

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ**

**на поставку теплотехнического оборудования  
парогазового блока мощностью ~ 120 МВт 50 Гц  
для электростанции**

Москва, Санкт-Петербург, 2011 год

## Оглавление

Введение.....	стр. 3
1. Состав базового оборудования ПГУ .....	4
2. Тепловая схема и принцип работы ПГУ .....	5
3. Состав оборудования и основные показатели установки...	7
4. Климатические характеристики блока ПГУ.....	20
4. Компоновка оборудования блока ПГУ на станции .....	23
Приложение 1.....	26

## Введение

ОАО «Концерн Внешэнергоснаб» предлагает спроектировать, изготовить и поставить оборудование парогазовой энергетической установки по прилагаемой спецификации (см. Приложение 1).

Применение в парогазовой установке (ПГУ) бинарного цикла позволяет существенно повысить топливную экономичность газовой турбины при производстве электроэнергии. За счет выработки дополнительной мощности в паровом контуре без затрат топлива коэффициент полезного действия увеличивается на 40...45 %, соответственно улучшаются экологические показатели.

Предлагаемая установка содержит основные компоненты, выпускаемые на предприятии полностью или совместно с другими компаниями.

ОАО «Концерн Внешэнергоснаб» предлагает также осуществлять монтажные работы, комплексную отладку оборудования, пусконаладочные работы, ремонт и техническое обслуживание оборудования.

Основным, наиболее ответственным элементом ПГУ, является газовая турбина MS5002E разработки фирмы General Electric, производство которой осваивается по лицензионной документации. Газовая турбина имеет современные параметры, высокую надежность, хорошие экологические показатели.

Оборудование установки может быть размещено в отдельном здании для нового строительства (представленном в данном предложении), а также в легковозводимых укрытиях ангарного типа. Возможно открытое размещение части оборудования на площадке станции в контейнерах.

Основное топливо – природный газ (в предварительных расчетах принимается по ГОСТ 5542). Применение в качестве основного и резервного топлива попутного газа – по согласованию с поставщиком оборудования.

В качестве аварийного топлива допускается кратковременное использование жидкого дизельного топлива (по ГОСТ 305-82).

ПГУ предназначена для работы в базовом или полупиковом режимах работы.

## 1. Состав базового оборудования ПГУ

Парогазовая установка работает по бинарному циклу и включает в себя оборудование газового контура – газотурбинную установку (ГТУ), а также оборудование парового контура – паротурбинную установку (ПТУ).

Базовый энергетический блок ПГУ (с одной газовой турбиной) включает в себя следующее основное оборудование:

- Газовая турбина (ГТ) MS5002E (по лицензии GE)
- Турбогенератор (ТГ) для ГТ
- Редуктор для передачи мощности ГТ к турбогенератору
- Комплексное воздухоочистительное устройство (КВОУ)
- Паровой котел-утилизатор двух давлений (КУ)
- Паровая турбина (ПТ)
- Конденсатор ПТ
- Турбогенератор (ТГ) для ПТ
- Система воздухопроводов, газоходов и паропроводов
- Система автоматического управления (АСУ ТП)
- Электрооборудование

Мощность базового блока ПГУ составляет ~42 МВт, КПД ~47 %.

Частота генерируемого электрического тока 50 Гц, напряжение 10,5 КВ.

Для обеспечения требуемой установленной мощности 1-й очереди станции в поставку должны входить соответственно три ГТУ.

В данном случае целесообразно объединение паротурбинных частей, когда три газовые турбины с паровыми котлами вырабатывают энергетический пар в общие коллекторы ВД и НД на одну паровую турбину (см. рисунок 1).

Таким образом, в поставку основного оборудования 1-й очереди входят:

- Газовая турбина (ГТ) MS5002E (по лицензии GE) 3 шт.
- Турбогенератор (ТГ) для ГТ 3
- Редуктор для передачи мощности ГТ к турбогенератору 3
- Комплексное воздухоочистительное устройство (КВОУ) 3
- Дожимной компрессор топливного газа (при необходимости) 1
- Паровой котел-утилизатор двух давлений (КУ) 3
- Паровая турбина (ПТ) 1
- Конденсатор ПТ 1
- Турбогенератор (ТГ) для ПТ 1
- Общие системы: воздухопроводы, паропроводы, 1
- Электрооборудование, АСУ ТП.

- Дожимной компрессор топливного газа (при необходимости)

## 2. Тепловая схема и принцип работы ПГУ

В ПГУ реализован бинарный термодинамический цикл. Соответственно, установка в целом состоит из двух основных частей: газотурбинной установки (ГТУ) и паротурбинной установки (ПТУ). Принципиальная схема ПГУ показана на рисунке 1.

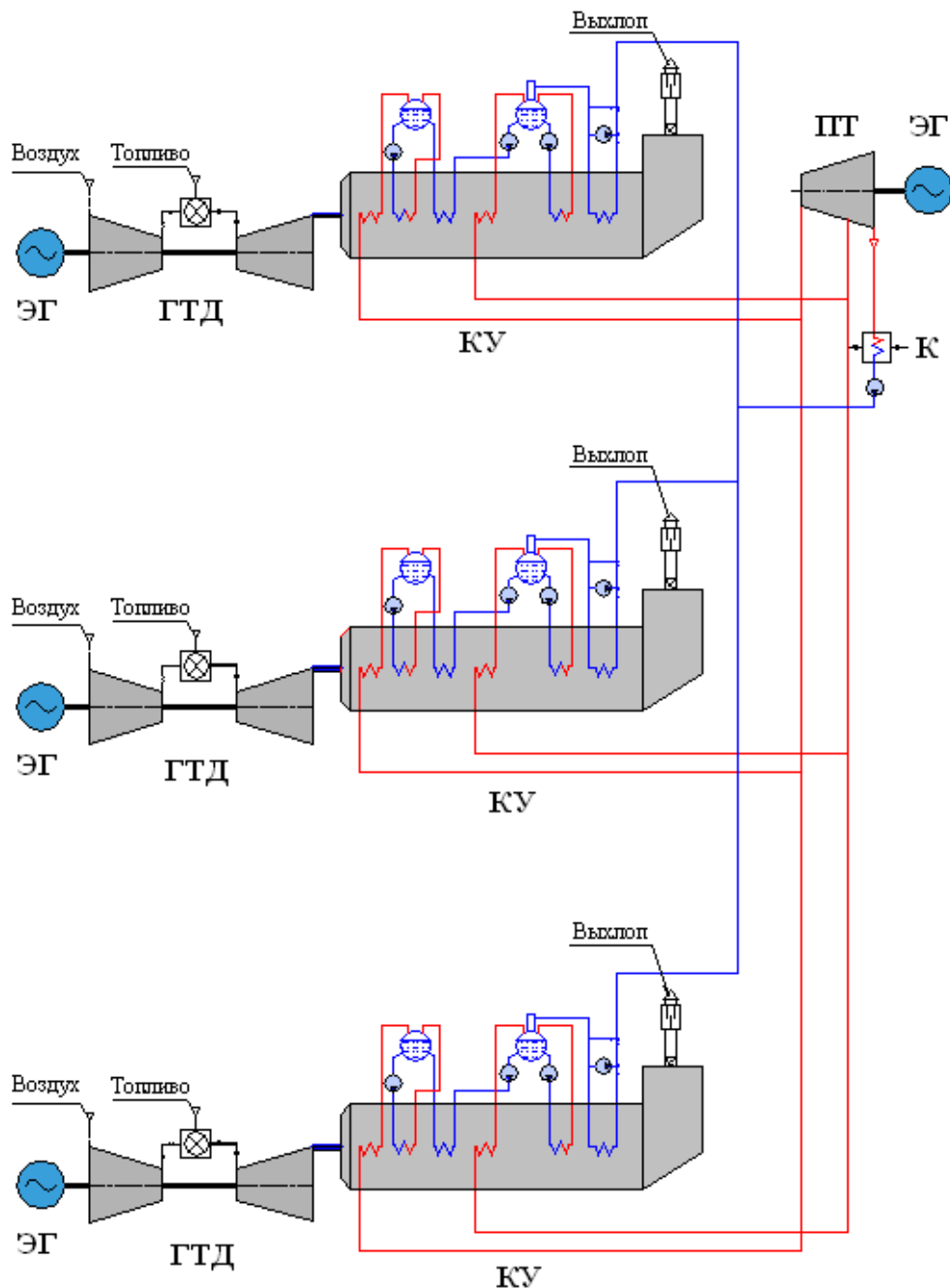


Рисунок 1. – Принципиальная схема ПГУ

Топливо (природный газ) используется только в газовой турбине, работающей по циклу простого газотурбинного двигателя. ГТУ включает

газовую турбину (газотурбинный двигатель), электрогенератор и редуктор, а также входной воздухоподогреватель, КВОУ и выхлопной газоход.

