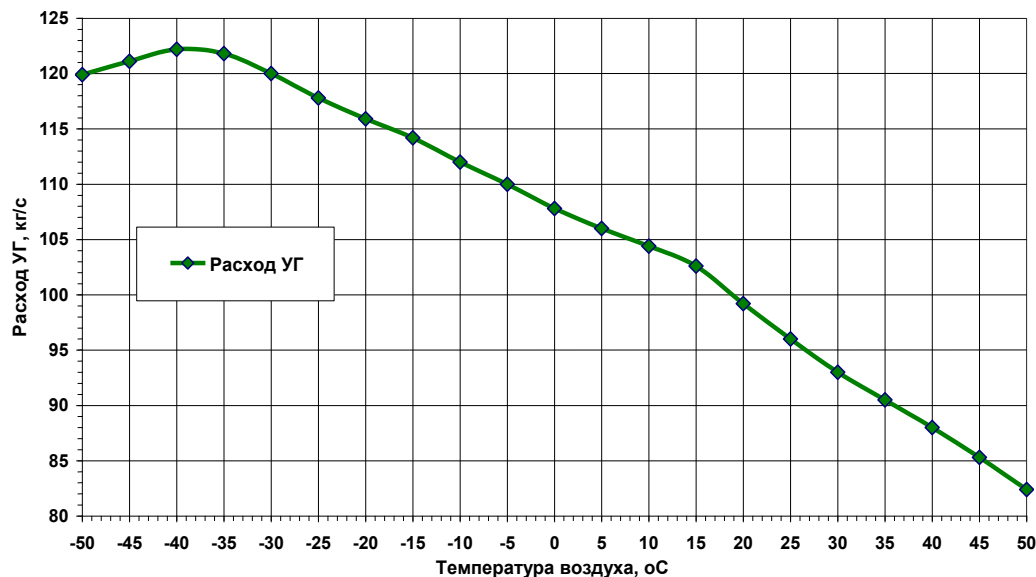
# Характеристики ГТЭ-32 в стационарных условиях

Климатическая характеристика. Параметры уходящих газов для расчета эффективности ПГУ и когенерации

Зависимость температуры  
выхлопных газов за турбиной  
от наружной температуры.  
Номинальные режимы



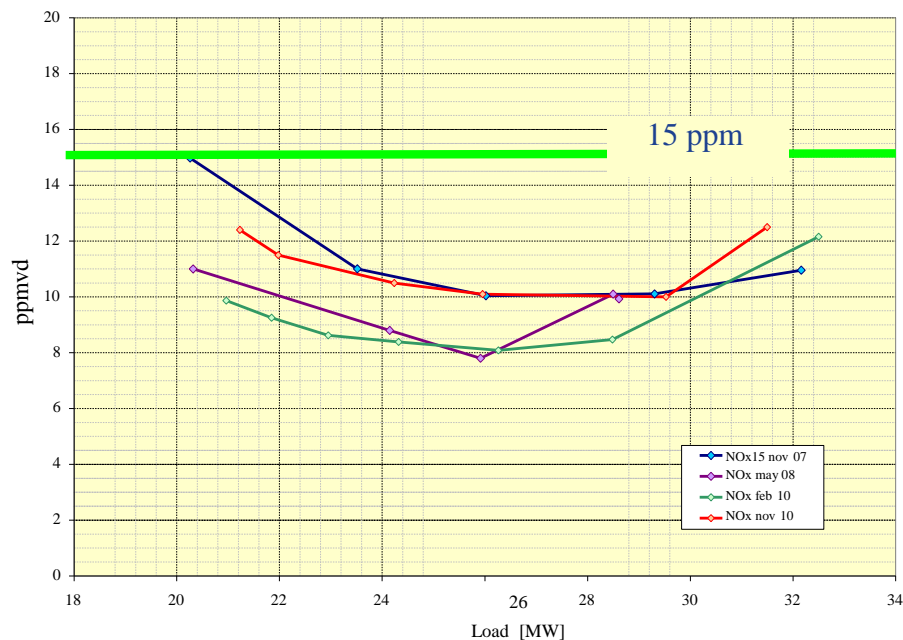
Зависимость массового  
расхода выхлопных газов за  
турбиной от наружной  
температуры.  
Номинальные режимы



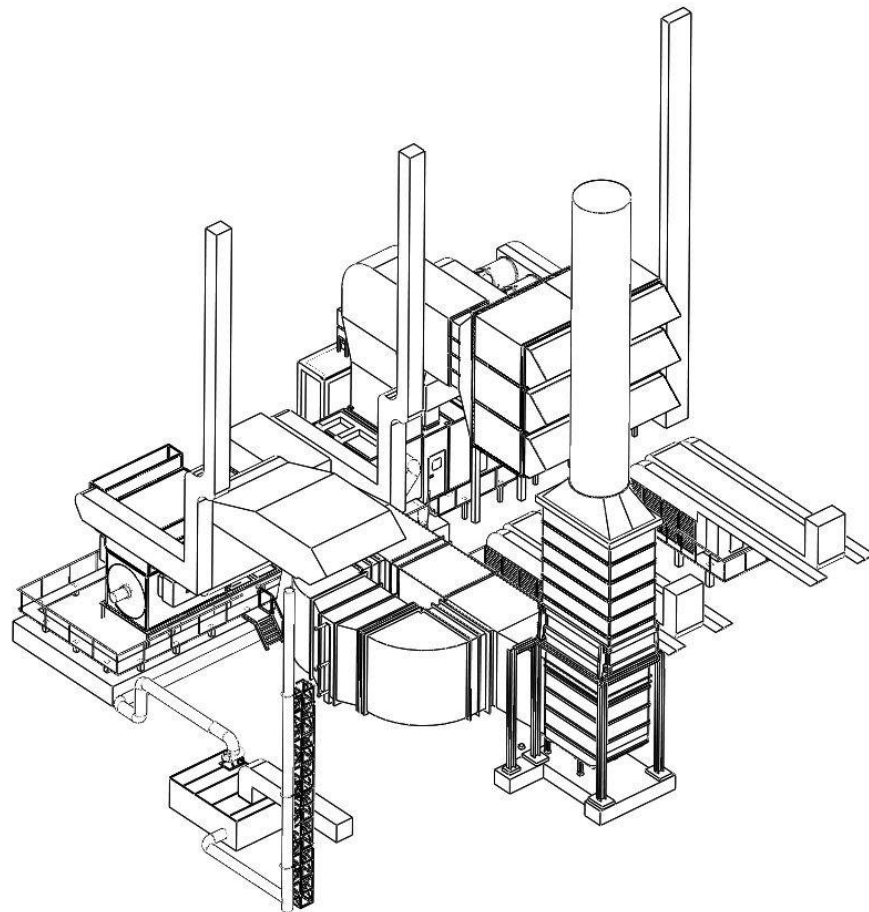
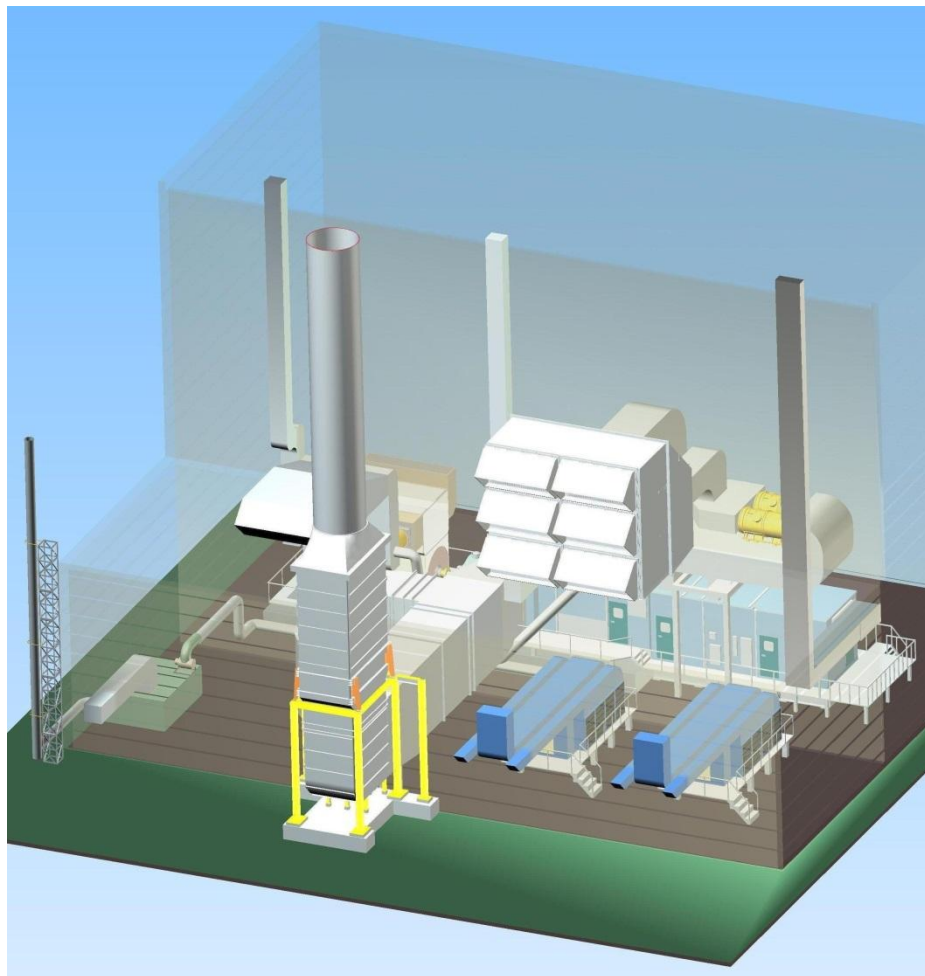


# Результаты обследования 25000 часов работы на электростанции Yara (Голландия)

- Стабильная работа на долгом промежутке времени;
- Выбросы NOx значительно ниже гарантированных уровней;
- Состояние оборудования позволило заранее выпустить план обслуживания (осмотр каждые 12 тыс. ч.);
- Надежность > 99% , готовность > 97%.

