

**БЫСТРОВЗВОДИМАЯ
БЛОЧНО-МОДУЛЬНАЯ
ПГУ-20/25
НА БАЗЕ ГАЗОТУРБИННОГО
ДВИГАТЕЛЯ Т16**

АО «РЭП ХОЛДИНГ»



АО «РЭП ХОЛДИНГ» – ВЕДУЩИЙ РОССИЙСКИЙ ЭНЕРГОМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ХОЛДИНГ, ПРОЕКТИРОВЩИК, ИЗГОТОВИТЕЛЬ, ПОСТАВЩИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.

С 2019 года входит в состав Группы "Газпром энергохолдинг". Осуществляет конструкторские разработки, изготовление и комплексные поставки энергетического оборудования для нефтегазовой отрасли, металлургической и химической промышленности и энергетики.

Поставляемое оборудование широко применяется для модернизации газотранспортной системы, при строительстве современных энергоблоков и электростанций, в малой генерации, на рынке СПГ и в ряде других отраслей.

В состав Холдинга входит крупное промышленное предприятие Петербурга – Невский завод и собственный инженерный центр.

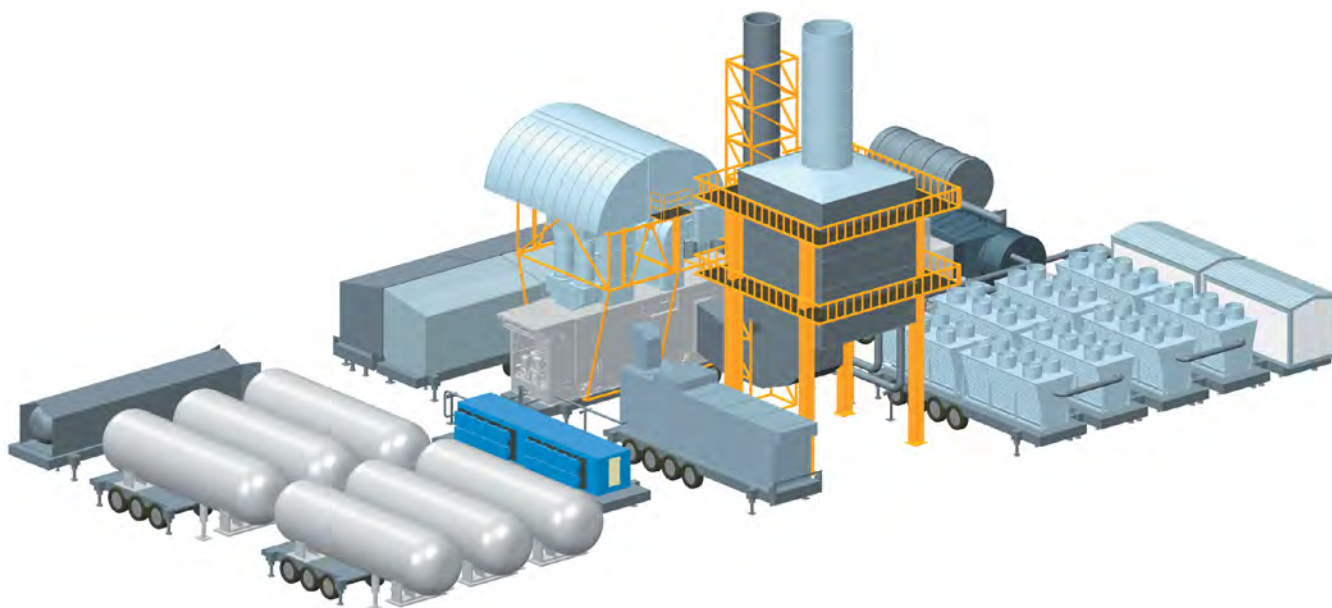
ПРОДУКЦИЯ ХОЛДИНГА

- газоперекачивающие агрегаты нового поколения мощностью 16, 22/25, 32 МВт;
- паротурбинные агрегаты мощностью от 6 до 25 МВт;
- комплектные электроприводные газоперекачивающие агрегаты мощностью 4,0; 6,3; 10,5; 12,5 МВт;
- центробежные и осевые компрессоры мощностью до 32 МВт;
- генерирующие энергоблоки на базе паровых и газовых турбин мощностью до 32 МВт;
- частотно-регулируемые электроприводы до 100 МВт;
- электроприводные нагнетатели от 4 до 32 МВт;
- системы комплексной автоматизации промышленных объектов.

КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

- научно-технический потенциал, использование уникальных конструктивных и технологических решений;
- мощная производственная инженерно-конструкторская база;
- успешный опыт локализации передовых зарубежных технологий;
- производство современного энергосберегающего оборудования по требованиям стандартов API;
- единая система управления производством;
- полный производственный цикл изготовления продукции от проектирования до сервисного обслуживания;
- высокая надежность и эксплуатационная готовность агрегатов;
- автоматизированные технологии производства;
- уникальные экологические характеристики оборудования.

Парогазовые электростанции предназначены для максимального повышения экономичности выработки электрической и тепловой энергии при сохранении гибкости и надежности снабжения постоянных потребителей электроэнергией, теплом и производственным паром.



НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

- Теплофикация средних и малых населенных пунктов, модульная надстройка районных котельных в качестве источника э/э СН
- Энергоснабжение промышленных объектов с возможностью интеграции в технологический цикл и производственную площадку за счет модульности поставки
- Временный источник энергии для строительства и покрытия временных пиков (например, аварийные ситуации, проведение различных мероприятий) и т.д.
- Легко разворачиваемый источник энергии для труднодоступных объектов (как альтернатива объектам капитального строительства)
- Замещение изношенных генерирующих мощностей ТГК (в условиях отсутствия свободных площадей и необходимости продолжать генерацию на действующих ТЭЦ)