В газотурбинном двигателе рабочим телом является атмосферный воздух. Воздух, после очистки в КВОУ, поступает в осевой компрессор, где его давление повышается, а затем в камеру сгорания, где его температура вырастает до максимальной величины в цикле за счет тепла сгорания топлива. Горячий газ (смесь воздуха и продуктов сгорания топлива) с высоким давлением поступает в турбину, где совершает работу при расширении. Часть энергии расширения газа преобразуется в турбине высокого давления, которая служит для вращения компрессора ГТД. Далее при расширении газа в силовой турбине до давления, близкого к атмосферному, производится полезная работа. Вырабатываемая силовой турбиной механическая мощность через редуктор передается на электрогенератор.

Паротурбинная установка содержит паровой котел (один или несколько), паровую турбину (ПТ) с конденсатором, электрогенератор ПТУ и деаэрактор.

Рабочее тело (вода-водяной пар) движется по замкнутому контуру с восполнением потерь очищенной водой в деаэраторе (см. схему на рисунке 2).

Из деаэратора питательная вода поступает в котел-утилизатор и проходит последовательно 5 секций с переходом в пар. Вода сначала проходит экономайзер низкого давления ЭСНД, где нагревается до температуры, близкой к температуре насыщения, и поступает в барабан низкого давления (БНД), где формируется пар низкого давления.

Из барабана часть (меньшая) воды идет в испаритель ИСНД, в котором происходит испарение, после чего вновь поступает в БНД, где вода отделяется от пара и снова направляется по трубам к водяным насосам. Пар из БНД поступает в паровую турбину (часть низкого давления). Из этой же магистрали производится отбор пара в деаэрактор.

Другая (большая) часть воды из БНД поступает в контур высокого давления и прокачивается с помощью циркуляционного насоса через экономайзер высокого давления ЭСВД. В ЭСВД вода нагревается до температуры, близкой к температуре насыщения. После ЭСВД вода поступает в барабан высокого давления (БВД). Из БВД вода с помощью циркуляционного насоса прокачивается по трубам в испаритель ИСВД, в котором происходит испарение. Затем пар вновь поступает в БВД, где вода отделяется от пара и снова направляется по трубам в ИСВД. А пар из БВД направляется в пароперегреватель ППС, где нагревается до состояния перегретого пара, который направляется в часть высокого давления ПТ.

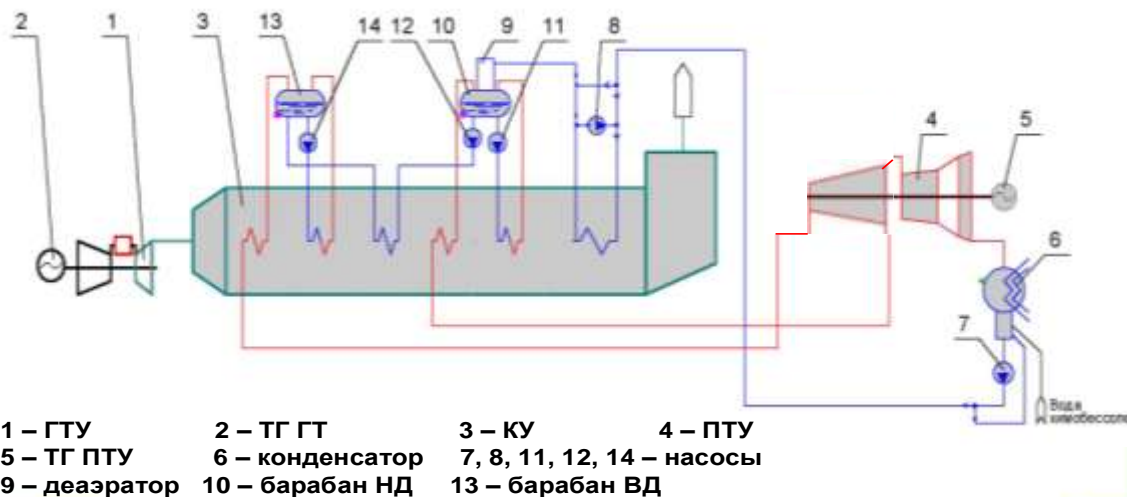


Рисунок 2. - Схема циркуляции рабочего тела (пар-вода) в паровом контуре

Пар от трех КУ поступает в ПТ, в которой он расширяется в две стадии. Сначала пар высокого давления от ППС расширяется до давления контура низкого давления. Затем к нему в турбине подмешивается пар контура низкого давления от БНД и происходит расширение до давления в конденсаторе. Полученная механическая мощность ПТ преобразуется генератором ПТУ в электрический ток.

За турбиной происходит конденсация пара в конденсаторе. Вода из конденсатора прокачивается конденсатным насосом в деаэратор.

В схеме ПГУ присутствуют две линии перепуска пара из магистралей подвода высокого и низкого давлений к ПТ: перепуск пара низкого давления и перепуск пара высокого давления, которые используются при пуске установки.

### 3. Состав оборудования и основные показатели установки

**3.1 Газовая турбина.** Газотурбинный двигатель **MS5002E** разработки фирмы GE, изготавливаемый по лицензии. Внешний вид ГТ и компоновка на раме показан ниже на рисунке 3.

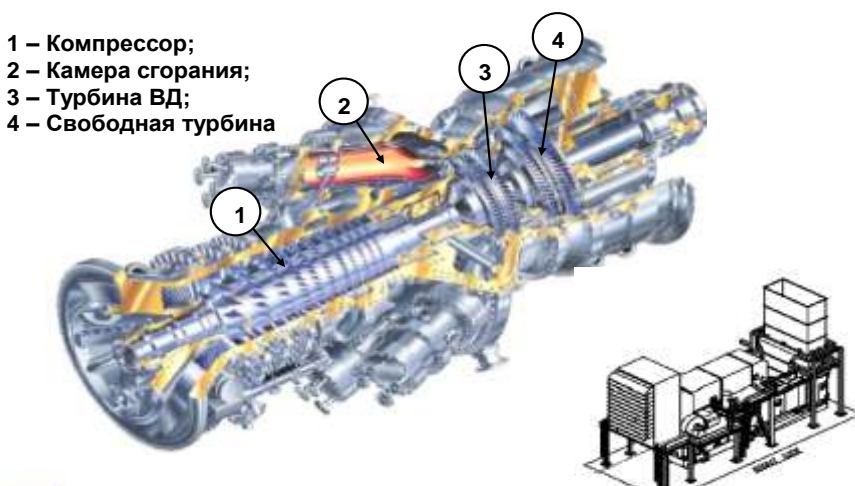


Рисунок 3. - Газовая турбина **MS5002E** и ее компоновка в составе ГТУ

Газовая турбина имеет двухвальную конструкцию: 11-ти ступенчатый компрессор и 2-х ступенчатая турбина высокого давления на одном валу, 2-х ступенчатая силовая турбину передает мощность на понижающий редуктор и турбогенератор. Камера сгорания низкоэмиссионная, двухтопливная, трубчато-кольцевая. Многоканальная система подачи топлива обеспечивает на номинальном режиме уровень концентрации оксидов азота в выхлопных газах не более 30 мг/м<sup>3</sup> (при работе на природном газе), что соответствует требованиям Приложения 1.

Система автоматического запуска от электродвигателя, передающего мощность на ротор высокого давления. Система позволяет поддерживать вращение ротора на остановленном двигателе.

Двигатель имеет автономные системы маслоснабжения, топливопитания, систему управления поворотными лопатками компрессора, систему автоматического регулирования.

Двигатель на собственной силовой раме и вспомогательное оборудование на другой раме размещаются на общей опорной плите, что позволяет производить блочный монтаж оборудования на объекте. На опорной плите установлены также трубопроводы наружного воздуха и газоходы.

На двигателе выполнен большой объем исследовательских и доводочных работ, подтвердивших получение заявленных показателей.

Конструкция ГТ позволяет производить ее обслуживание и частичный ремонт на месте эксплуатации. Работа двигателя полностью автоматизирована.

В таблице 1 приведены основные параметры газовой турбины на номинальном режиме при работе в составе ПГУ (с учетом сопротивления в газовом тракте котла-утилизатора) в условиях ISO.