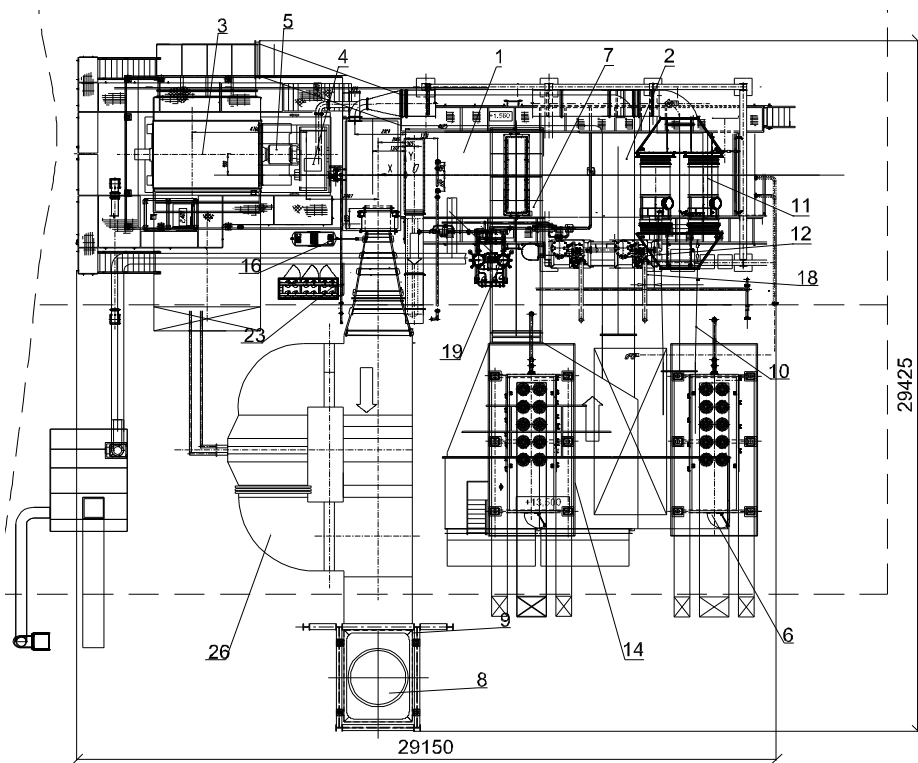


## Общий вид ГТЭ-32 на площадке

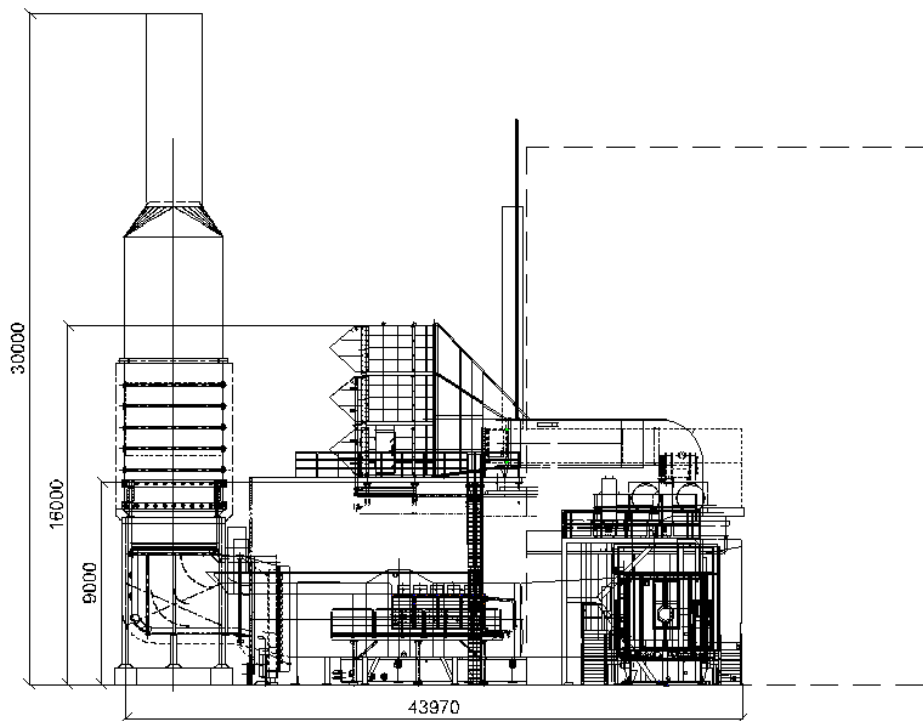


# Типовой проект ГТЭ-32 с водогрейным котлом (частичная утилизация)

## Компоновка на площадке



План

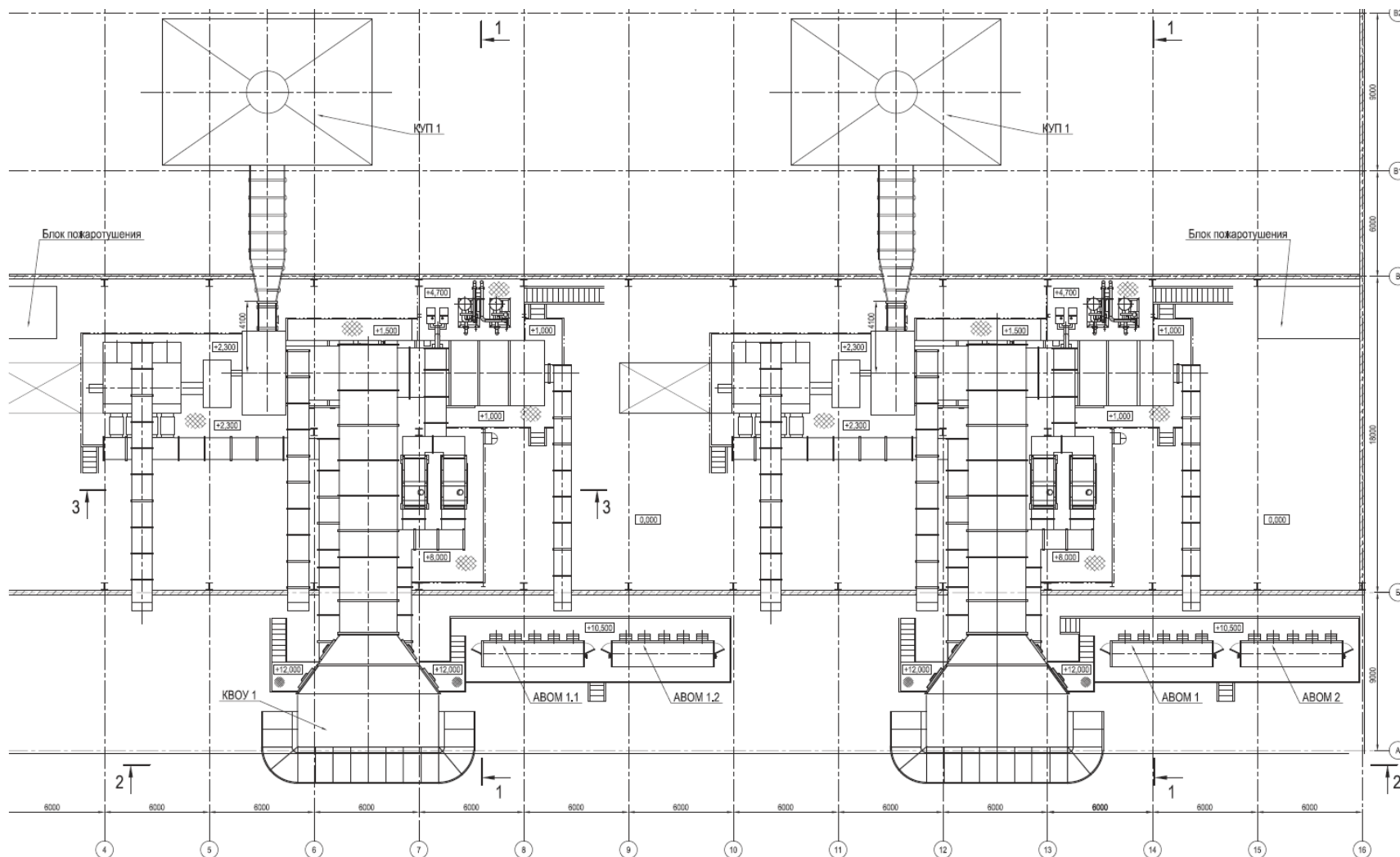


Вид сбоку

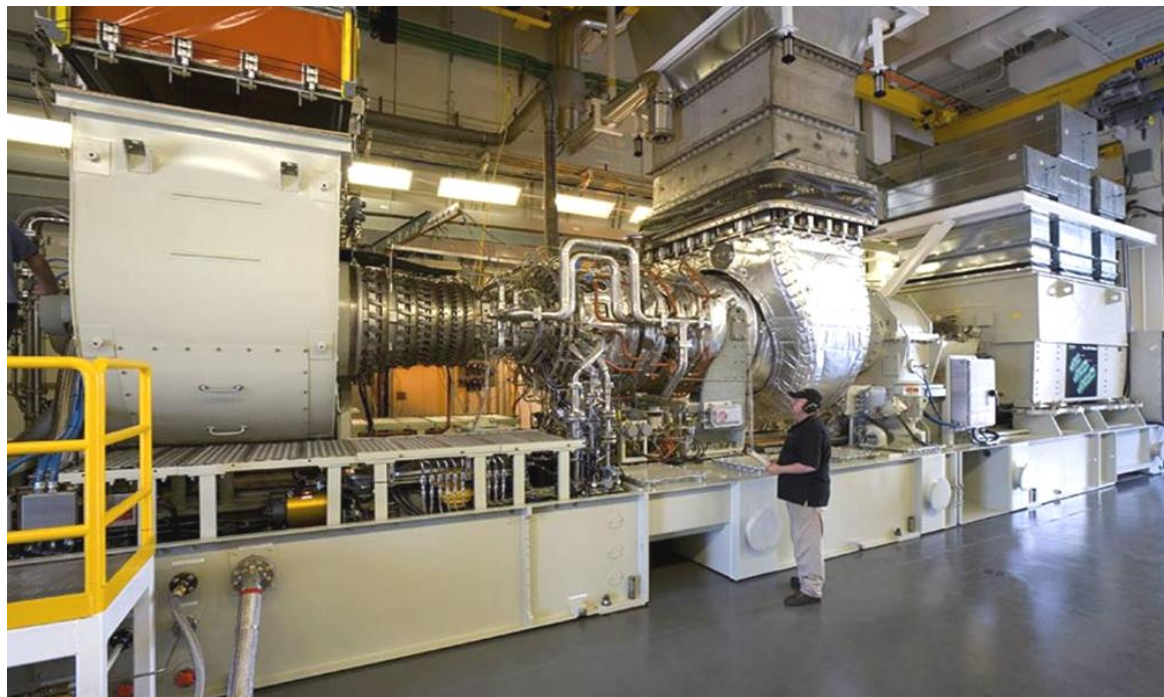
## Общий вид двух энергоблоков на площадке



## Компоновка двух энергоблоков в машинном зале







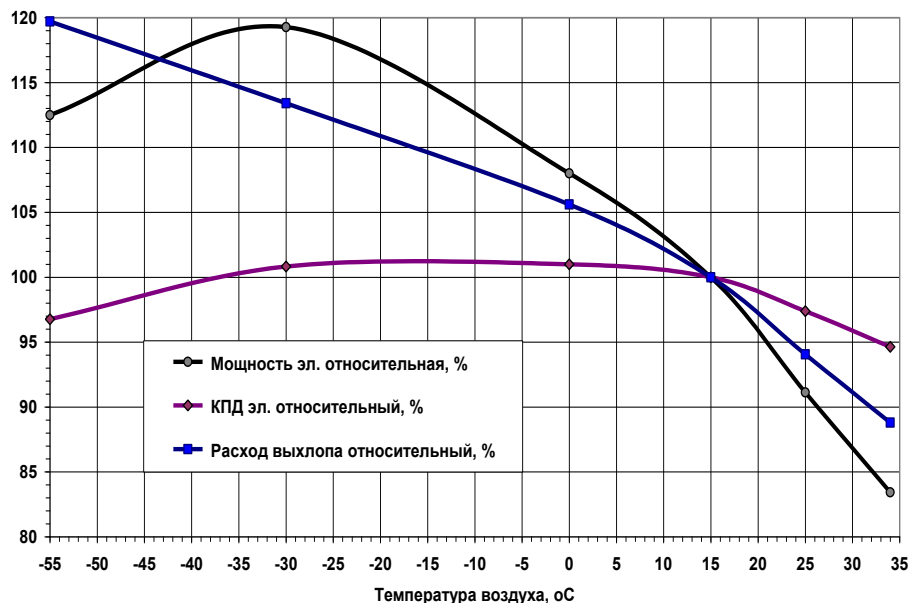
## Номинальные показатели (ISO) двигателя Т-22 / энергоблока

Параметр	Размерность	Значение