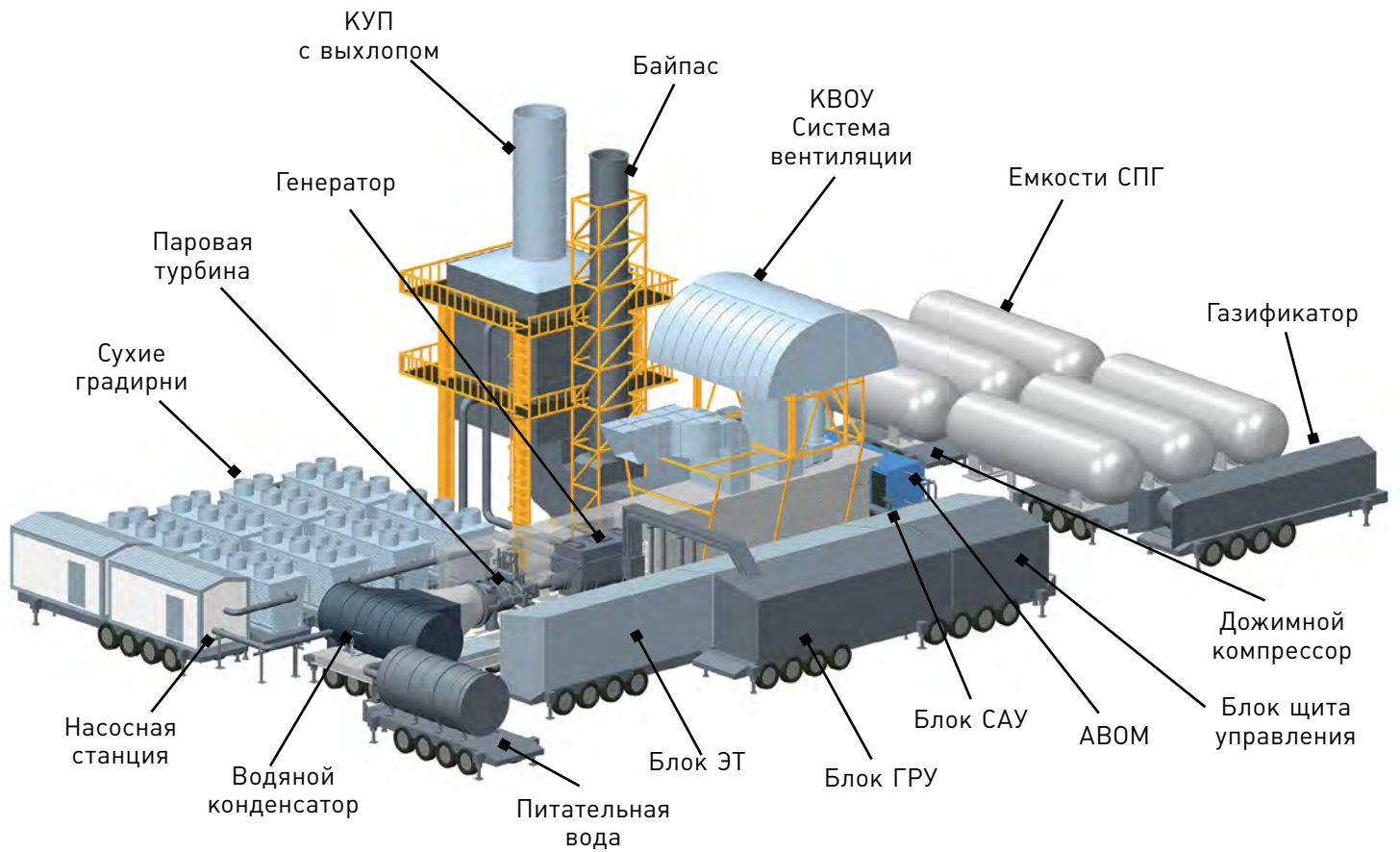
3 РЕЖИМА РАБОТЫ

- Простой цикл: электрическая мощность – 16 МВт
- Режим ПГУ: электрическая мощность – 20 МВт
- Режим ПГУ с комбинированной выработкой тепла: электрическая мощность – 18 МВт / тепловая мощность – до 25 МВт

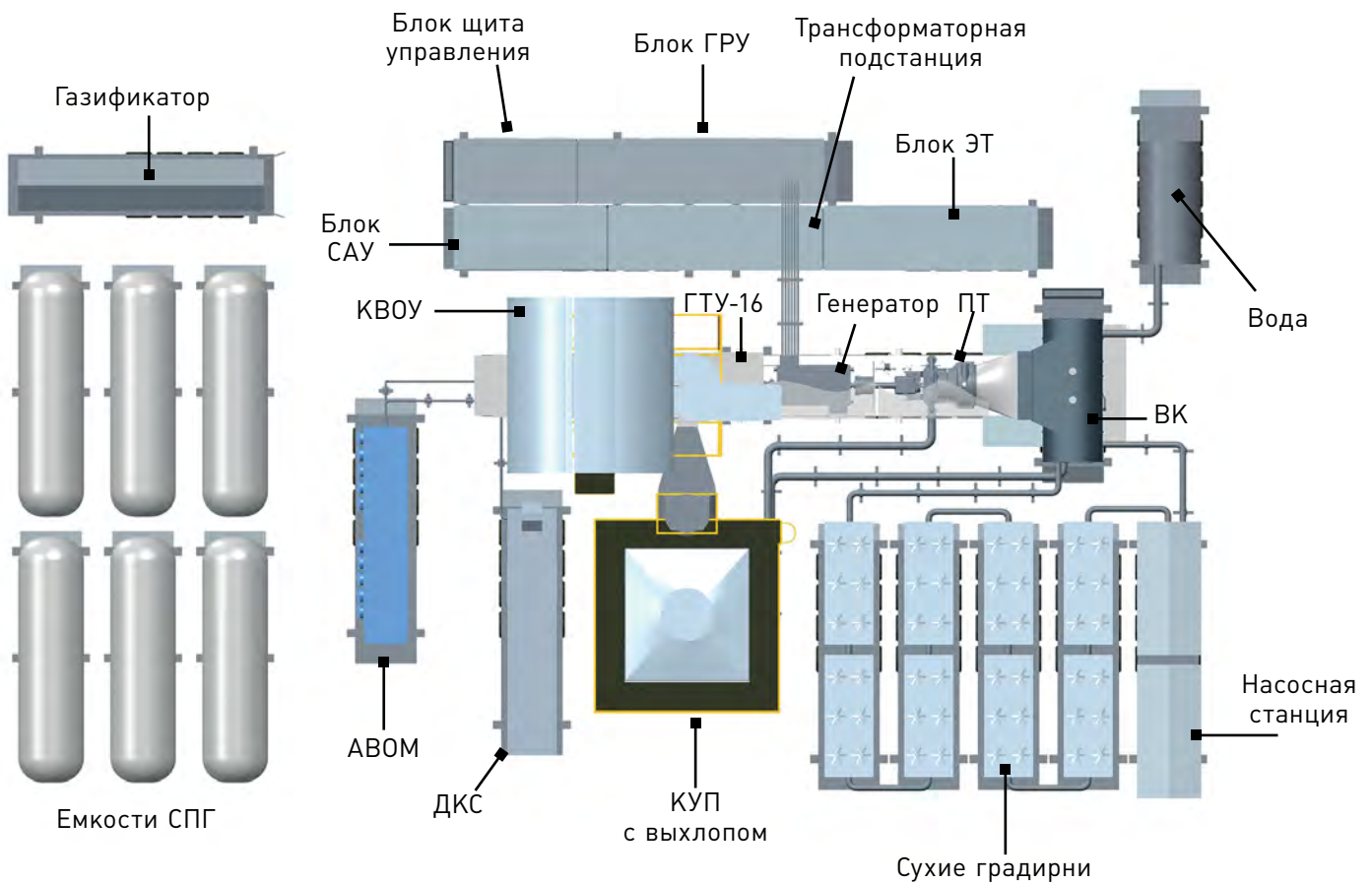
ПРЕИМУЩЕСТВА

- Модульный принцип поставки единой платформы ПГУ
- Вариативность исполнения
- Максимальная заводская готовность
- Контрольная сборка на производственных площадках РЭП Холдинга
- Снижение сроков монтажа и ПНР и стоимости капитальных вложений
- Возможность переноса ПГУ-22/25 на другую площадку (на случай проектного форс-мажора)
- Мобильность и автономность
- Малая численность персонала
- Компактность установки
- Сокращение площади размещения и строительных затрат (на 80%) за счет отказа от ряда зданий, конструкций и фундаментов
- Уменьшение объемов строительных и монтажных работ до 80 %
- Возможность поэтапного ввода в эксплуатацию и комплектования дополнительными модулями
- Перевозка любым видом транспорта
- Короткие сроки монтажа и ввода в эксплуатацию установки в режиме «простого» цикла (до двух недель)
- Всережимность