Таблица 1. Параметры номинального режима **MS5002E** в составе ПГУ

<b>Наименование</b>	<b>Разм.</b>	<b>Значение</b>
<b>Мощность на валу</b>	<b>МВт</b>	<b>30,29</b>
<b>КПД турбины</b>	<b>%</b>	<b>34,2</b>
<b>Расход уходящих газов</b>	<b>кг/с</b>	<b>102</b>
<b>Температура уходящих газов</b>	<b>оС</b>	<b>510</b>
<b>Степень сжатия</b>		<b>17</b>
<b>Частота вращения</b>	<b>об/мин</b>	<b>5715</b>
<b>Габаритные размеры</b>	<b>м</b>	<b>17 × 3,4 × 4</b>
<b>Масса блока (без редуктора)</b>	<b>т</b>	<b>117,0</b>

На рисунках 4 и 5 показано размещение двигателя в защитном кожухе и его стыковка с блоком вспомогательного оборудования

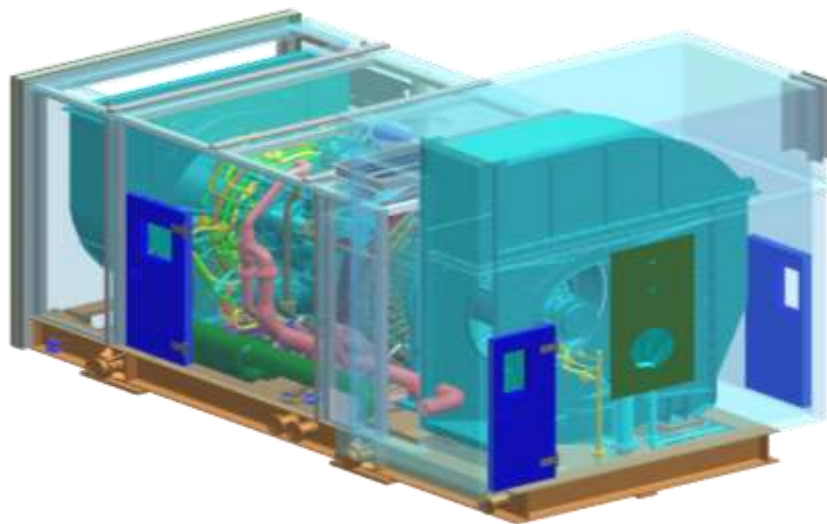


Рисунок 4. - Двигатель MS5002E в кожухе

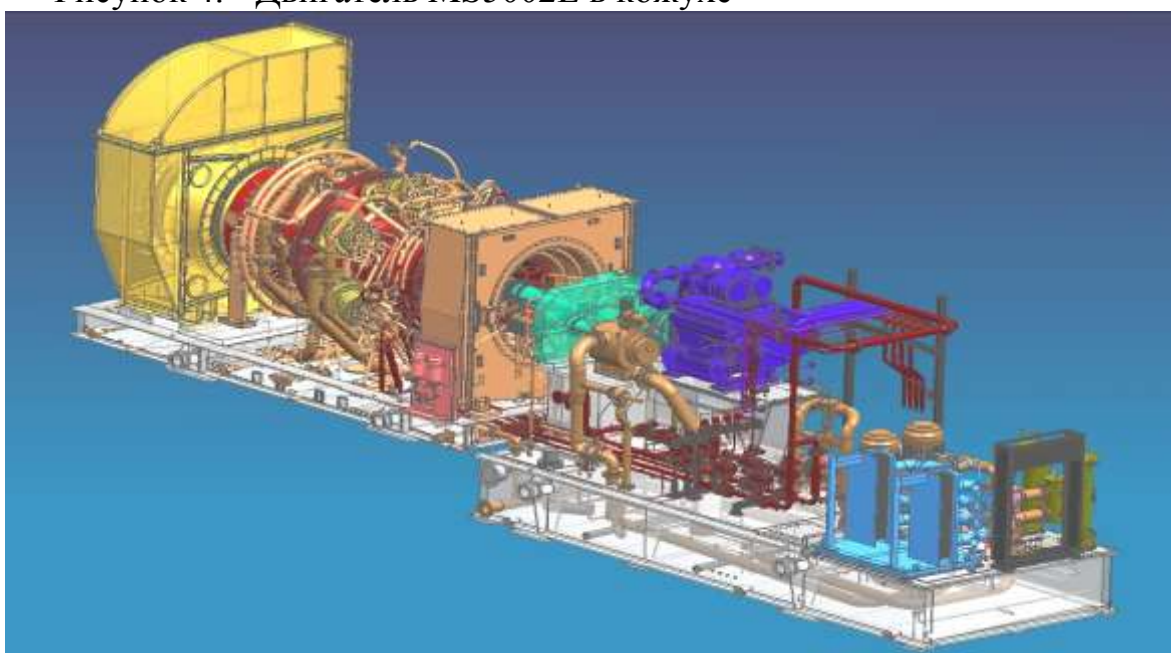


Рисунок 5. - Стыковка MS5002E с блоком вспомогательного оборудования

**3.2 Турбогенераторы.** Для преобразования механической энергии на выходном валу турбин в электрическую энергию применяются синхронные турбогенераторы разработки фирмы **Siemens**, производства ООО «СИМЕНС ЭЛЕКТРОПРИВОД» ЗАО «РЭП Холдинг».

С учетом электрической мощности используется два типоразмера синхронных генераторов – соответственно для газовой и паровой турбин.

Внешний вид и основные габариты синхронного генератора разработки фирмы **Siemens** показаны на рисунке 6.

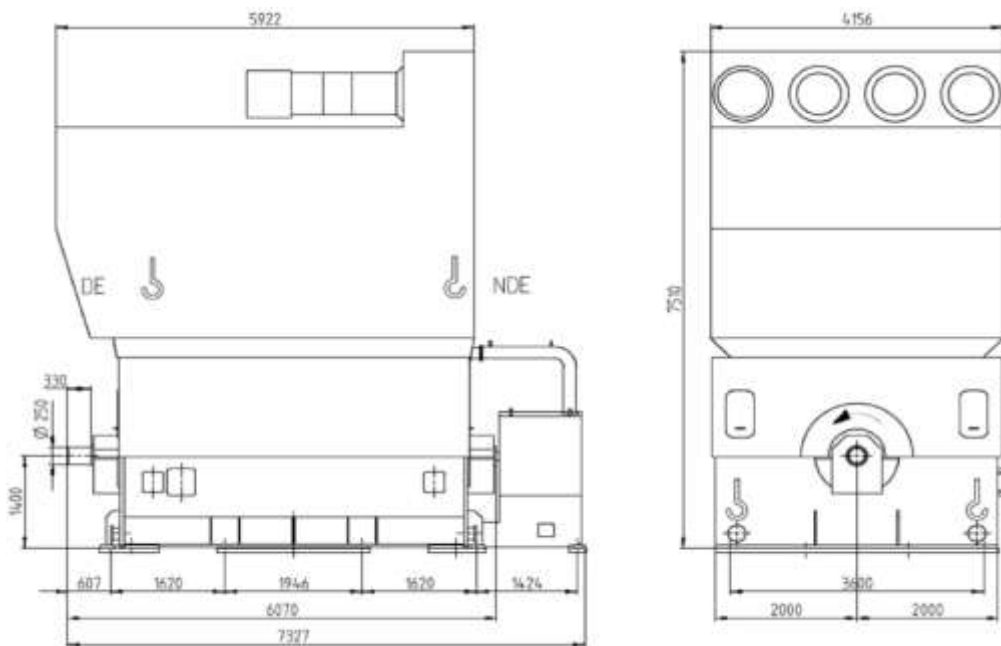


Рисунок 6. – Турбогенератор для газовой турбины

На данном этапе расчетные параметры генераторов для газовой и паровой турбин приняты в соответствии с таблицами 2 и 3.

Таблица 2. Расчетные параметры синхронного генератора для ГТУ

Наименование	Разм.	
Мощность	МВт	31,5
КПД		0,98
Коэффициент мощности		0,8
Напряжение	кВ	10,5
Частота вращения	об/мин	3600
<b>Охлаждение встроенное водяное</b>		

Таблица 3. Расчетные параметры синхронного генератора для ПТУ

Наименование	Разм.	Значение
Мощность	МВт	40
КПД		0,983
Коэффициент мощности		0,8
Напряжение	кВ	10,5
Частота вращения	об/мин	3600
<b>Охлаждение – воздушное, замкнутое с выносным водяным охладителем</b>		

Конкретные типоразмеры синхронных генераторов для газовой и паровой турбин будут уточнены на последующих этапах.

Допускается использование синхронных генераторов соответствующей мощности, частоты и направления вращения производства других фирм.

**3.3. Редуктор** разработки и поставки фирмы **Flender** используется для понижения частоты вращения при передаче мощности от газовой турбины к генератору. Макет редуктора показан на рисунке 7.

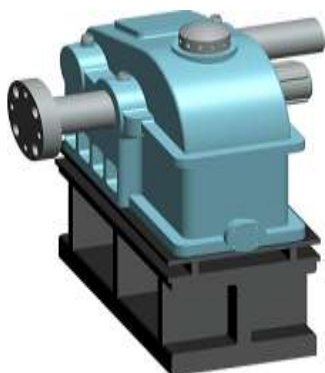


рисунок 7. – Внешний вид редуктора

Корпус редуктора - литой, с горизонтальным разъемом в плоскости осей валов. В корпусе имеются каналы для подвода смазки к вкладышам и зацеплению передачи, в днище - отверстия для слива масла из редуктора.

Зубчатая передача шевронного типа. Колесо с валом и шестерня - из легированной стали с азотированными зубьями. Редуктор имеет один опорно-упорный и три опорных вкладыша. Первый предназначен для фиксации положения зубчатой передачи в корпусе.

Валы редуктора соединены с ротором ГТУ и ротором синхронного генератора упругими муфтами поставки фирмы **Flender**.

Редуктор выполнен по схеме со смещёнными осями валов, обеспечивает необходимое передаточное отношение частоты вращения от силовой турбины, равное 1,587. Основные характеристики редуктора представлены в таблице 4.