Полезная мощность мех. / эл.	кВт	22 370 / 21 745
КПД мех. / эл.	%	39,9 / 38,9
Расход выхлопа	кг/с	67,3
Температура выхлопа	°С	465
Содержание NOx	мг/м <sup>3</sup>	< 40

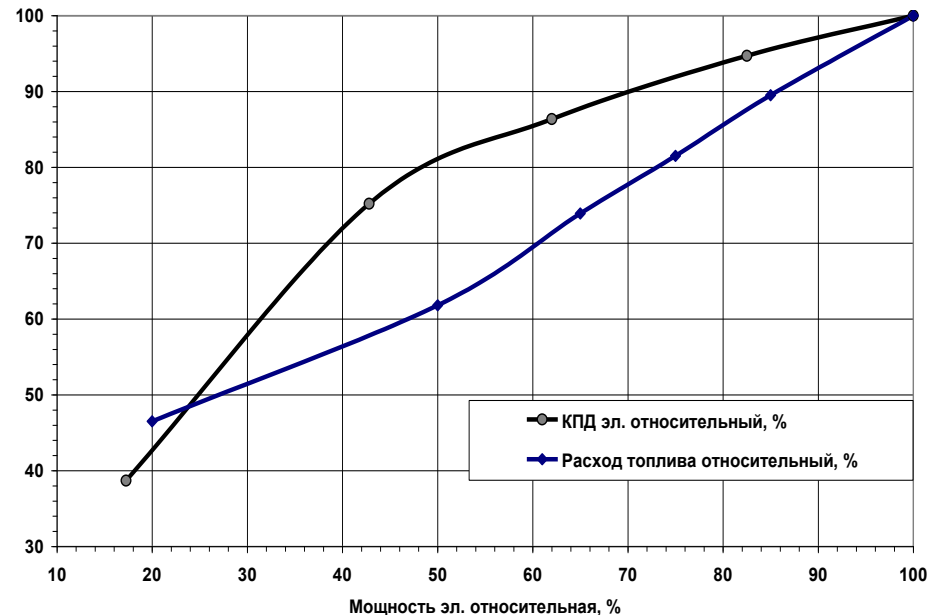
# Энергоблок на базе газовой турбины Titan-250 (Т-22)

## Характеристики в стационарных условиях

Климатическая характеристика \*



Режимная характеристика \*



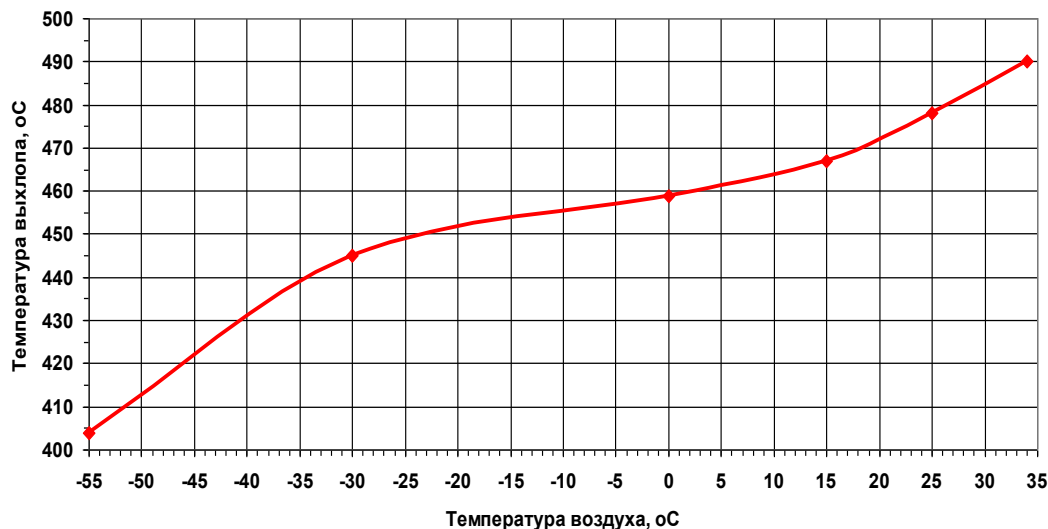
\* Значения при 100% соответствуют номинальным параметрам

## НОМИНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ В СТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

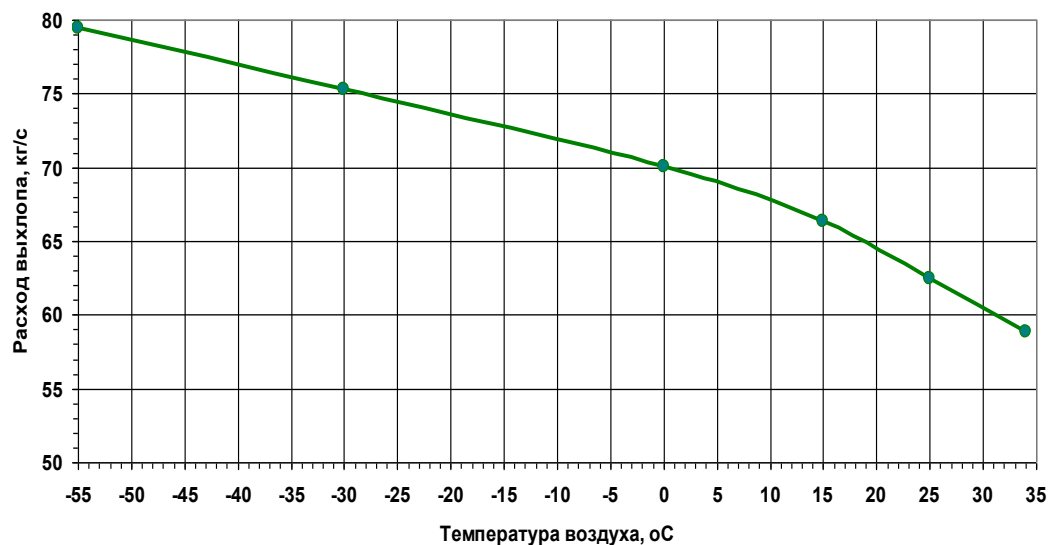
Мощность на клеммах генератора	МВт	21,3
КПД электрический	%	38,3
Расход уходящих газов	кг/с	66,4
Температура уходящих газов	°C	467
Расход топливного газа ( $Q_{рн}=50000$ кДж/кг)	кг/с	1,135
Температура наружного воздуха	°C	+15
Потеря давления на входе / выхлопе	мм H <sub>2</sub> O	70 / 200

## Климатическая характеристика. Параметры уходящих газов для расчета эффективности ПГУ и когенерации

Зависимость температуры  
выхлопных газов за турбиной  
от наружной температуры.  
Номинальные режимы



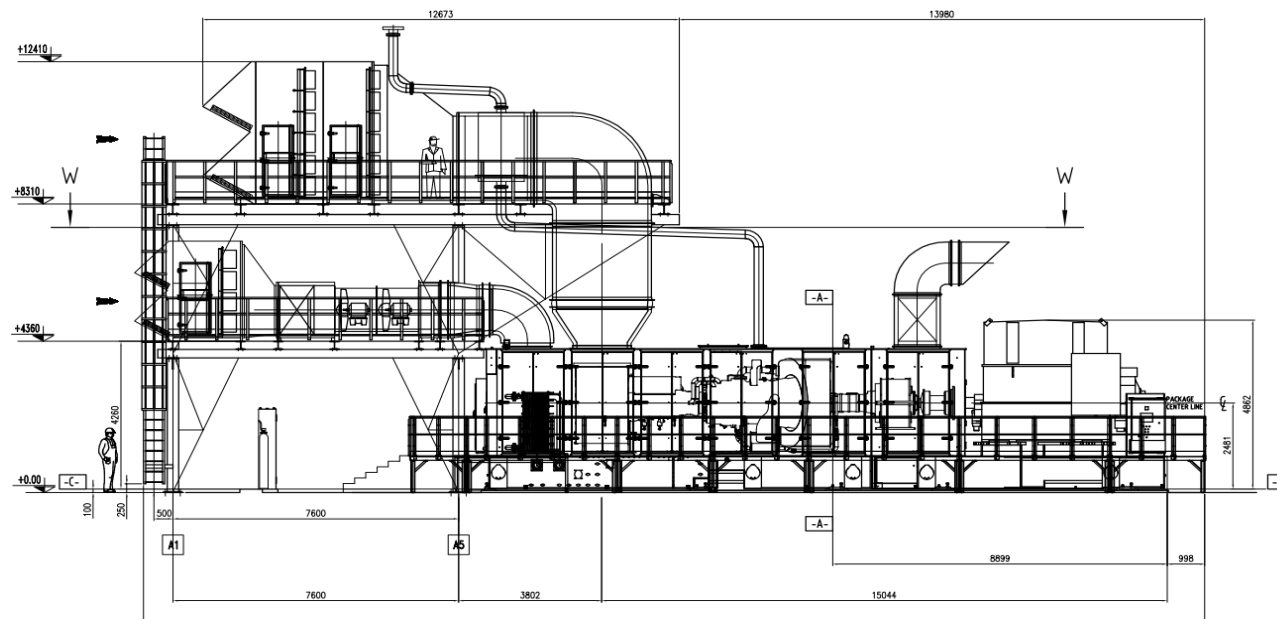
Зависимость массового  
расхода выхлопных газов за  
турбиной от наружной  
температуры.  
Номинальные режимы



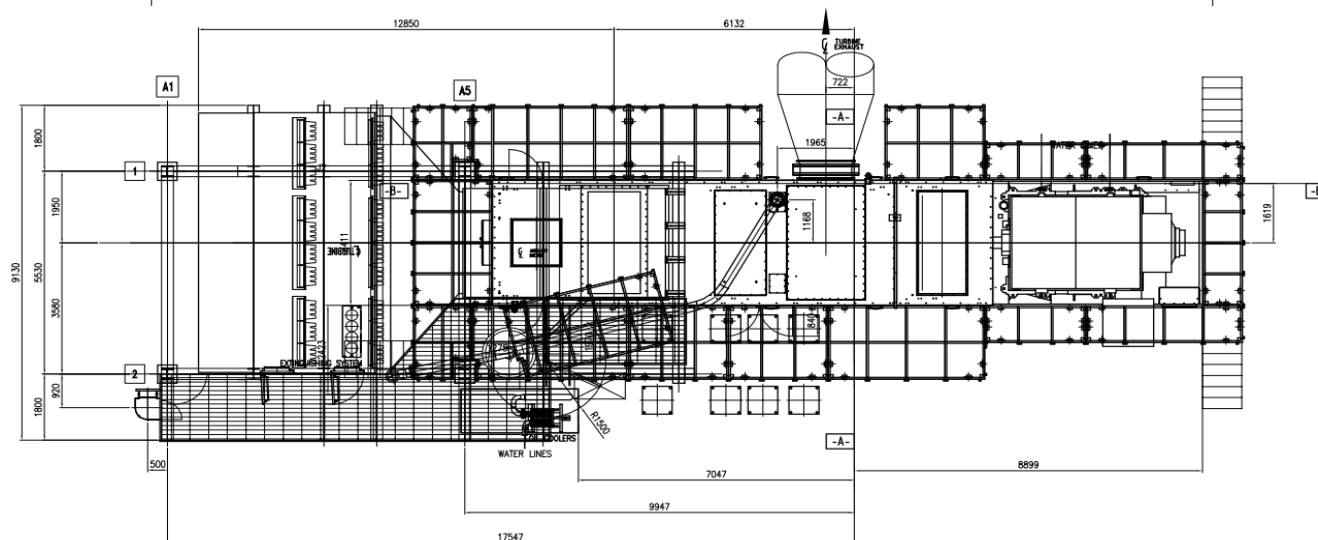


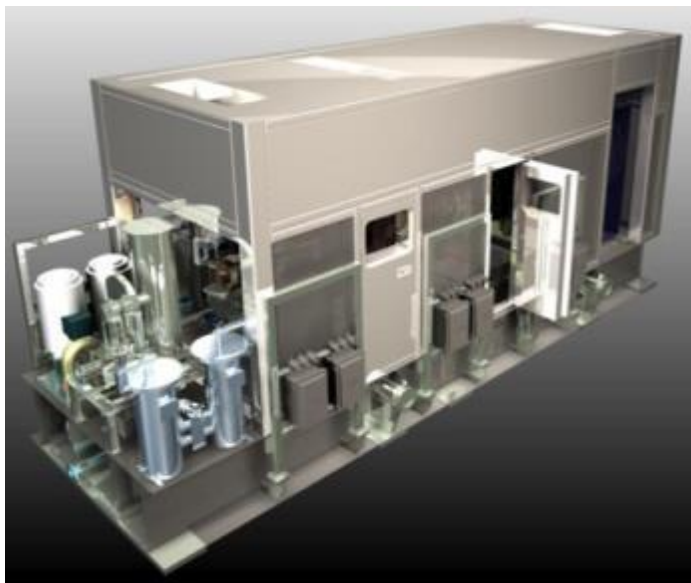
## Вариант компоновки в машинном зале

Вид сбоку



План





## Т-16 - новая газовая турбина совместная разработка РЕПХ с компаний General Electric

- Высокая эффективность;
- Высокие экологические характеристики;
- В конструкции турбины использованы инновационные материалы и технологии, обеспечивающие длительный срок службы основных деталей;
- Турбина расположена на единой компактной раме, обеспечивающей удобство сервисного обслуживания.