ОБЩИЙ ВИД



ВИД СВЕРХУ



СОСТАВ УСТАНОВКИ

Основные узлы

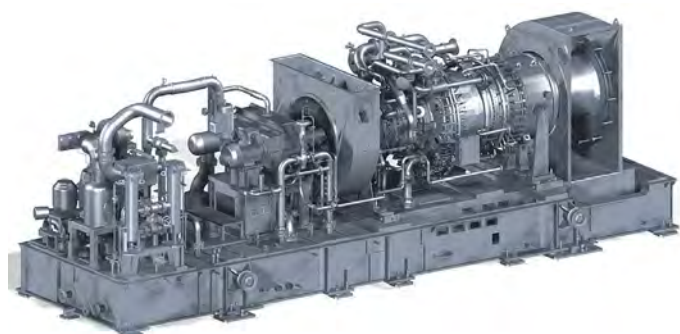
- Газотурбинная установка ГТУ-16 МВт
- Редуктор
- Турбогенератор ТТК-25-2РУЗ-П
- Паровая турбина Т 4,5-3,0
- Водяной конденсатор
- Котел-утилизатор паровой (КУП) с выхлопом
- КВОУ
- Система вентиляции
- Сухие градирни
- Газовая компрессорная установка (ДКС)
- Блок щита управления
- Трансформаторная подстанция
- Блок САУ
- Блок ЭТ
- Блок ГРУ
- Насосная станция
- АВМ
- Емкость с питательной водой
- Емкости СПГ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПГУ 22/25 МВт

Суммарная электрическая мощность (ISO)	до 21,3	МВт
Мощность ГТУ	16,0	МВт
Мощность ПТУ (конденсационный режим)	до 5,0	МВт
КПД электрический ГТУ	36	%
Расход уходящих газов на выхлопе	54	кг/с
Температура уходящих газов на выхлопе	490	°С
Расход топлива (природный газ, $Q_{рн}=50$ МДж/кг)	0,892	кг/с
Температура газа на выхлопе котла	120	°С
Паропроизводительность ПТУ (КПД КУП 92%)	25,0	т/ч
Давление пара	4,0	МПа
Температура пара	450	°С
Тепловая мощность (теплофикационный режим)	15,2	Гкал/ч
КПД электрический ПГУ (ISO)	46	%

ГАЗОТУРБИННАЯ УСТАНОВКА ГТУ-16 МВт

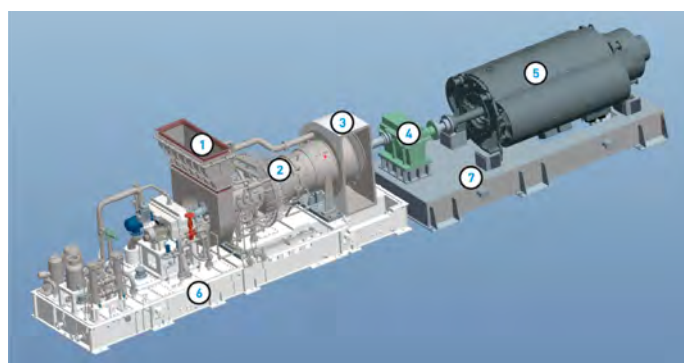
Высокотехнологичная газотурбинная энергетическая установка ГТЭ-16 простого цикла на базе газотурбинного двигателя Т-16, разработки РЭП Холдинга совместно с GE Oil & Gas (Nuovo Pignone S.p.A.).



ПРЕИМУЩЕСТВА ГТЭ-16

- высокая надежность, обусловленная современными методами проектирования, материалами и применяемыми технологиями в конструкции основного элемента – газотурбинного двигателя;
- полный жизненный цикл – 200 тыс. часов;
- большие межремонтные интервалы;
- высокий электрический КПД;
- высокая экономичность установки на различных режимах работы;
- применение комплектующих преимущественно российских производителей с высокой долей РЭП Холдинга;
- возможность ремонта на площадке заказчика;
- возможность оперативного съема ГТД при ремонтах за счет «боковой выкатки» из-под кожуха.

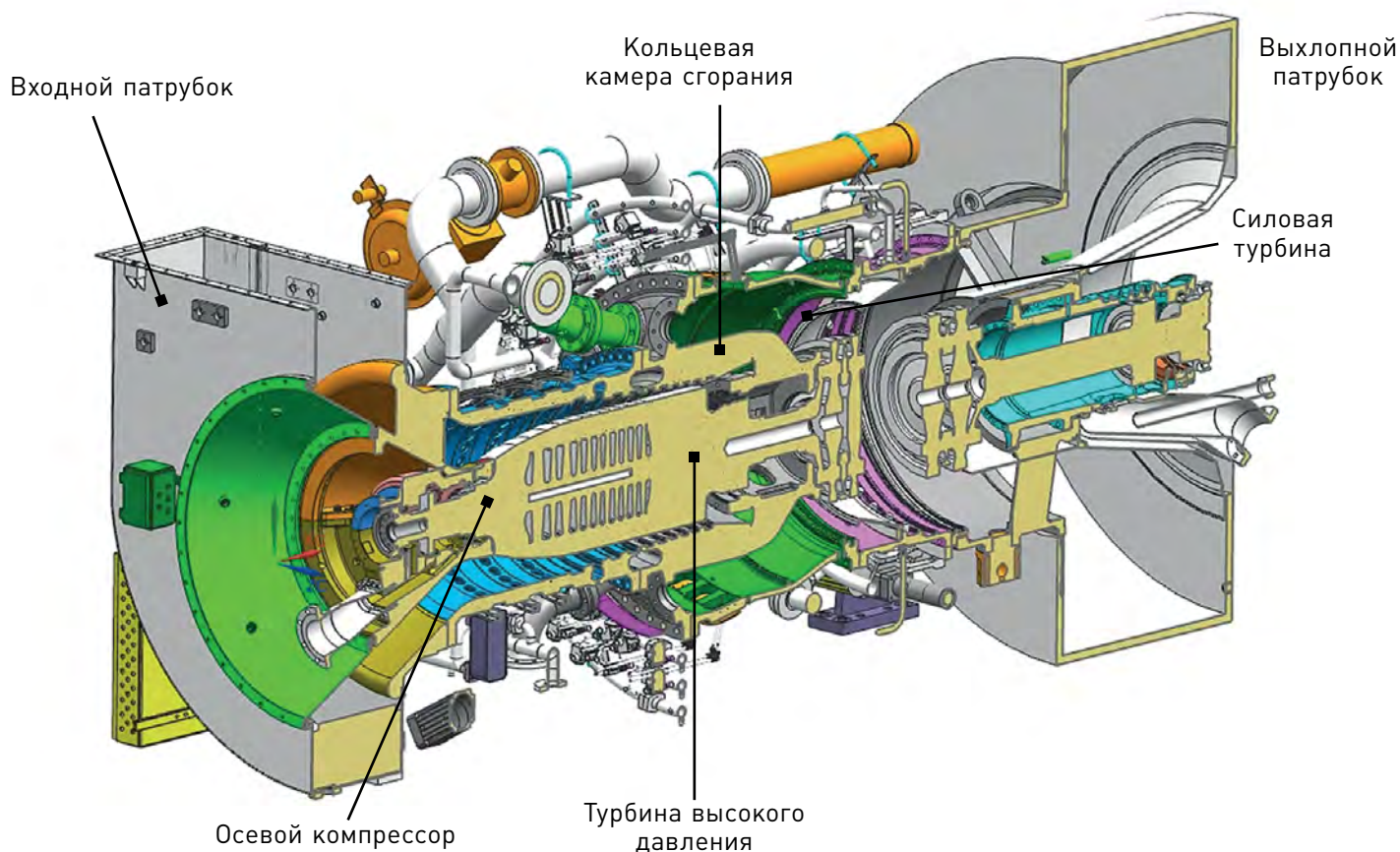
- Газотурбинный двигатель промышленного типа отличается высоким КПД (37%), большим ресурсом, высокой степенью готовности и ремонтпригодности, низким уровнем вредных выбросов ($\text{NO}_x < 25 \text{ ppm}$).
- Полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 29328-92 «Установки газотурбинные для привода электрогенераторов».
- Основное оборудование установки максимально унифицировано и комплектуется из модульных блоков.