Таблица 4. Проектные параметры редуктора

Наименование	Разм.	Значение
Передаваемая мощность максимальная	МВт	38
Передаточное отношение		1,587
Потери мощности в редукторе	кВт	600
Частота вращения вала генератора	об/мин	3600
Габариты редуктора (с упругими муфтами и промежуточными валами)	м	4,6 x 3,2 x 2,8
Масса редуктора с рамой	т	16

**3.4 Комплексное воздухоочистительное устройство (КВОУ)** изготавливается по лицензионной документации в комплекте с газовой турбиной MS5002E. Внешний вид показан на рисунке 8.

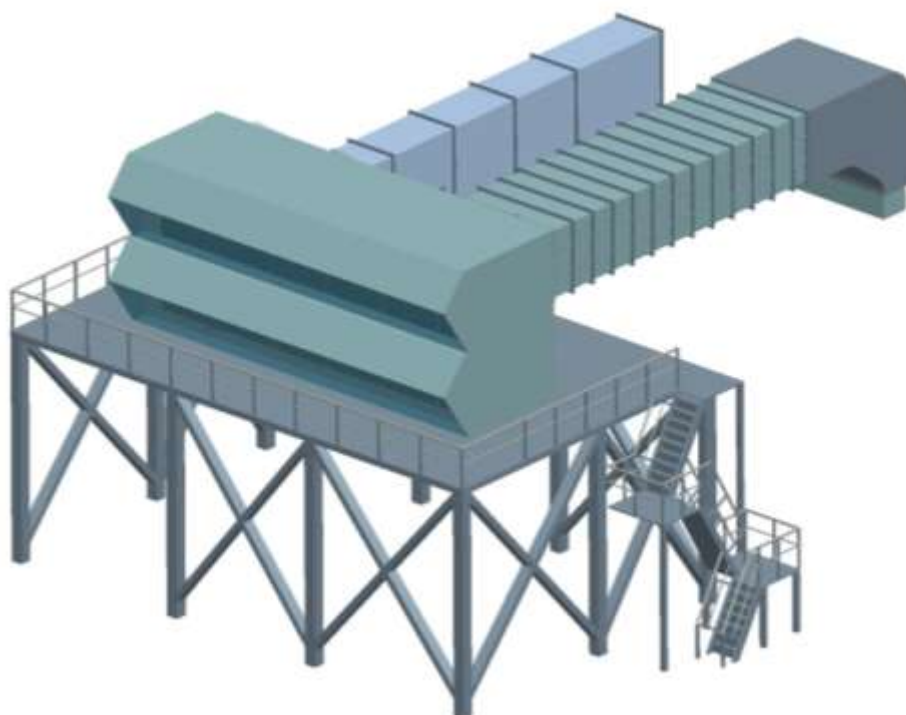


Рисунок 8. - Внешний вид варианта КВОУ для газовой турбины

**КВОУ** обеспечивает:

- очистку воздуха от пыли;
- предотвращение попадания посторонних предметов и атмосферных осадков в воздушный тракт;
- снижение уровня шума на всасе компрессора до санитарных норм.

Всасывающий тракт имеет также противообледенительную систему, которая обеспечивает подачу горячего воздуха на обогрев входного воздухозаборного тракта компрессора в условиях возможного обледенения.

### 3.5 Паровой котел-утилизатор двух давлений.

Паровой котел вертикальный, барабанного типа, двух давлений генерируемого пара с деаэратором на атмосферном давлении. Устройство и компоновка варианта котла-утилизатора показана на рисунке 9.

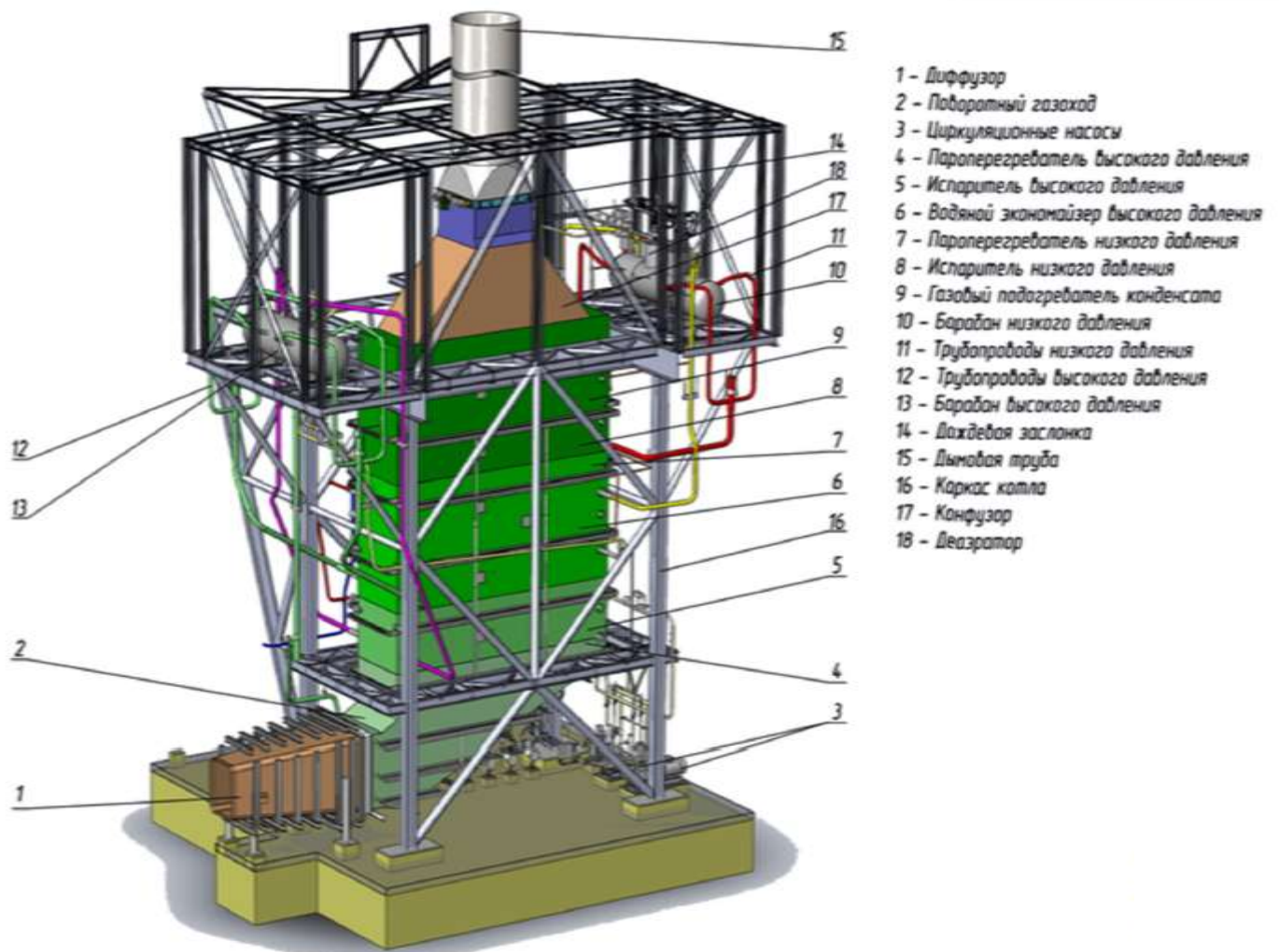


Рисунок 9. - Паровой котел-утилизатор двух давлений

В состав КУ входят 5 теплообменных секций: подогревательные, испарительные и пароперегревательные поверхности нагрева.

В состав испарительного контура КУ входят барабаны низкого и высокого давления. Циркуляция в испарительном контуре принудительная.

Компоновка поверхностей нагрева КУ – вертикальная.

Котел-утилизатор выполнен газоплотным за счет металлической обшивки.

Поверхности нагрева выполнены из труб с наружным оребрением, подвешены к собственному каркасу котла и поставляются блоками.

На входе и выходе котла по газовому тракту предусмотрены компенсаторы, на выходе – шумоглушитель.

Основные характеристики котла-утилизатора на номинальном режиме приведены в таблице 5.

Таблица 5. Проектные параметры парового котла

Наименование величины	Разм.	Значение ВД / НД
Паропроизводительность	т/ч	38,2 / 7,2
Давление пара	МПа	6,0 / 0,55
Температура пара начальная	°С	485 / 225
Габариты котла	м	12 x 6.8 x 20
Масса (без упаковки и обмуровки)	т	280

Близким аналогом по рабочим параметрам является котел-утилизатор (модель П-103), поставленный ЗиОМАР на 1-ю очередь Сочинской ТЭЦ.

### 3.6 Паровая турбина двух давлений.

Типовой объем поставки в турбину включает в себя собственно турбину, систему автоматического регулирования и защиты, систему маслоснабжения единую с электрогенератором, комплектующее оборудование, в том числе конденсационную установку и установку для отсоса паровоздушной смеси из уплотнений, комплект КИП, комплект приспособлений.

Паровая турбина активного типа, одноцилиндровая без регенеративного отбора пара (рисунок 10). В турбине используется пар двух давлений. Проточная часть состоит из двухвенечной регулирующей ступени и 17-ти ступеней давления. Внутренний КПД турбины составляет ~80%.