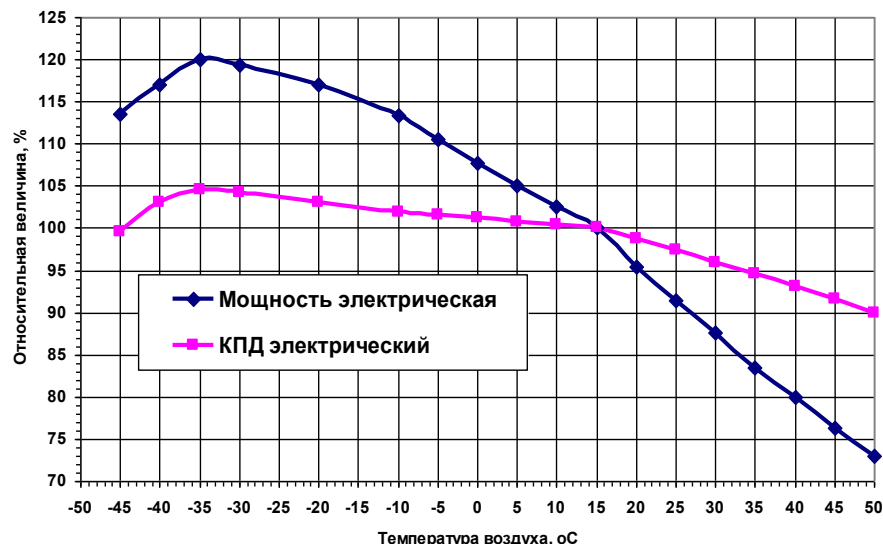
## Проектные параметры газовой турбины Т-16 (ISO)

Параметр	Размерность	Значение
Мощность	МВт	16,5
КПД механический	%	37-38,5
Расход уходящих газов	кг/с	54
Температура уходящих газов	°С	492
Содержание NOx	мг/м <sup>3</sup>	< 40

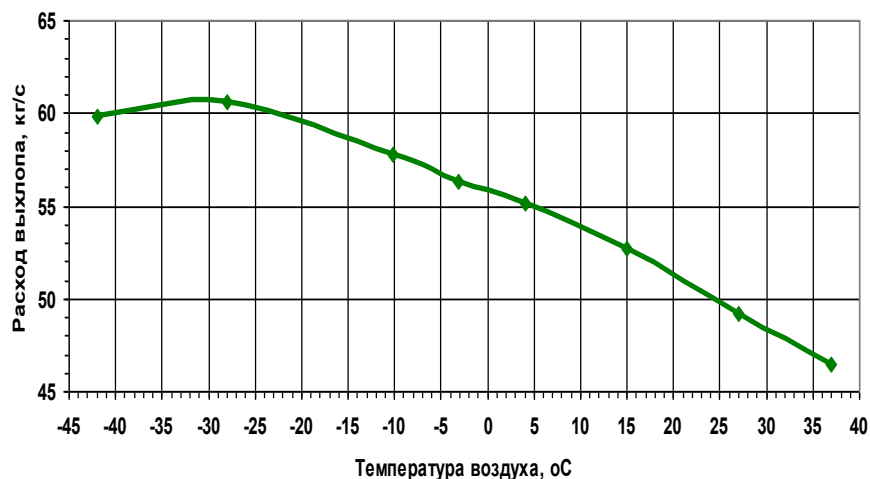
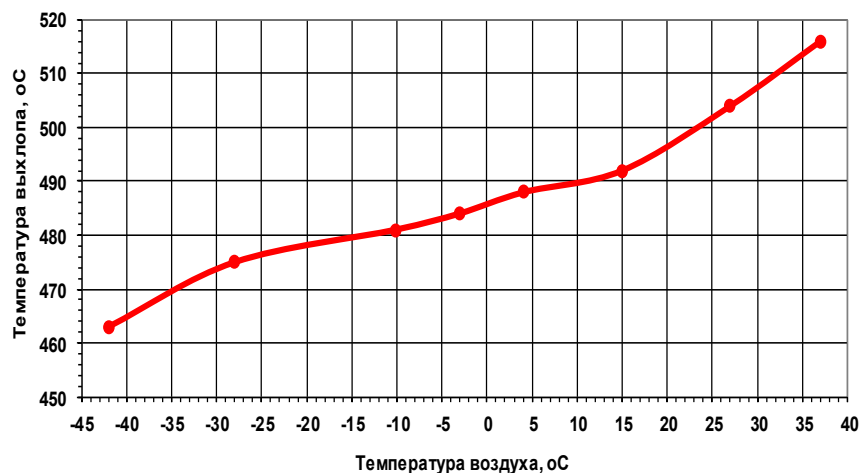
## Проектные параметры энергоблока на базе газовой турбины Т-16

Параметр, размерность	Значение
Мощность электрическая (ISO), МВт	16,05
КПД электрический (ISO), %	35,75
Расход газов за турбиной (ISO), кг/с	54,15
Температура газов за турбиной (ISO), °C	490,5
Мощность электрическая (станционные условия), МВт	15,5
КПД электрический (станционные условия), %	35,4
Степень сжатия	19
Число оборотов выходного вала турбины, об/мин	7800
Расход топлива (природный газ), кг/с	0,898
Расход газов за турбиной, кг/с	53,4
Температура газов за турбиной, °C	494
Содержание оксидов азота, мг/м <sup>3</sup>	< 50

## Климатические характеристики



Зависимости температуры и расхода выхлопных газов за турбиной от наружной температуры.  
Номинальные режимы



\* Значения при 100% соответствуют номинальным параметрам

На базе газовой турбины **MS5002E** разработаны два варианта **ПГУ**:

- Моноблок
- Дубль-блок

Комплект поставки основного оборудования **Моноблока ПГУ**:

- ✓ Газовая турбина MS5002E – 1 шт.
- ✓ Турбогенератор для газовой турбины – 1 шт.
- ✓ Редуктор – 1 шт.
- ✓ Комплексное воздухоочистительное устройство (КВОУ) – 1 шт.
- ✓ Котел-утилизатор паровой двух давлений (КУП) – 1 шт.
- ✓ Паровая турбина (ПТ) – 1 шт.
- ✓ Конденсатор ПТ – 1 шт.
- ✓ Турбогенератор ПТ – 1 шт.
- ✓ Система воздухопроводов, газоходов и паропроводов
- ✓ Система автоматического управления (АСУ ТП)
- ✓ Электрооборудование

**Дубль-блок** имеет двойной комплект основного оборудования (две газотурбинные установки, два КВОУ, два КУП и т. д.) при одной общей паровой турбине с конденсатором и электрогенератором ПТ, а также с общей системой управления.

# Варианты ПГУ на базе газовой турбины MS5002E

## Дубльблочная ПГУ с двухконтурным котлом-утилизатором

Тепловая схема парогазового блока ПГУ-83

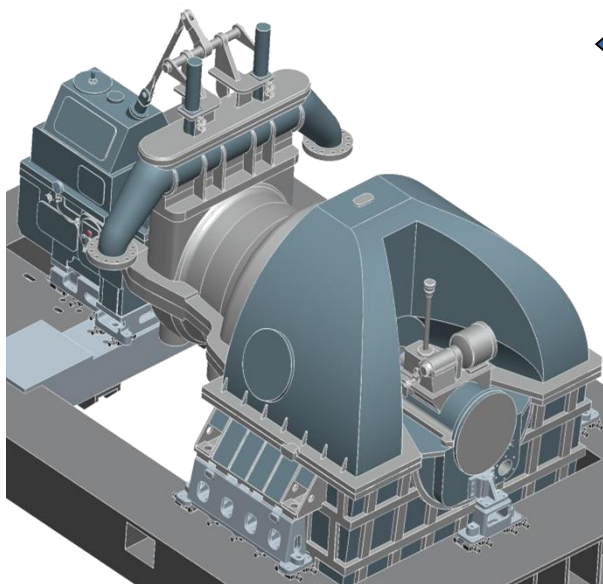
- Пар низкого давления
- Конденсат
- Сетевая вода
- Пар высокого давления
- Пар в конденсатор
- Пар к сетевым подогревателям
- Питательная вода высокого давления
- Цирк. вода низкого давления
- Цирк. вода высокого давления