Основное оборудование энергоблока на раме (со снятием кожуха):

- 1 - входной патрубок;
- 2 - двигатель;
- 3 - выхлопной патрубок;
- 4 - редуктор;
- 5 - генератор;
- 6 - рама двигателя;
- 7 - рама генератора и редуктора.

СОСТАВ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ



Компрессор

- Осевой, 12-ти ступенчатый, с регулируемым входным направляющим аппаратом и регулируемыми направляющими аппаратами 2-х ступеней
- Корпус с вертикальным и горизонтальным разъемами

Камера сгорания

- Кольцевая с 39 горелочными устройствами
- Низкоэмиссионная система сухого подавления выбросов DLN
- Оборудована датчиками контроля пламени и запальными устройствами
- Горелочные устройства контролируются и извлекаются (при необходимости) без вскрытия корпуса турбины

Турбина газогенератора

- Осевая двухступенчатая с оптимизированным в 3-D профилированием
- Охлаждаемые сопловые и рабочие лопатки с защитным покрытием

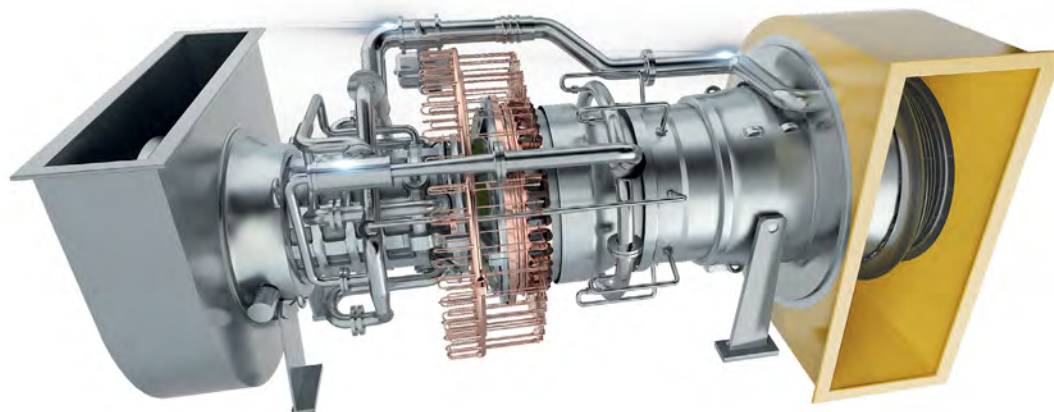
Турбина свободная

- Осевая двухступенчатая, неохлаждаемая
- Неохлаждаемые сопловые и рабочие лопатки с бандажными полками

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Основные технические характеристики газотурбинного двигателя на номинальном режиме по условиям ISO

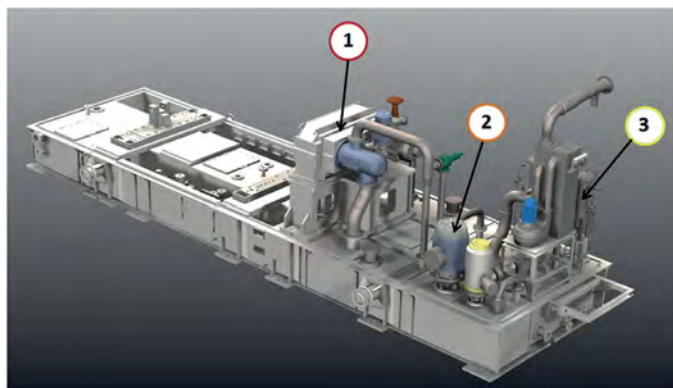
Наименование	Ед. изм.	Значение
Мощность на валу, не менее	МВт	16,5
КПД турбины, не менее	%	37,0
Расход уходящих газов	кг/с	54,3
Температура уходящих газов	°С	490
Степень сжатия	-	19,0
Расход топлива (природный газ $Q_{рн}=50$ МДж/кг)	кг/с	0,892
Частота вращения ротора газогенератора, максимальная	об/мин	10200
Частота вращения ротора выходного вала, номинальная	об/мин	7800
Эмиссия (при 15% O_2 в сухих продуктах сгорания): оксидов азота	мг/м ³	≤50
оксида углерода	мг/м ³	≤40
Габаритные размеры двигателя (без обвязки)	м	11,6 x 3,6 x 4,2
Вес блока газовой турбины на опорной раме	т	69
Назначенный ресурс	ч	~200000



Компрессор, камера сгорания и турбины ГТД оборудованы лючками для проведения бороскопирования проточной части без вскрытия агрегатов.

Газотурбинный двигатель Т-16 конструктивно компонован в виде единого блока на опорной раме-маслобаке со всеми вспомогательными устройствами и системами, обеспечивающими работоспособность ГТД.

Допускается к применению смазочное масло типа Тп-22С.