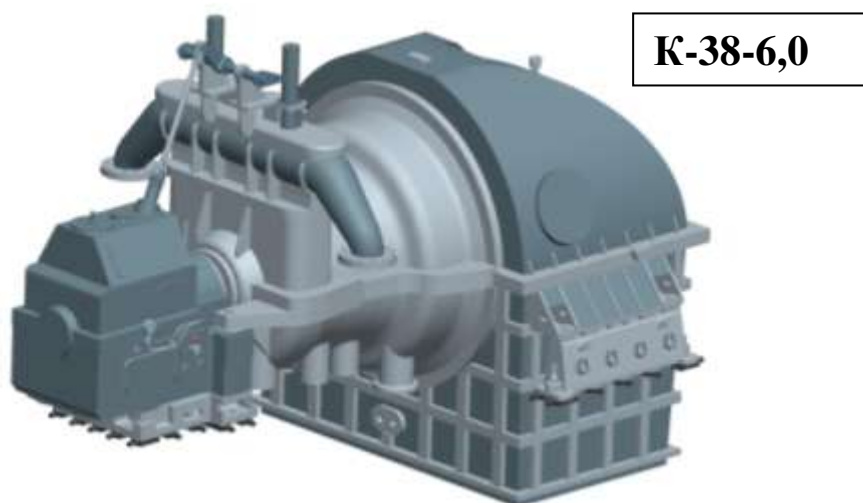


Рисунок 10. - Паровая турбина двух давлений мощностью 38МВт  
Конденсатор турбины водяной поверхностного типа.

На рисунке 11 показан внешний вид конденсатора паровой турбины.

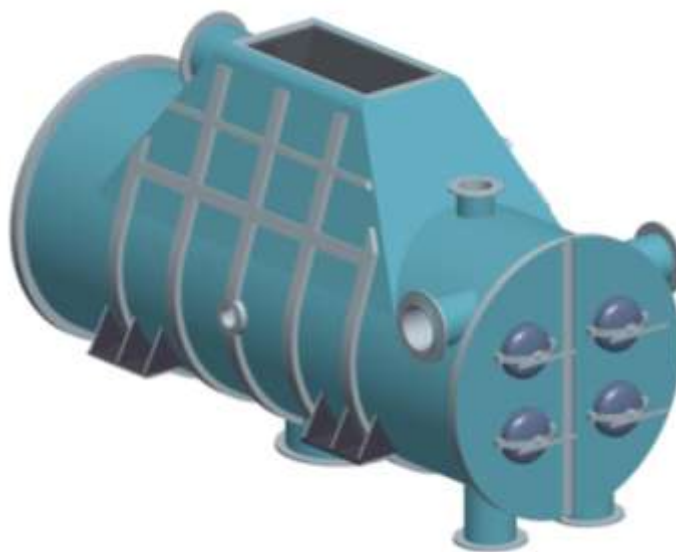


Рисунок 11. - Конденсатор турбины

Потребный расход циркуляционной воды на охлаждение конденсатора составляет не менее 7000 т/ч. Температура циркуляционной воды на входе - не выше 35 °С.

В таблицах 6 и 7 приведены основные параметры турбины.

Таблица 6. Проектные параметры рабочего тела (номинальный режим)

Параметр	Разм.	Значение	
		ВД	НД
Расход пара в секции	<b>Кг/с</b>	<b>31,8</b>	<b>5,88</b>
Давление пара на входе в секцию ПТ	<b>МПа</b>	<b>0,59</b>	<b>0,54</b>
Температура пара на входе в секцию ПТ	<b>°С</b>	<b>480</b>	<b>220</b>
Температура воды выход из конденсатора не более	<b>°С</b>	<b>42</b>	
Давление в конденсаторе при температуре охлаждающей воды 25 <sup>0</sup> С	<b>кПа</b>	<b>&lt; 7,5</b>	

Таблица 7. Номинальные параметры паровой турбины

Параметр	Разм	Значение
Мощность	<b>МВт</b>	<b>38</b>
Расход пара общий	<b>кг/с</b>	<b>37,7</b>
Частота вращения	<b>об/мин</b>	<b>3600</b>
Масса турбины	<b>т</b>	<b>60</b>
Габариты	<b>м</b>	<b>5,7 x 3,7 x 3,8</b>
Масса конденсатора	<b>т</b>	<b>35</b>

**3.7 Система автоматического управления** технологическими процессами является общей для всей установки и включает в себя системы управления отдельных агрегатов.

АСУ ТП обеспечивает работу оборудования в автоматическом режиме без постоянного присутствия обслуживающего персонала и выполняет следующие основные функции:

- автоматическую проверку готовности ГТУ и агрегата в целом к пуску;
- автоматический пуск с выходом на режим заданной нагрузки;
- автоматическое регулирование частоты вращения;
- стабилизацию заданного режима;
- ограничение режима работы по температуре газа, запасу до границ помпажа и мощности;
- контроль параметров агрегата;
- предупредительную и аварийную сигнализацию;
- защиту агрегата на всех режимах;
- связь агрегата со станционной системой управления и обработку команд;
- автоматический останов агрегата;
- контроль достоверности и отбраковку недостоверной информации;
- представление на дисплеях необходимой информации;
- сигнализацию отклонения основных параметров от заданных уставок;
- сигнализацию задержки отработки алгоритмов с указанием причин;
- отображение на индивидуальных приборах важнейших параметров;
- регистрацию аварийных ситуаций и параметров установки;
- диагностику состояния агрегата и правильности функционирования АСУ

ТП.

ГТУ снабжена быстродействующим стопорным клапаном, обеспечивающим прекращение подачи топлива по команде АСУ ТП.

АСУ ТП удерживает частоту вращения ротора, не вызывающую срабатывания защиты при мгновенном сбросе нагрузки от максимума до нуля.

Аппаратура АСУ ТП разрабатывается и изготавливается ЗАО «РЭП Холдинг» в виде блочных контейнеров и обеспечивает возможность отладки и перенастройки параметров регулирования на объекте.

### **3.8 Электрооборудование**

Электрической схемой предусматривается присоединение генераторов паровой и газовой турбины к разным секциям ГРУ-13,4 кВ. Для связи с системой на ПГУ предусматривается установка двух трансформаторов связи мощностью 25000 кВА напряжением 115/10,5 кВ. К секциям ГРУ-13,4 кВ присоединяются по одной потребительской секции, от каждой из которых может быть запитано до четырех потребительских подстанций.

Рабочее питание собственных нужд газовой и паровой турбины осуществляется реактированными линиями от секций ГРУ-13,4 кВ.

Резервное питание собственных нужд ПГУ возможно от ближайшей подстанции 13,4 кВ системы.

ГРУ-13,4 кВ может быть укомплектовано ячейками К-204 ЭП, К-205 ЭП двухстороннего обслуживания или ячейками К-207 ЭП одностороннего обслуживания на номинальный ток сборных шин 3150А. Потребительские секции укомплектовываются ячейками К-207 ЭП одностороннего обслуживания. Секции собственных нужд 13,4 кВ также укомплектовываются ячейками К-207 ЭП. В вышеперечисленных ячейках по желанию заказчика могут быть установлены элегазовые или вакуумные выключатели и любые микропроцессорные терминалы защиты и автоматики.

На ПГУ предусматривается аккумуляторная батарея необходимой мощности. Аккумуляторная батарея присоединяется к шиту постоянного тока с необходимым количеством панелей постоянного тока.

Связь между генераторами газовой и паровой турбины и ячейками ГРУ-13,4 кВ осуществляется генераторными токопроводами ТЭКНЕ-ЭП-20-5500-375 УХЛ1.

Связь между сборкой резервного питания и секциями собственных нужд газовой и паровой турбины осуществляется токопроводом ТЗКР-ЭП-10-1600-81 УХЛ1.

Связь между реактором потребительской сборки и выключателем ввода на потребительскую сборку осуществляется токопроводом ТЗК-ЭП-10-1600-128 УХЛ1. Все токопроводы - производства ЗАО «РЭП Холдинг».

Реакторы устанавливаются в объединенном главном корпусе ПГУ ТЭЦ.

Схема разработана в расчете на полное оснащение оборудованием производства ЗАО «РЭП Холдинг». ПГУ может быть укомплектована шкафами и ящиками типа ШЭ 1400, ЯЭ 1400, панелями КТПСН-0,5 кВ, сборками РТЗО-88М, сборками ПР, щитком синхронизации ЩСХ-3 и другим оборудованием.

По желанию Заказчика ячейки могут быть укомплектованы оборудованием зарубежных и российских производителей.

Главная схема электрических соединений для моноблока приведена на рисунке 12.