### Перечень сокращений

- ГТ -Газовая турбина
- ПТ -Паровая турбина
- ГПК -Газовый подогреватель конденсата
- ИНД -Испаритель низкого давления
- ППНД -Пароперегреватель низкого давления
- ЭВД -Экономайзер высокого давления
- ИВД -Испаритель высокого давления
- ППВД -Пароперегреватель высокого давления
- БНД -Барaban низкого давления
- БВД -Барaban высокого давления
- БОУ -Блочная обессоливающая установка

Поз.	Наименование	Кол.
1	Конденсатные насосы 1 ступени	3
2	Блочная обессоливающая установка	1
3	Конденсатные насосы 2 ступени	3
4	Горизонтальный сетевой подогреватель	1
5	Сетевые насосы 1 подъема	4
6	Сетевые насосы 2 подъема	4
7	Конденсатор паровой турбины	2
8	Питательные насосы ВД	4
9	Барaban ВД	2
10	Барaban НД	2
11	Циркуляционные насосы ВД	4
12	Циркуляционные насосы НД	4

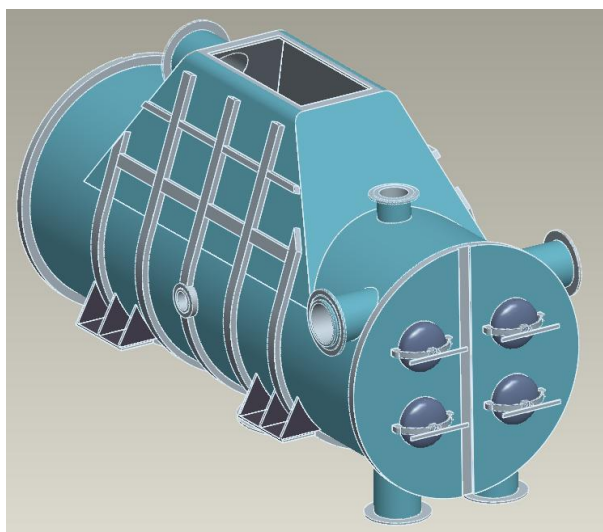
# Паровые турбины Т-12-6,0 и Т-22-6,0 для ПГУ на базе MS5002E



Паровая турбина Т-12-6,0

Наименование	Размерность	Моноблок	Дубль-блок
		Т-12-6,0	Т-22-6,0
Мощность электрич. /конденсац. режим/	МВт	12,0	22,9
Мощность электрич. /теплофикац. режим/	МВт	6,8	16,5
Мощность тепловая	МВт	19,1	43,9
Расход пара *	т/ч	38,2/7,2	76,3/14,4
Давление пара *	МПа	5,9/0,54	5,9/0,54
Температура пара *	°С	480/220	480/220
Частота вращения	об/мин	3000	3000
Вакуум	МПа	< 0,007	< 0,007

\* Через дробь указаны параметры пара контуров высокого и низкого давлений



Конденсатор

## Основные показатели блоков ПГУ-42 и ПГУ-83 в станционных условиях (конденсационный режим)

Параметр	Размерность	Значение	
		ПГУ-42	ПГУ-83
Номинальная суммарная электрическая мощность	МВт	41,9	83,7
Мощность ГТУ	МВт	30,4	60,8
Мощность ПТУ	МВт	11,5	22,9
КПД электрический ГТУ	%	34,5	34,5
Расход газа на выхлопе	кг/с	102	204
Температура газа на выхлопе котла	°C	127	120
Расход топлива (природный газ)	кг/с	1,8	3,6
Паропроизводительность ПТУ	кг/с	12,6	25,1
КПД электрический ПГУ	%	46,7	46,9
Годовой объем выработки электроэнергии, (при 6200 часов работы в год)	млн. кВт*ч	260,0	514,6

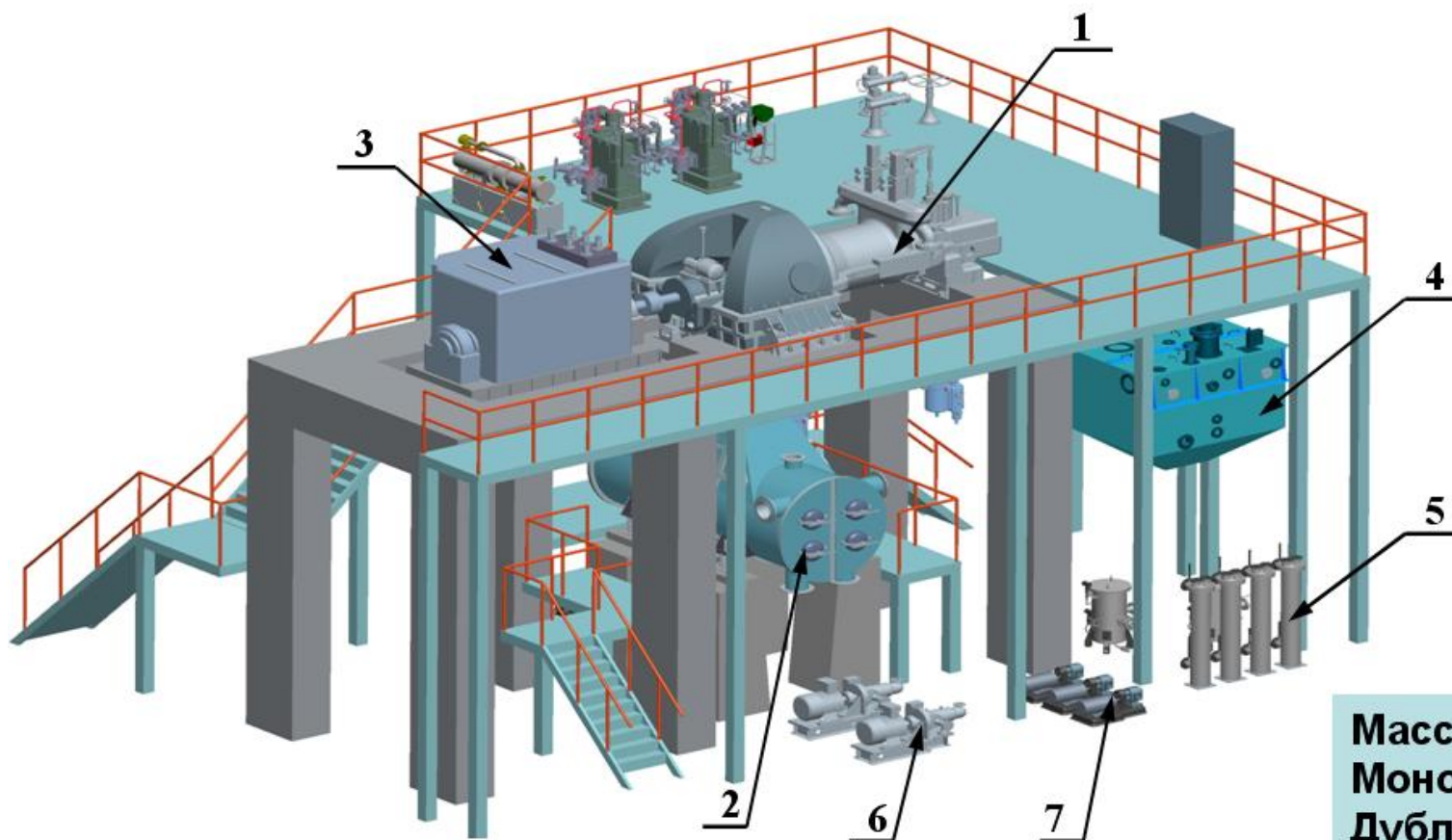


### Конденсационный режим

- Суммарная электрическая мощность ПГУ - 83,5 МВт
- Мощность при сжигании топлива - 178 МВт
- ЖПД электрический цикла ПГУ:  $100\% * 83,5/178 = 46,9 \%$

### Теплофикационный режим

- Суммарная электрическая мощность ПГУ - 77,5 МВт
- Мощность при сжигании топлива - 178 МВт
- КПД электрический цикла ПГУ:  $100\% * 77,5/178 = 43,5 \%$
- Мощность теплофикации - 44 МВт
- КПД ПГУ тепловой (КИТТ):  $100\% * (77,5+44)/178 = 68,5 \%$