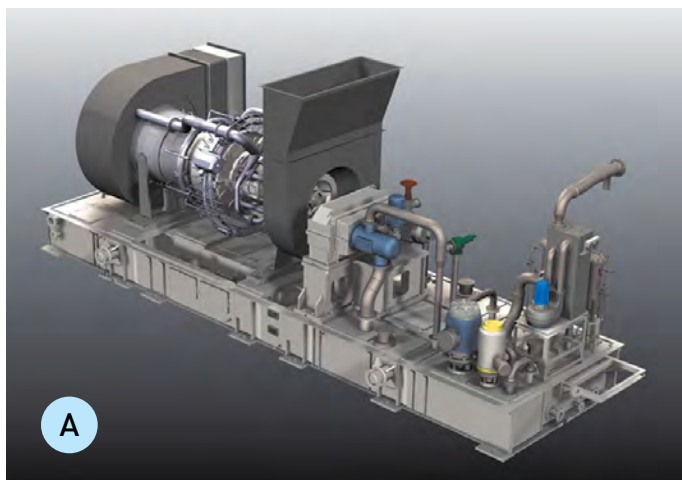


Опорная рама-маслобак ГТД со вспомогательными системами:

- 1 – система запуска
- 2 – система маслоснабжения
- 3 – система подачи топлива

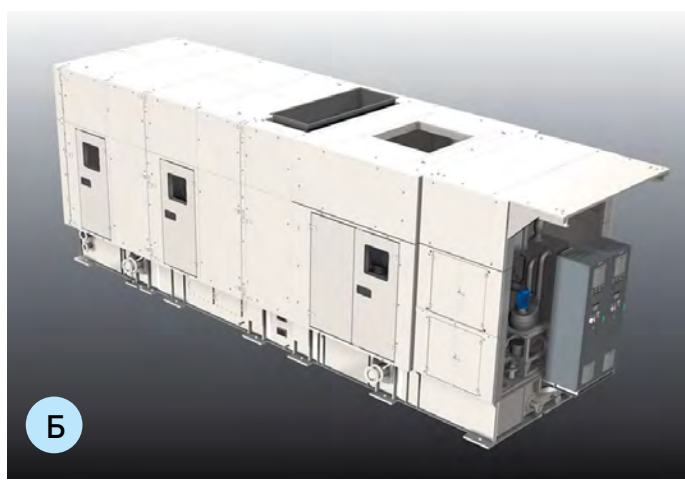
Для снижения уровня шума и обеспечения теплового баланса турбоблок закрыт шумотеплоизолирующим кожухом, который дополнительно предназначен для размещения системы освещения, датчикового оборудования и коммутации с другими составными частями установки.

ТУРБОБЛОК Т-16 СО ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ НА ОПОРНОЙ РАМЕ



А

А) со снятым кожухом



Б

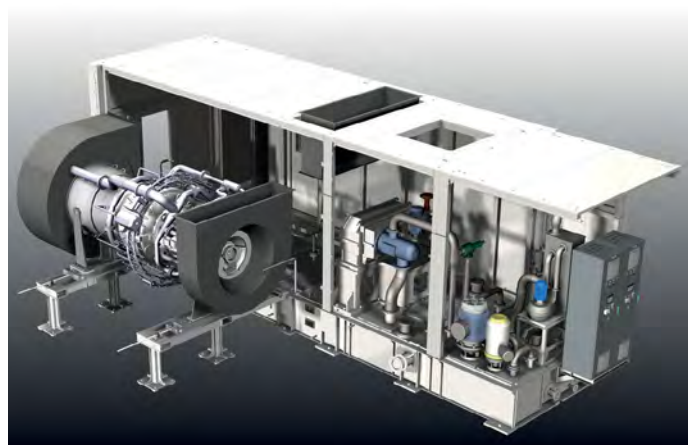
Б) под шумотеплоизолирующим кожухом

Модульная конструкция Т16 и облегченный доступ к вспомогательным системам значительно упрощают техобслуживание и содержание газовой турбины.

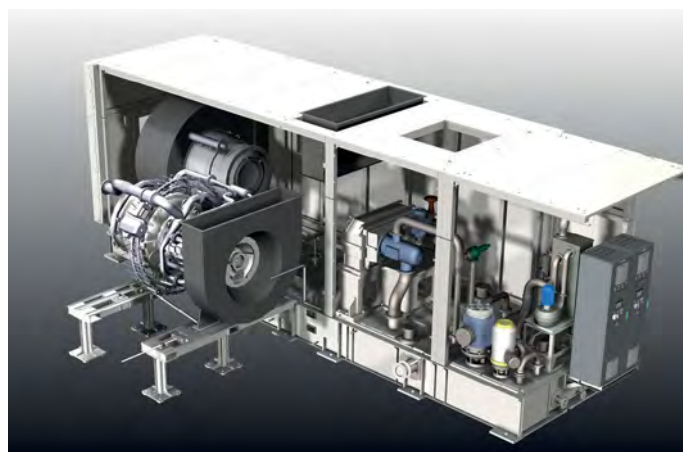
Компоновка Т16 на опорной раме обеспечивает «боковую выкатку» частей высокого и низкого давления, а также турбоблока целиком, что позволяет осуществлять полноценное оперативное техническое обслуживание.



Боковая выкатка силовой турбины из-под кожуха



Боковая выкатка всего газотурбинного двигателя из-под кожуха



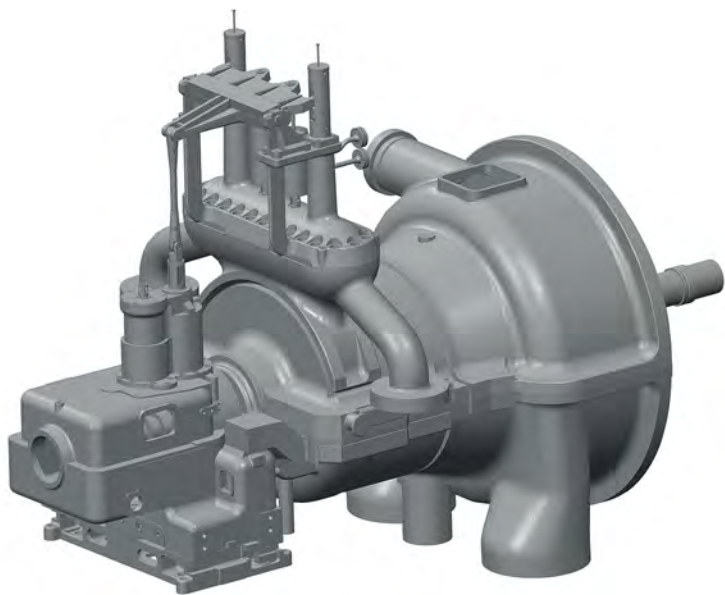
Боковая выкатка газогенератора из-под кожуха

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- ГТЭ-16 может эксплуатироваться при температуре наружного воздуха от -60 до $+50$ °С.
- Параметры ГТЭ-16 (на номинальном режиме по условиям ISO).