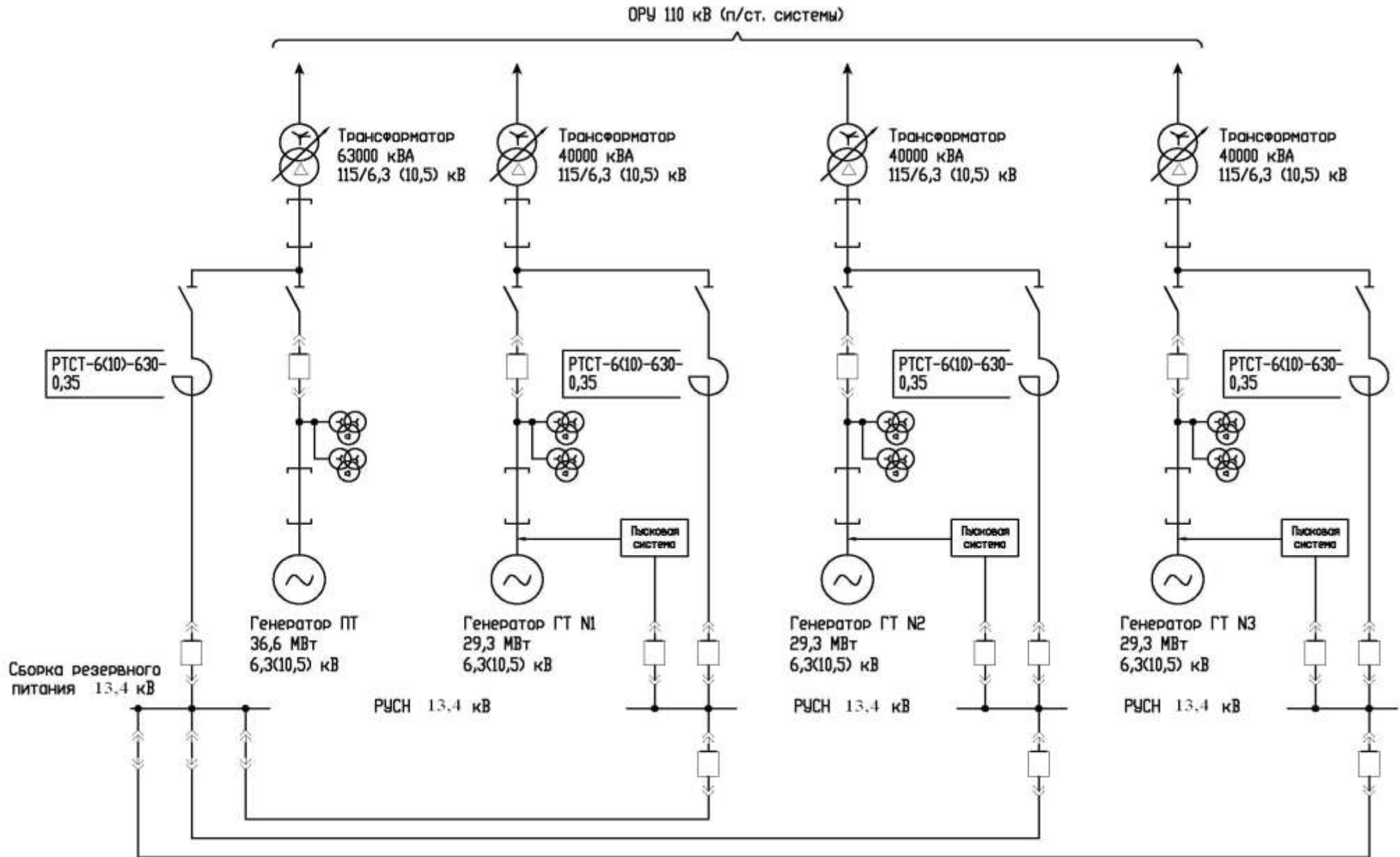


Рисунок 12. - Главная схема электрических соединений станции

**3.9 Основные показатели блока ПГУ** в стационарных условиях (с учетом сопротивлений входного и выходного трактов) для стандартных климатических условий представлены в таблице 8.

Таблица 8. Номинальные показатели ПГУ и ее элементов в условиях ТЭС

Параметр	Разм.	Величина
Установленная электрическая мощность ПГУ ТЭС, в том числе:	МВт	<b>125,9</b>
Мощность 3-х ГТУ	МВт	<b>87,9</b>
Мощность ПТУ	МВт	<b>38</b>
КПД электрический ГТУ	%	<b>34,2</b>
Расход газа на выхлопе	кг/с	<b>306</b>
Температура газа на выхлопе котла	°С	<b>147</b>
Массовый расход топлива (природный газ)	кг/с	<b>5,4</b>
Объемный расход топлива (природный газ)	тыс. Н м <sup>3</sup> /ч	<b>27,77</b>
Паропроизводительность ПТУ	кг/с	<b>37,7</b>
КПД электрический ПГУ	%	<b>47,3</b>
Масса основного оборудования	т	<b>1680</b>
Габариты главного корпуса	м	<b>105x87x31</b>

**Частота генерируемого электрического тока 50 Гц, напряжение 10,5 КВ.**

Класс использования основных элементов ПГУ – базовый или полупиковый. Время работы свыше 6000 ч. в год, число пусков не более 100 в год.

Конструкция ПГУ позволяет производить сервисное обслуживание на месте эксплуатации без демонтажа и отправки на предприятие-изготовитель.

Проектирование оборудования ПГУ выполняется в соответствии со стандартами, нормами, правилами и техническими условиями, принятыми в РФ, и техническим заданием, согласованным с Заказчиком.

К важнейшим экологическим показателям установки относятся выбросы вредных веществ в окружающую атмосферу и уровень шума.

На номинальном режиме (при расчетном рабочем давлении в камере сгорания) содержание оксидов азота в отработавших газах, приведенное к температуре 273 К и давлению 0,101 МПа при условной концентрации кислорода 15 % в сухих продуктах сгорания, находится на уровне 30 мг/м<sup>3</sup>, что существенно ниже требований (см. Приложение).

Для обеспечения санитарных норм по шумовым характеристикам на ремонтных площадках, в зонах работы обслуживающего персонала и прилегающих к станции территориях, применены следующие средства:

- установлены шумопоглощающие устройства во всасывающем и выхлопном трактах, в напорном патрубке вентиляторов отсоса пыли из КВОУ.

- ГТУ с редуктором вместе с дроссельным устройством и задвижками на трубопроводах подвода греющего воздуха к воздухозаборному устройству находятся под звукозащитным укрытием.

При необходимости генераторы также помещаются в звукопоглощающие кожуха.

ПГУ имеет следующие минимальные показатели надежности основного оборудования:

- средняя наработка на отказ - 3500 час
- коэффициент технического использования - 0,92
- коэффициент надежности пусков - 0,95
- коэффициент готовности - 0,97

Ресурсы:

- полный ресурс до списания, не менее -150 тыс. часов
- средний ресурс между капитальными ремонтами, не менее - 50 тыс. часов

ОАО «Концерн Внешэнергоснаб» обеспечивает сервисное обслуживание оборудования в эксплуатации и поставку необходимых запасных частей.

Для конкретных условий эксплуатации при проектировании 1-й очереди станции состав оборудования может быть частично изменен при наличии особых требований, например, потребности в теплофикации, резервировании электрической мощности, интегрированная с другими объектами система управления и прочее.

#### **4. Климатические характеристики блока ПГУ**

Важнейшим показателем установки является благоприятное протекание ее характеристик, отражающих изменение выходных данных при изменении внешних условий или вырабатываемой мощности.

Расчетные климатические характеристики ПГУ в виде зависимостей номинальной мощности и КПД от температуры атмосферного воздуха (для моноблока ПГУ с одной газовой турбиной) показаны на рисунках 13 и 14. Параметры на них соответствуют номинальному режиму работы установки, то есть максимальному длительному режиму, допустимому по условиям надежности на полный ресурс с поддержанием заданных ограничений в работе оборудования.

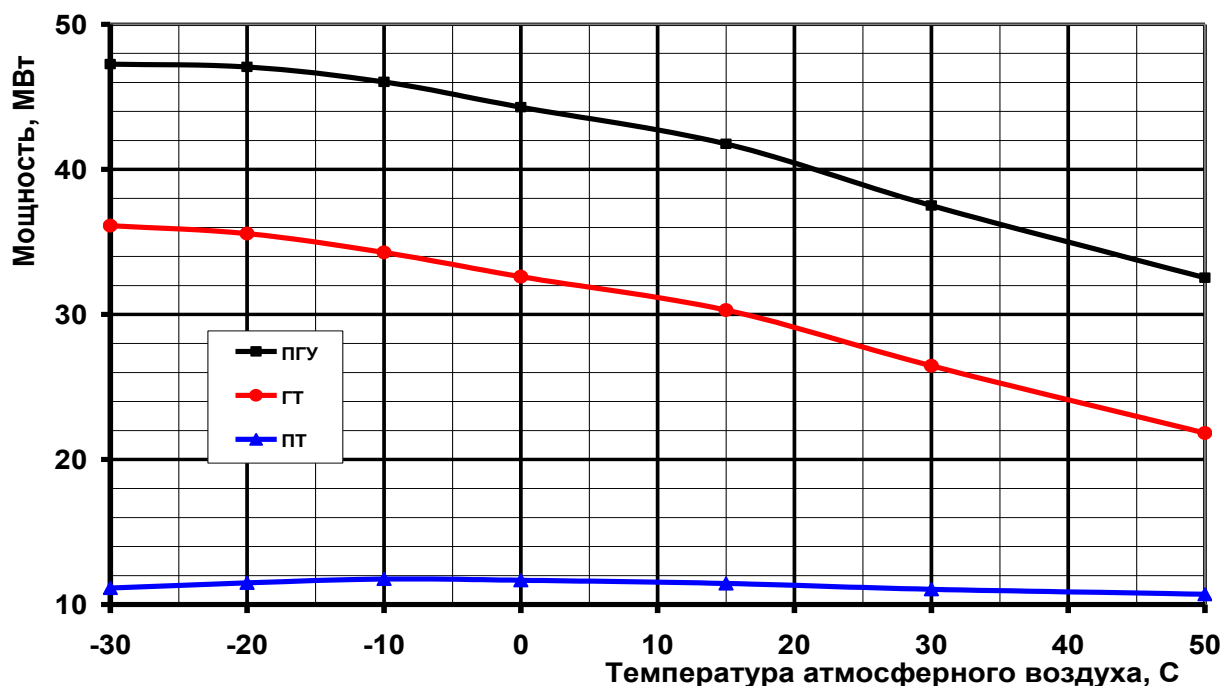


Рисунок 13. - Климатическая характеристика электрической мощности блока с одной газовой турбиной. Номинальный режим.