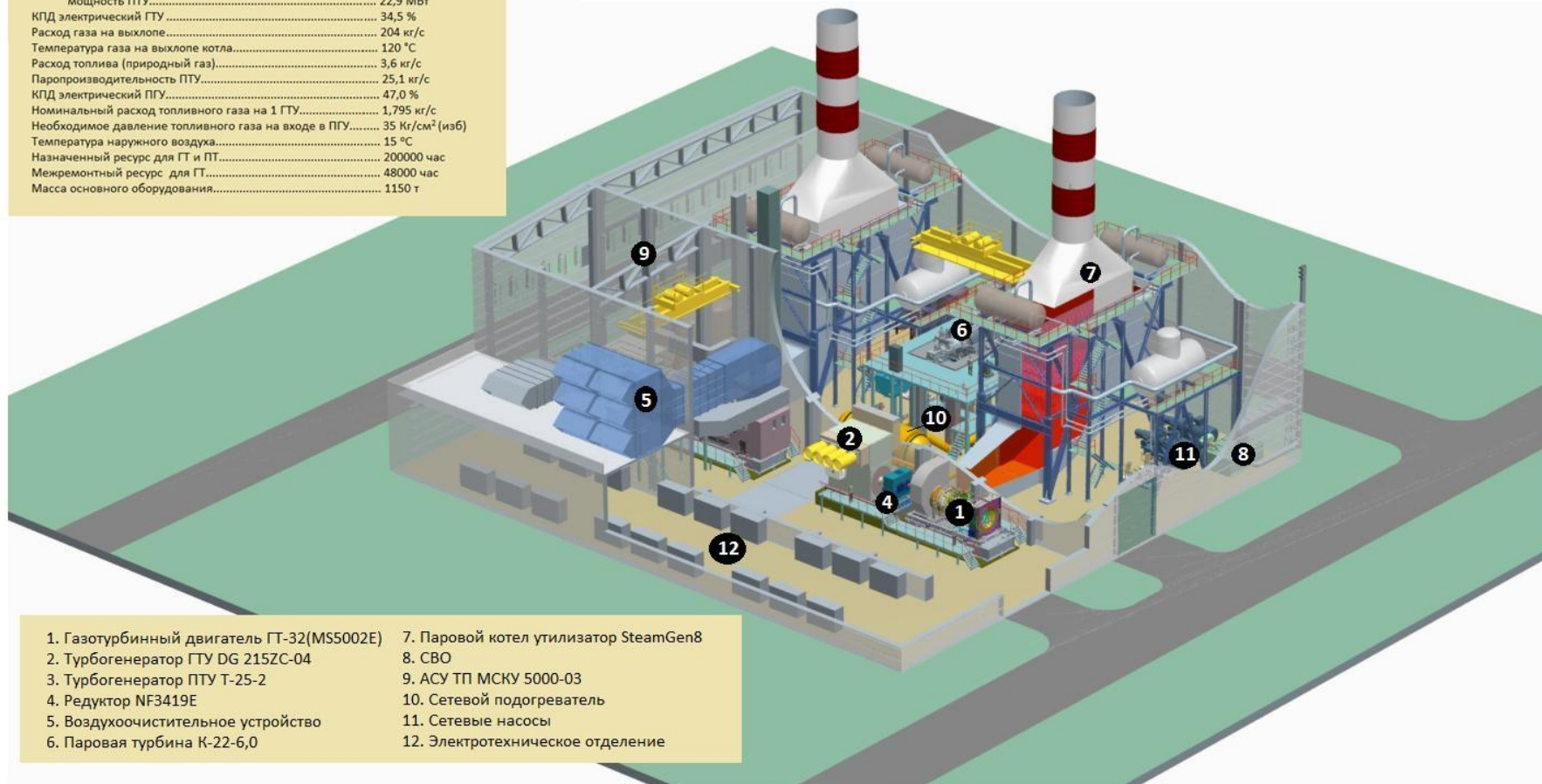
**Масса ПТУ:**  
**Моноблок** - 100 т  
**Дубль-блок** - 150 т

1- Паровая турбина; 2 - Конденсатор; 3 - Турбогенератор;  
4 - маслобак; 5 - Маслоохладители 6 - Насосы циркуляционные; 7 - Насосы конденсатные.

## Основные технические характеристики

Номинальная электрическая мощность.....	83,7 МВт
в том числе:	
мощность ГТУ.....	60,8 МВт
мощность ПТУ.....	22,9 МВт
КПД электрический ГТУ.....	34,5 %
Расход газа на выходе.....	204 кг/с
Температура газа на выходе котла.....	120 °С
Расход топлива (природный газ).....	3,6 кг/с
Паропроизводительность ПТУ.....	25,1 кг/с
КПД электрический ПГУ.....	47,0 %
Номинальный расход топливного газа на 1 ГТУ.....	1,795 кг/с
Необходимое давление топливного газа на входе в ПГУ.....	35 кг/см <sup>2</sup> (изб)
Температура наружного воздуха.....	15 °С
Назначенный ресурс для ГТ и ПТ.....	200000 час
Межремонтный ресурс для ГТ.....	48000 час
Масса основного оборудования.....	1150 т

## ПАРОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА ПГУ-83 МВт



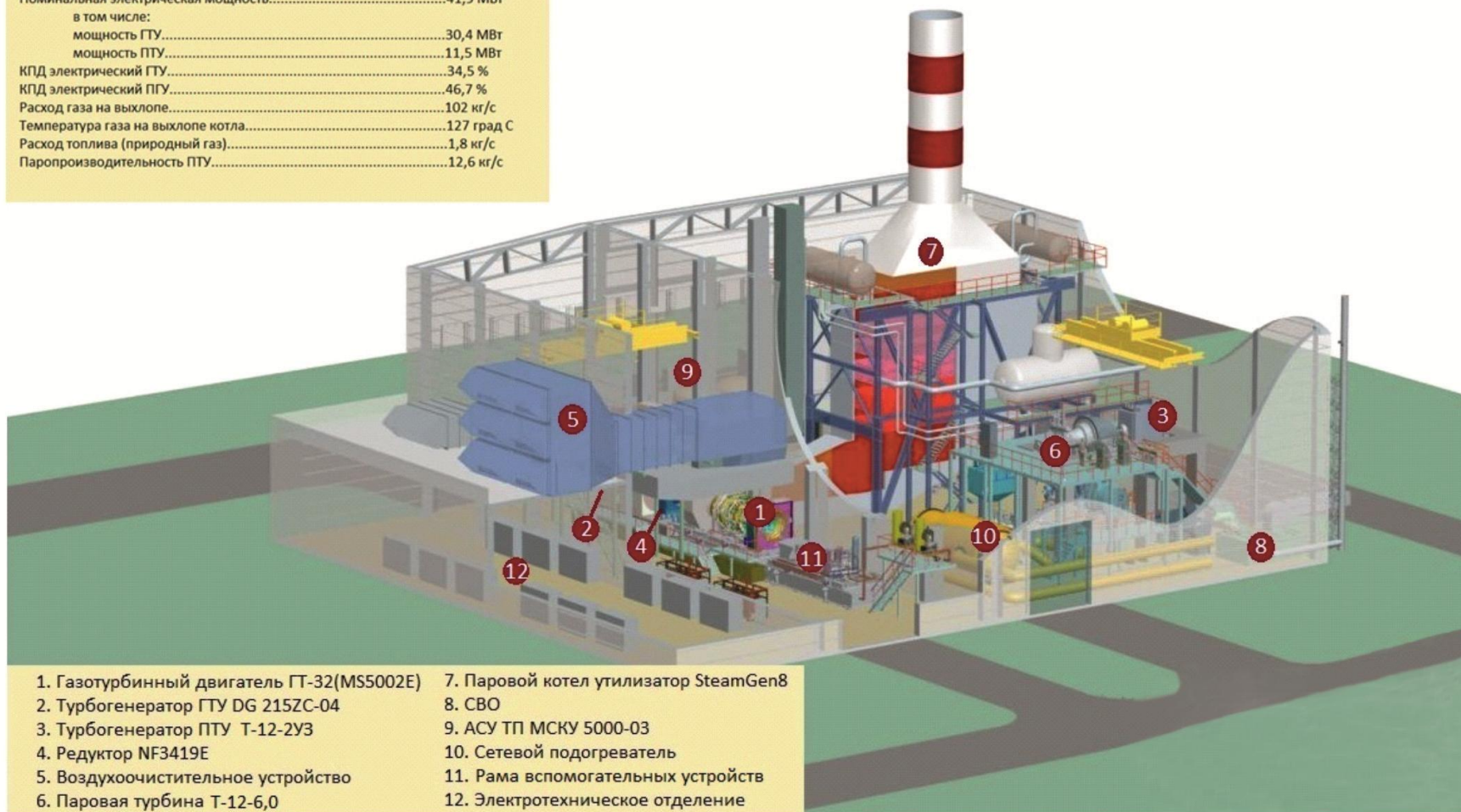
- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1. Газотурбинный двигатель ГТ-32(MS5002E) | 7. Паровой котел утилизатор SteamGen8 |
| 2. Турбогенератор ГТУ DG 215ZC-04         | 8. СВО                                |
| 3. Турбогенератор ПТУ Т-25-2              | 9. АСУ ТП МСКУ 5000-03                |
| 4. Редуктор NF3419E                       | 10. Сетевой подогреватель             |
| 5. Воздухоочистительное устройство        | 11. Сетевые насосы                    |
| 6. Паровая турбина К-22-6,0               | 12. Электротехническое отделение      |