Наименование	Ед. изм.	Значение
Мощность на клеммах генератора	МВт	16,0
КПД электрический	%	35,86
Расход уходящих газов	кг/с	54,3
Температура уходящих газов	°С	490
Расход топлива (природный газ, $Q_{рн}=50$ МДж/кг)	кг/с	0,892

ПАРОВАЯ ТУРБИНА Т-4,5-3,0



Паровая конденсационная с теплофикационным отбором пара турбина Т-4,5-3,0 — одноцилиндровая, однопоточная, активного типа. Парораспределение турбины — дроссельное. Частота вращения ротора турбины — 10000 об/мин.

Турбина приводит синхронный генератор с частотой вращения ротора 3000 об/мин через редуктор. Отработавший после турбины пар поступает в осевой конденсатор. Для соединения с конденсатором используется переходной патрубков.

Турбина снабжена валоповоротным устройством с электроприводом, установленным на крышке заднего подшипника, которое может проворачивать роторы агрегата при остановках и пусках агрегата. Смазочная система турбины общая с электрогенератором. В смазочной системе используется масло турбинное марки ТП-22с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБИНЫ

Наименование параметра	Режимы	
	Конденсационный	Теплофикационный
Мощность турбины (на клеммах генератора), МВт	4,5	3,0
Расход пара, т/ч	23,6	23,6
Давление пара ВД, МПа	3,0	3,0
Температура пара ВД, °С	400	400
Расход пара в теплофикационный отбор, т/ч	--	18,0
Давление пара теплофикационного отбора, МПа	--	0,12
Теплофикационная нагрузка турбины, МВт	--	13,5

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ И МАНЕВРЕННОСТИ

Конструкция основного и вспомогательного оборудования турбоустановки и качество их изготовления обеспечивают надежную и экономичную работу турбоустановки в межремонтный период (между капитальными ремонтами).

Турбина имеет следующие показатели надежности:

Установленный срок службы, не менее	40 лет;
Средний ресурс между капитальными ремонтами, не менее	30 000 ч;
Средний ресурс до среднего ремонта, не менее	15 000 ч;
Средний ресурс ротора турбины, не менее	100 000 ч;
Средняя наработка на отказ, не менее	6 500 ч;
Коэффициент готовности, не менее	0,98.

КОТЁЛ-УТИЛИЗАТОР ПАРОВОЙ (КУП) С ВЫХЛОПОМ

Котёл утилизационный паровой – водотрубный, вертикальной компоновки, с конструкцией блочного типа. Котёл поставляется в виде укрупнённых транспортировочных блоков полной заводской готовности, прошедших гидравлические испытания.

Масса каждого блока не превышает 50 т. Транспортирование блоков может производиться автомобильным, железнодорожным и водным транспортом. Объем монтажных работ минимален и включает установку блоков на опорный блок, сварку обшивки блоков между собой и обвязку трубопроводами. За счёт блочности конструкции

возможно обеспечить оснащение КУП дополнительным модулем подогрева сетевой воды.

Котёл работает по принципу многократно-принудительной циркуляции с сепаратором пара и блоком циркуляционных насосов.

Конструкцией котла предусмотрена его эксплуатация на открытом воздухе в диапазоне температур от - 50 до + 50 °С.

Для обеспечения надёжной работы котельной установки часть вспомогательного оборудования, включая систему управления, электроприводную арматуру и т.п., скомплектована в блок теплового узла в контейнерном исполнении.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА НА 100% НАГРУЗКЕ*

Наименование параметра	Значение
Паропроизводительность, т/ч	23,7
Давление перегретого пара, МПа,	3,0
Температура перегретого пара, °С	400
Массовый расход уходящих газов Т16, кг/с	56,4
Температура газов на входе в котел, °С	480
Аэродинамическое сопротивление котла, включая газоходы, не более, Па	3500
Температура конденсата на входе в подогреватель конденсата ПК1, °С	45
Температура конденсата на выходе из подогревателя конденсата ПК1, °С	85
Температура конденсата на входе в подогреватель конденсата ПК2, °С	70
Температура конденсата на выходе из подогревателя конденсата ПК2, °С	130
Расход сетевой воды (ПСВ), т/ч	до 60

* В таблице приведены основные параметры котла КУП 7000 производства ОАО «СКБК».

СОСТАВ УТИЛИЗАЦИОННОГО КОТЛА:

- пароперегреватель (ПП);
- парообразователь, состоящий из двух блоков ПО1 и ПО2;
- экономайзер (ЭК);
- подогреватели конденсата ПК1 и ПК2.

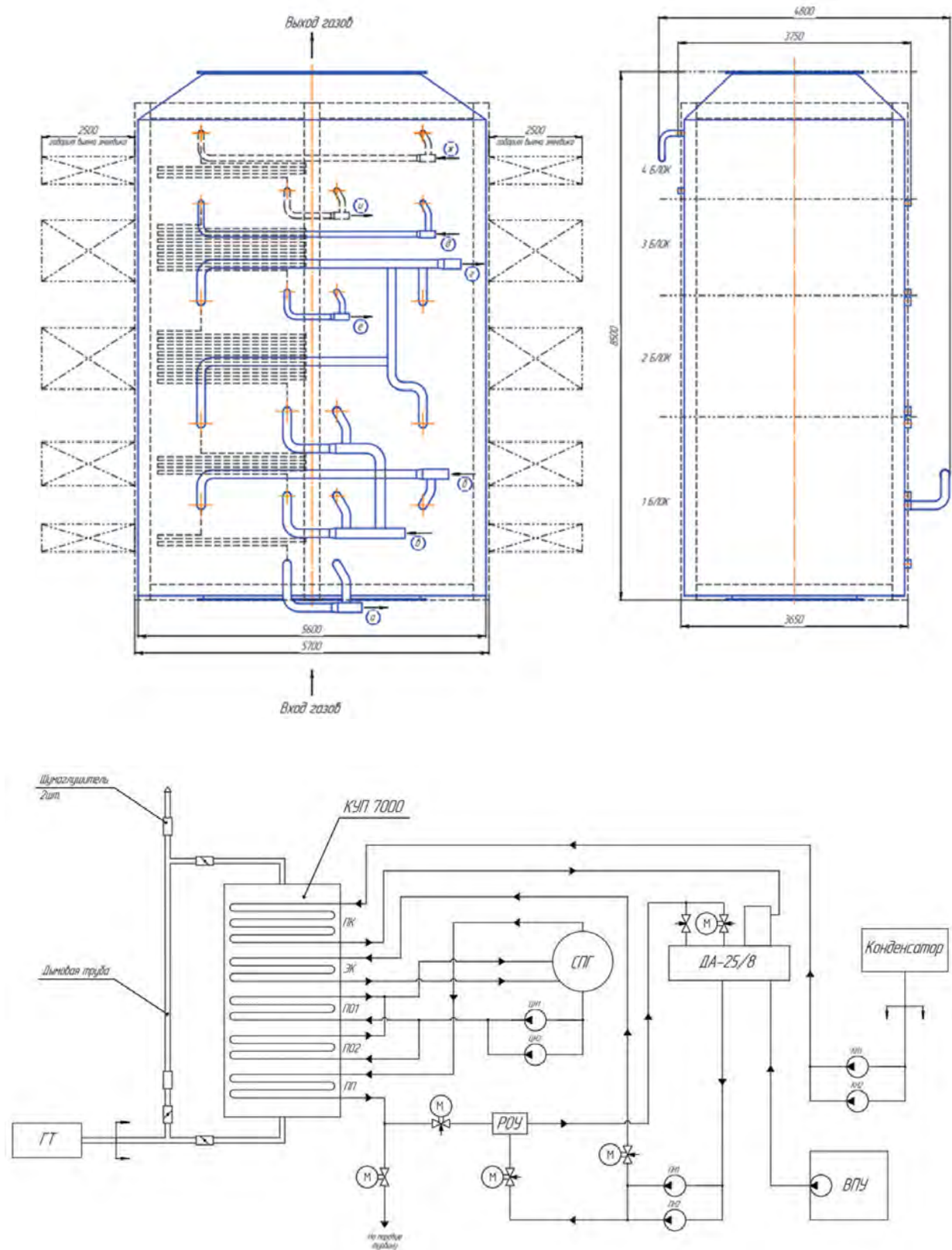
Наружная и внутренняя поверхности блоков котла защищены изоляцией.