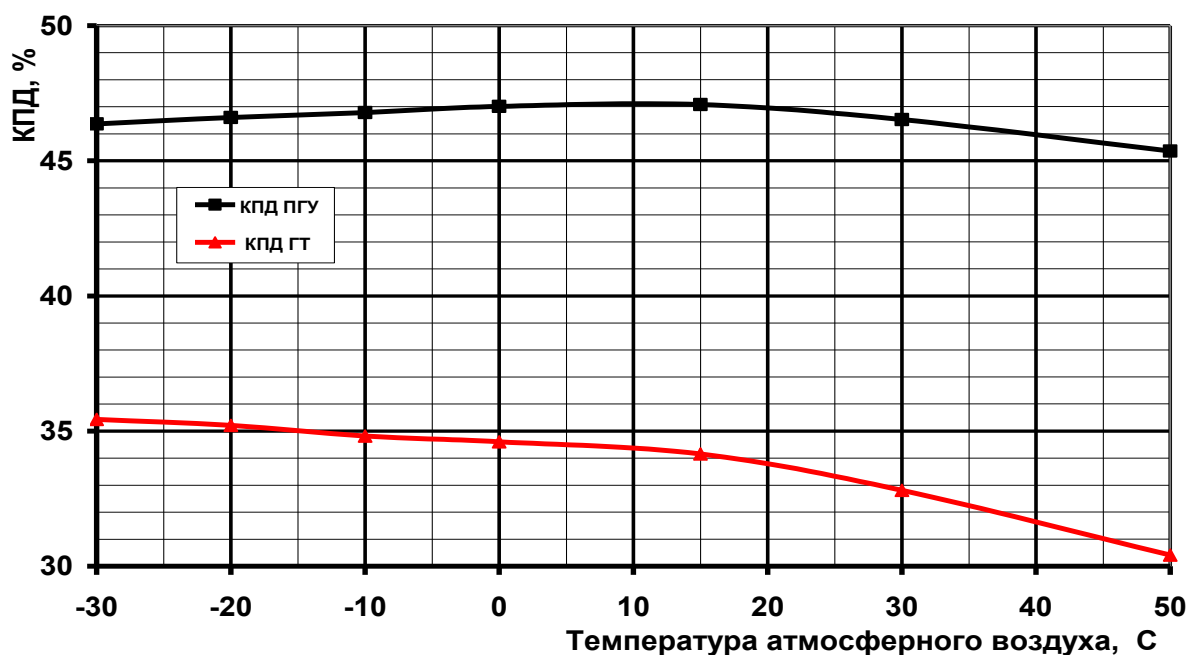


Рисунок 14. - Климатическая характеристика КПД блока с одной газовой турбиной. Номинальный режим.

Особенностью климатических характеристик данной ПГУ является поддержание высокого уровня КПД установки во всем диапазоне температур атмосферного воздуха. Это обеспечивается за счет работы парового контура, мощность которого практически не изменяется.

## 5. Компоновка оборудования блока ПГУ на станции

При разработке компоновки станции могут рассматриваться различные решения по размещению оборудования в соответствии с выбранным Заказчиком вариантом поставки «под ключ» для нового строительства.

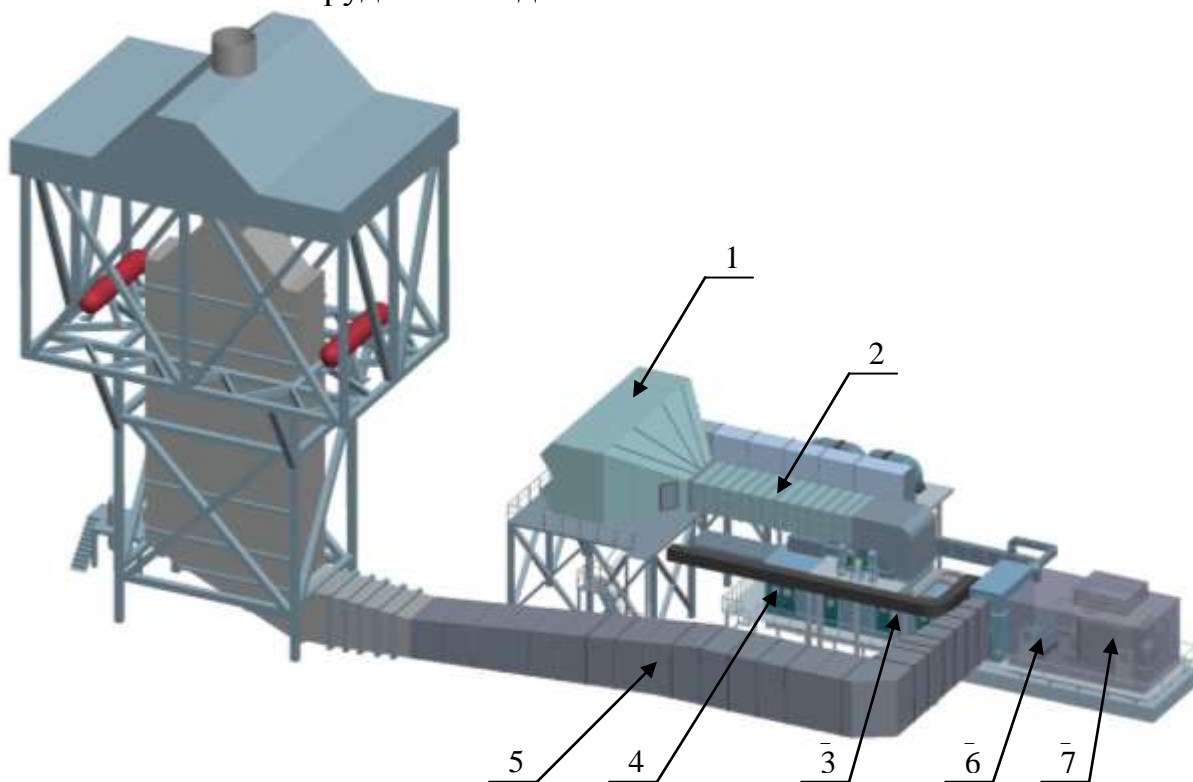
Здесь предложен вариант размещения установки в отдельном капитальном здании (главном корпусе), в котором размещается также вспомогательное оборудование, системы обслуживания, подъемно-транспортное оборудование, бытовые помещения.

Размещение и взаимосвязи основного оборудования установки выполнены с учетом следующих функциональных, эксплуатационных и иных требований:

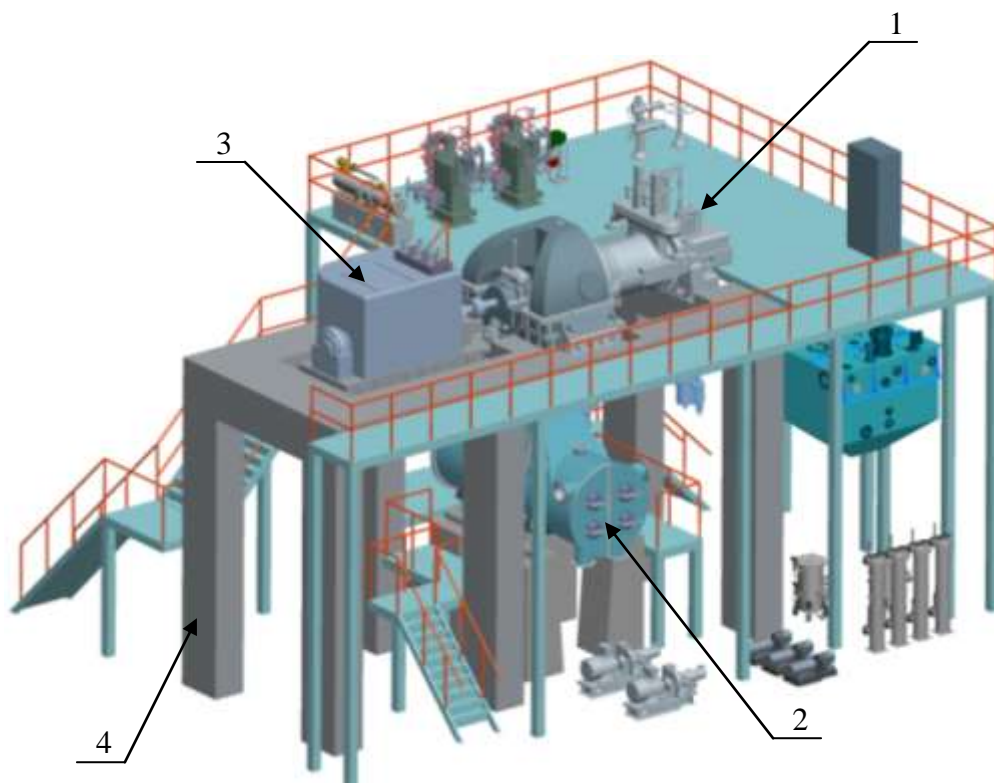
- компактность установки;
- надежность и долговечность;
- минимальная протяженность магистралей;
- удобство монтажа;
- возможность ремонта и замены оборудования
- удобство обслуживания
- обеспечение требований безопасности

Основное оборудование ПГУ сформировано из 3-х типовых газотурбинных и одной паротурбинной установки. На рисунках 13 и 14 соответственно показаны компоновки указанных блоков на макетах.