## Основные технические характеристики

Номинальная электрическая мощность.....	41,9 МВт
в том числе:	
мощность ГТУ.....	30,4 МВт
мощность ПТУ.....	11,5 МВт
КПД электрический ГТУ.....	34,5 %
КПД электрический ПГУ.....	46,7 %
Расход газа на выходе.....	102 кг/с
Температура газа на выходе котла.....	127 град С
Расход топлива (природный газ).....	1,8 кг/с
Паропроизводительность ПТУ.....	12,6 кг/с

## ПАРОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА ПГУ- 42 МВт



- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1. Газотурбинный двигатель ГТ-32(MS5002E) | 7. Паровой котел утилизатор SteamGen8 |
| 2. Турбогенератор ГТУ DG 215ZC-04         | 8. СВО                                |
| 3. Турбогенератор ПТУ Т-12-2У3            | 9. АСУ ТП МСКУ 5000-03                |
| 4. Редуктор NF3419E                       | 10. Сетевой подогреватель             |
| 5. Воздухоочистительное устройство        | 11. Рама вспомогательных устройств    |
| 6. Паровая турбина Т-12-6,0               | 12. Электротехническое отделение      |

**Газовая турбина:** MS5002E (MS5002E PIP) - ЗАО «РЭПХ»

**Генератор газовой турбины:** CONVERTEAM; BRUSH

**Редуктор:** FLENDER; BHS; LUFKIN

**Котлы-утилизаторы:**

- П-103 - «ЗИО-Подольск»;
- КУП2 - СКБК;
- фирмы Aalborg Engineering

**Паровые турбины теплофикационные с конденсационной установкой:**

- для ПГУ-42 - Т-12-6,0 - ЗАО «РЭПХ»
- для ПГУ-83 - Т-22-6,0 - ЗАО «РЭПХ»

**Генератор паровой турбины:**

- для ПГУ-42 - Т-12-2 Электротяжмаш - Привод;
- для ПГУ-83 - Т-25-2 Электротяжмаш - Привод

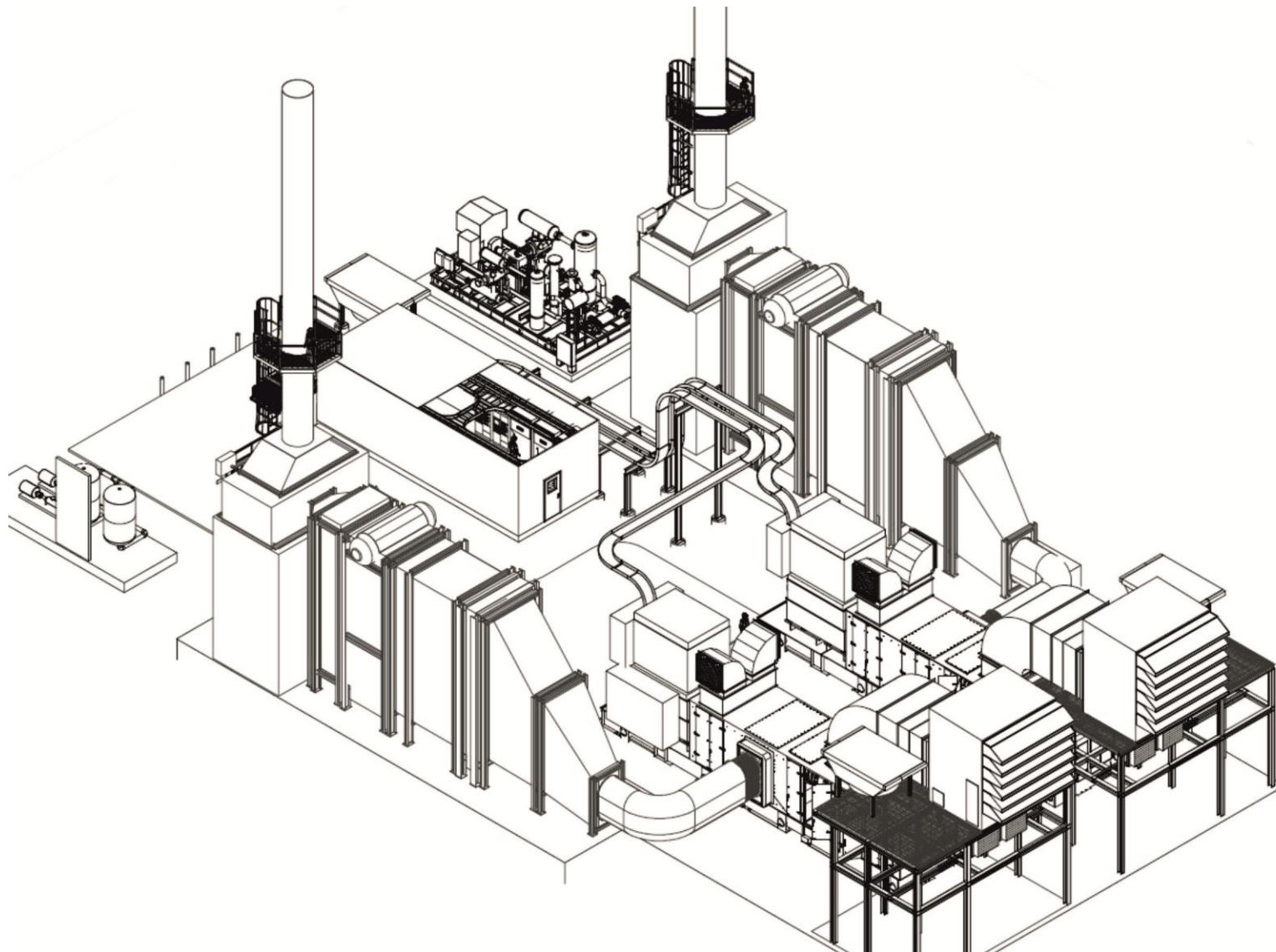
**Воздухоочистительное устройство:** ЗАО «РЭПХ»

**Система автоматического управления оборудованием:** ЗАО «РЭПХ»

**Электротехническое оборудование:** ЗАО «РЭПХ»

**Система выхлопа:** ЗАО «РЭПХ»

# Вариант компоновки дубль-блочной ПГУ на базе двух газовых турбин Т-22





## Параметры дубль-блочной ПГУ-53 с двумя Т-16 и котлами-утилизаторами типа КГТ-26-3,9-440

Параметры *	Размерность	Значение
Мощность ГТУ электрическая	МВт	15,3 x 2
Мощность ПТУ электрическая	МВт	10,4
Суммарная электрическая мощность ПГУ	МВт	41,0
КПД электрический ГТУ	%	35,4
Расход газов на выхлопе ГТУ	кг/с	53,4 x 2
Температура газов на выхлопе ГТУ	°C	494
Температура газов на выхлопе котла	°C	116
Расход топлива (природный газ)	кг/с	0,89 x 2
Паропроизводительность котлов	т/ч	23,5 x 2
КПД электрический ПГУ	%	46,0

\* В станционных условиях



# Референц-лист по поставкам ГПА-32 "Ладога" за период с 2009 по 2014 гг.

<b>ЗАО «Ямалгазинвест»</b>	
Реконструкция ОПКС на КС "Грязовец"	1 ГПА
СМГ Бованенково-Ухта КС-8 "Чикшинская" КЦ-1	4 ГПА
СМГ Бованенково-Ухта КС-9 "Малоперанская" КЦ-1	4 ГПА
СМГ Бованенково-Ухта КС-9 "Малоперанская" КЦ-2	1 ГПА
СМГ Бованенково-Ухта КС-6 "Интинская" КЦ-1	4 ГПА
СМГ Бованенково-Ухта КС-6 "Интинская" КЦ-2	3 ГПА
СМГ Бованенково-Ухта КС-7 "Сынинская" КЦ-1	4 ГПА
СМГ Бованенково-Ухта КС-7 "Сынинская" КЦ-2	3 ГПА
	Итого: 24 ГПА
<b>ООО «Газпром центрремонт»</b>	
Реконструкция КС "Вавожская"	2 ГПА
	Итого: 2 ГПА
<b>ООО «Газпром инвест»</b>	
КС "Русская" МГ "Южный поток"	5 ГПА
	Итого: 5 ГПА
Всего за период с 2009 по 2014 гг.: 31 ГПА	

2009 г. – 1 ГПА; 2010 г. – 2 ГПА; 2011 г. – 10 ГПА; 2012 г. – 6 ГПА; 2013 г. – 8 ГПА; 2014 г. – 4 ГПА



**Спасибо за внимание!**



192029, С-Петербург,  
пр. Обуховской Обороны, д.51 лит. АФ

**Приемная:**

тел.: +7 (812) 448-22-06

факс: +7 (812) 412-64-84

e-mail: [reph@reph.ru](mailto:reph@reph.ru)

[www.reph.ru](http://www.reph.ru)