Показатели надёжности котла:

Полный средний срок службы, лет, не менее	40
Средний срок службы до капитального ремонта, лет, не менее	6
Полный средний ресурс, ч., не менее	150000
Средняя наработка на отказ, ч., не менее	8000

Котёл поставляется в составе 4-х основных блоков, которые включают экономайзер, парообразующую поверхность, пароперегреватель, подогреватели конденсата, трубопроводы в пределах котла, арматуру и теплоизоляцию.

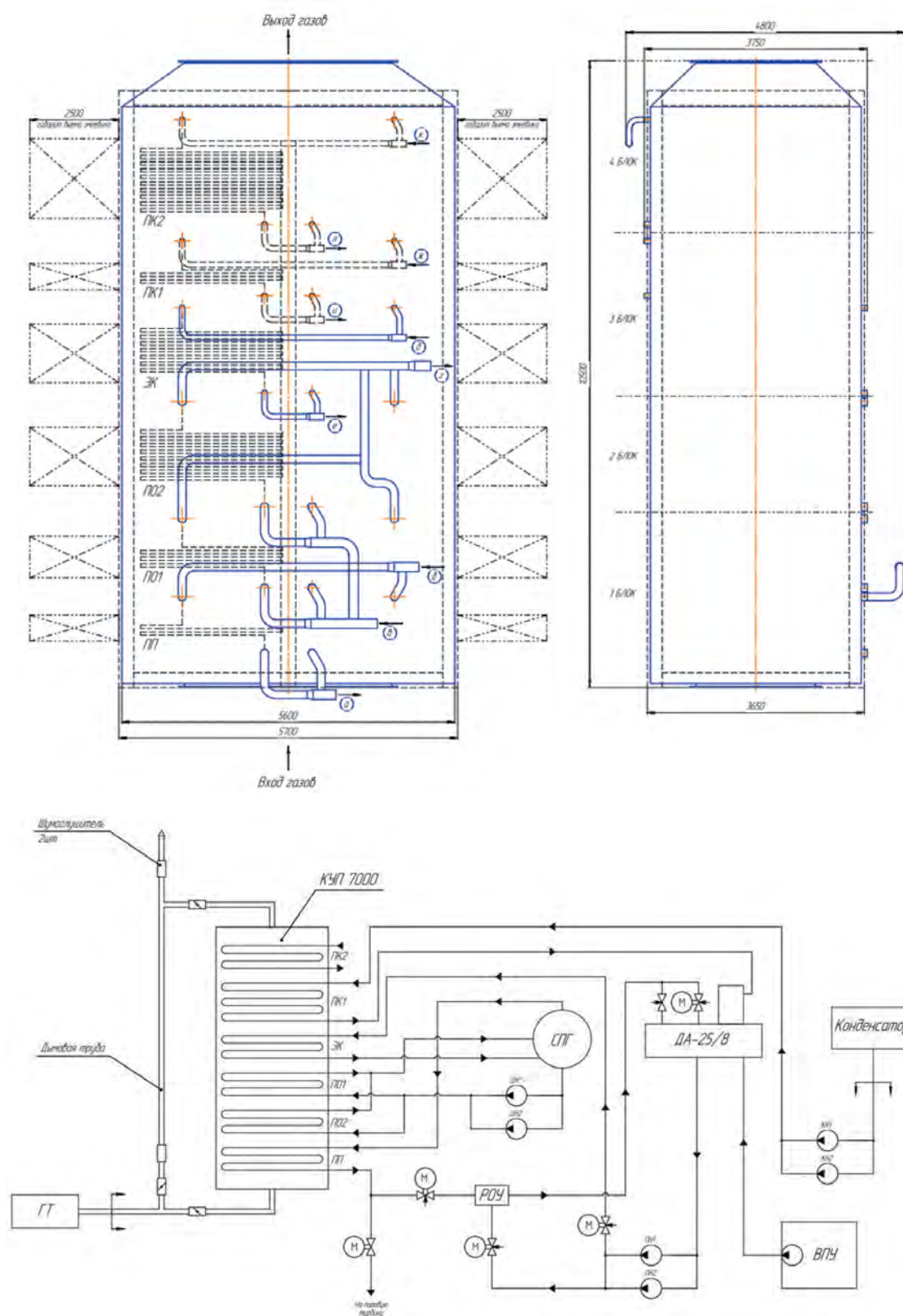
ВАРИАНТ ИСПОЛНЕНИЯ КОТЛА БЕЗ ПОДОГРЕВА СЕТЕВОЙ ВОДЫ



Вариант исполнения котла без подогрева сетевой воды (схема)

Масса котла без блока подогрева сетевой воды составляет 99600 кг.

ВАРИАНТ ИСПОЛНЕНИЯ КОТЛА С ПОДОГРЕВОМ СЕТЕВОЙ ВОДЫ



Вариант исполнения котла с подогревом сетевой воды (схема)

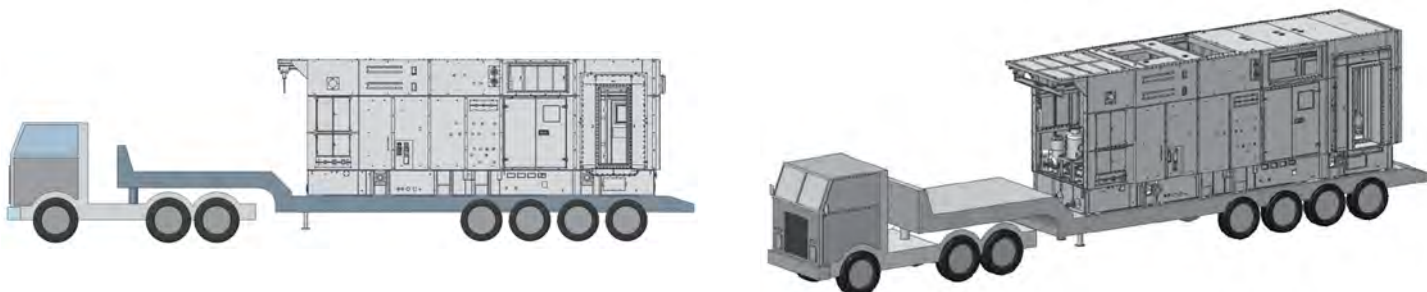
Масса котла с блоком подогрева сетевой воды составляет 149000 кг.

ПЕРЕВОЗКА АВТОТРАНСПОРТОМ

ГТУ-16

Д x Ш x В – 11 x 3,2 x 4,2

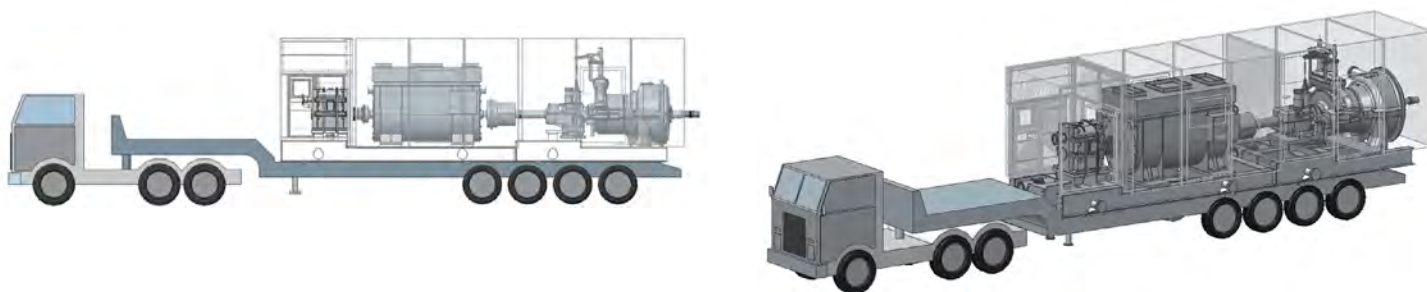
Масса 65000 кг



ГЕНЕРАТОР, РЕДУКТОР, ПАРОВАЯ ТУРБИНА

Д x Ш x В – 13,0 x 3,2 x 4,2

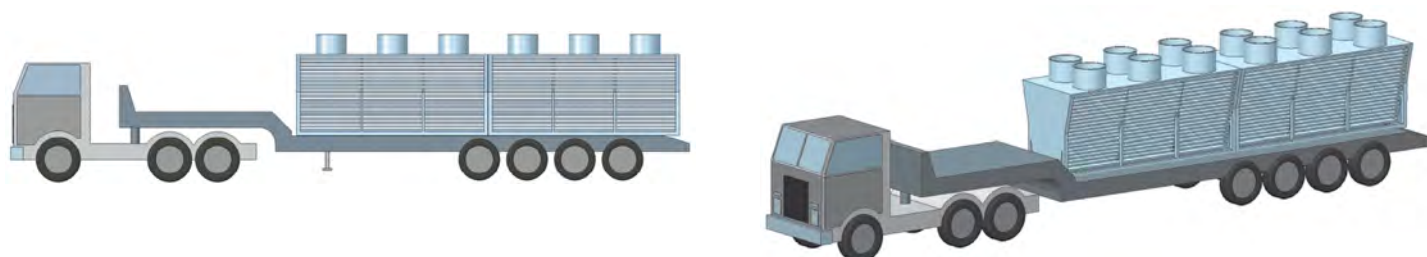
Масса 60000 кг



СУХИЕ ГРАДИРНИ

Д x Ш x В – 6,0 x 2,4 x 2,4

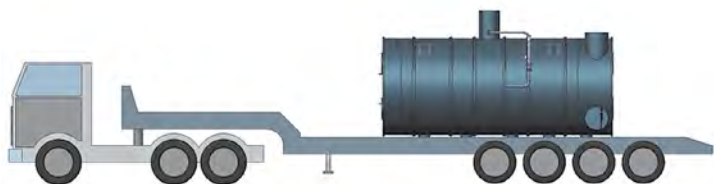
Масса 2700 кг



ВОДЯНОЙ КОНДЕНСАТОР

Д x Ш x В – 7,0 x 3,9 x 4,3

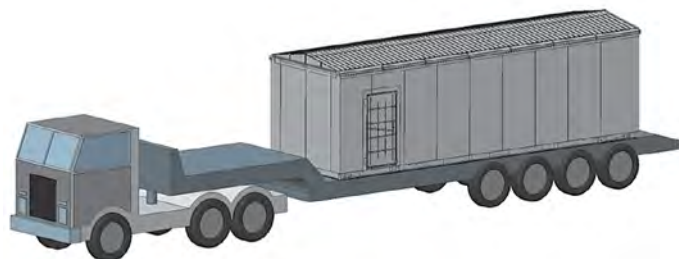
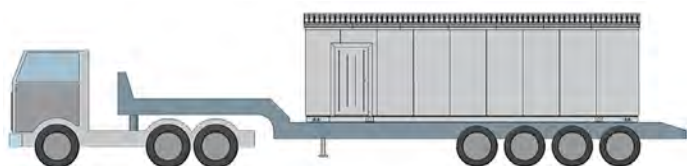
Масса 29500 кг



БЛОК КСАУ

Д x Ш x В – 10,5 x 3,2 x 3,4

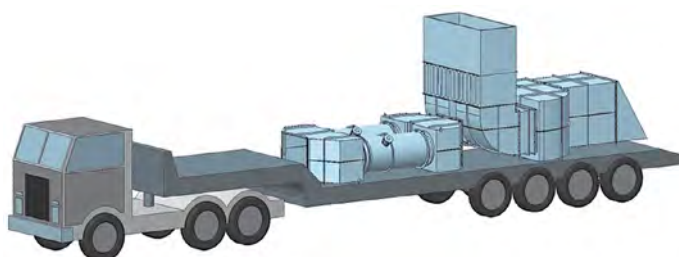
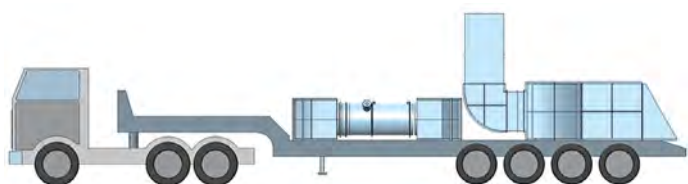
Масса 10000 кг



СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ

Д x Ш x В – 12,0 x 3,2 x 3,9

Масса 14000 кг



АО «РЭП ХОЛДИНГ»
192029, Россия, Санкт-Петербург,
пр. Обуховской Обороны, д. 51, лит. АФ
тел.: +7 (812) 372 58 80, +7 (812) 372 58 81
факс: +7 (812) 412 64 84
www.reph.ru