Масса основного оборудования одного блока ГТУ - 220т.



1 – КВОУ; 2 – Воздуховод; 3 – Блок турбины в обшивке; 4 – Блок рамы вспомогательных устройств; 5 – Газоход; 6 – Редуктор; 7 – Турбогенератор  
Рисунок 15. – Компоновка газотурбинной установки (макет).



Вариант А 100т  
 Вариант Б 150т  
 Вариант В 180т

Масса основного  
 оборудования  
 ПТУ 180т

1 – Турбина паровая; 2 – Конденсатор; 3 – Турбогенератор; 4 – Фундамент  
 Рисунок 16. – Компоновка паротурбинной установки (макет).

Общие габариты и размеры главного корпуса, а также планировка корпуса и размещение подъемно-транспортного оборудования условно показаны на рисунках 17 и 18.

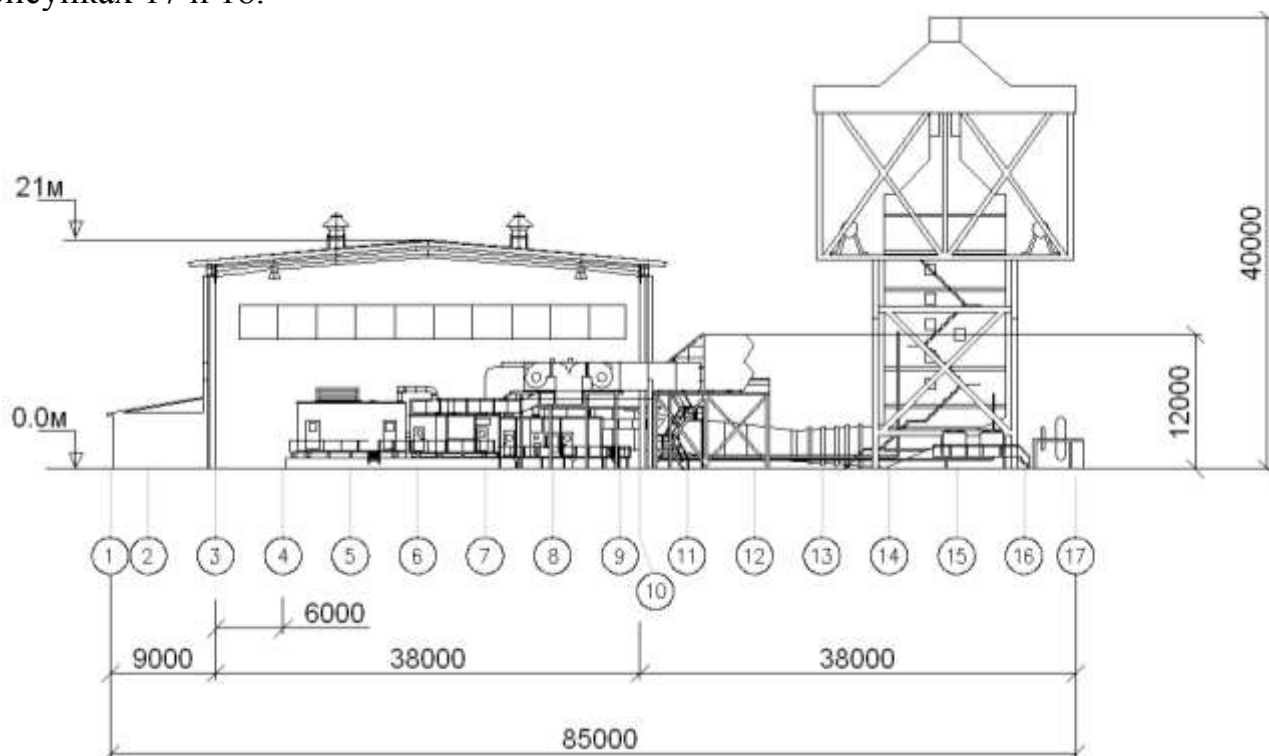


Рисунок 17. - Главный корпус. Разрез.

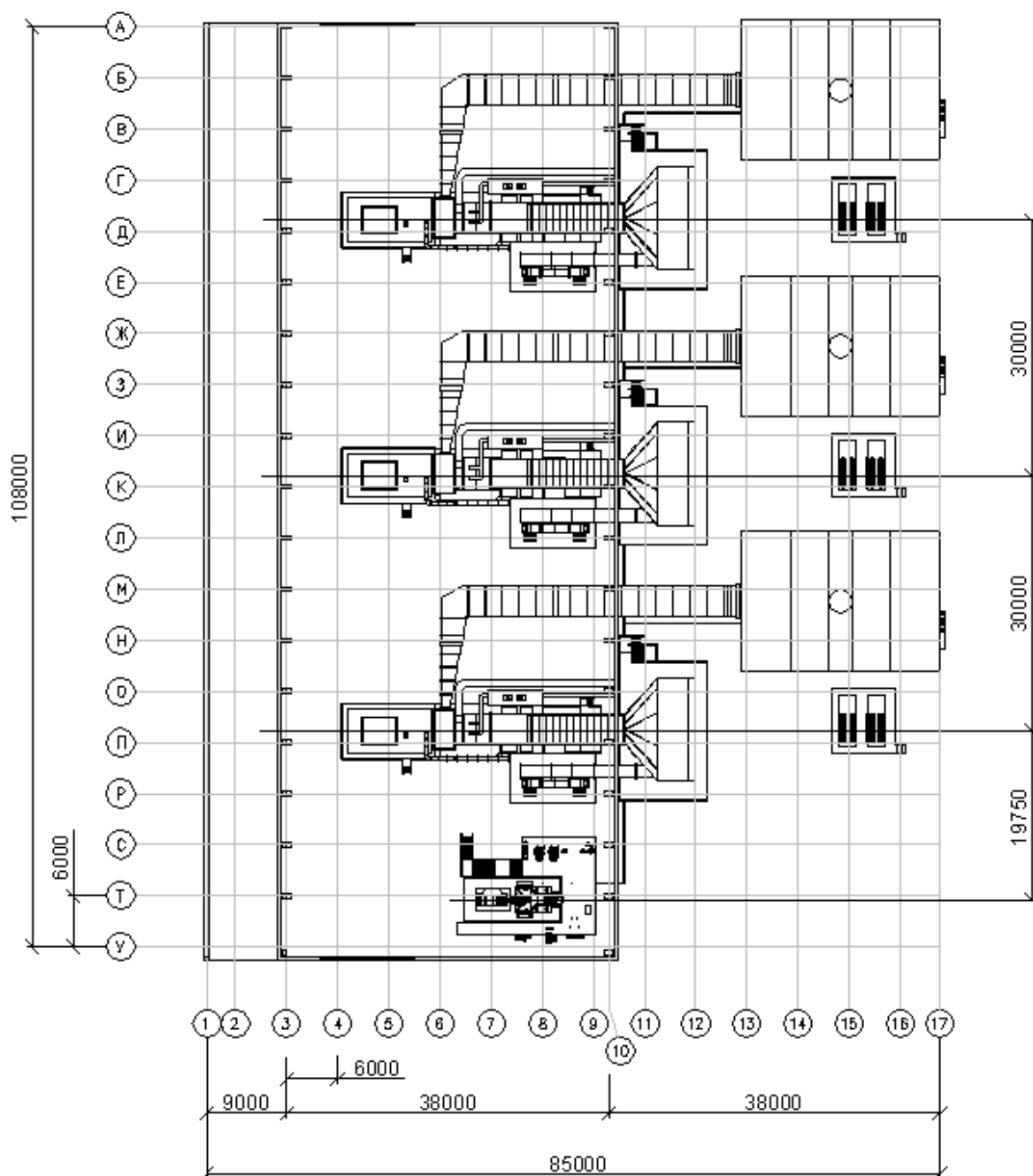


Рисунок 18 - Главный корпус. План.

На рисунке 19 условно показан внешний вид здания главного корпуса на площадке станции, а в таблице 9 указаны его габаритные размеры.

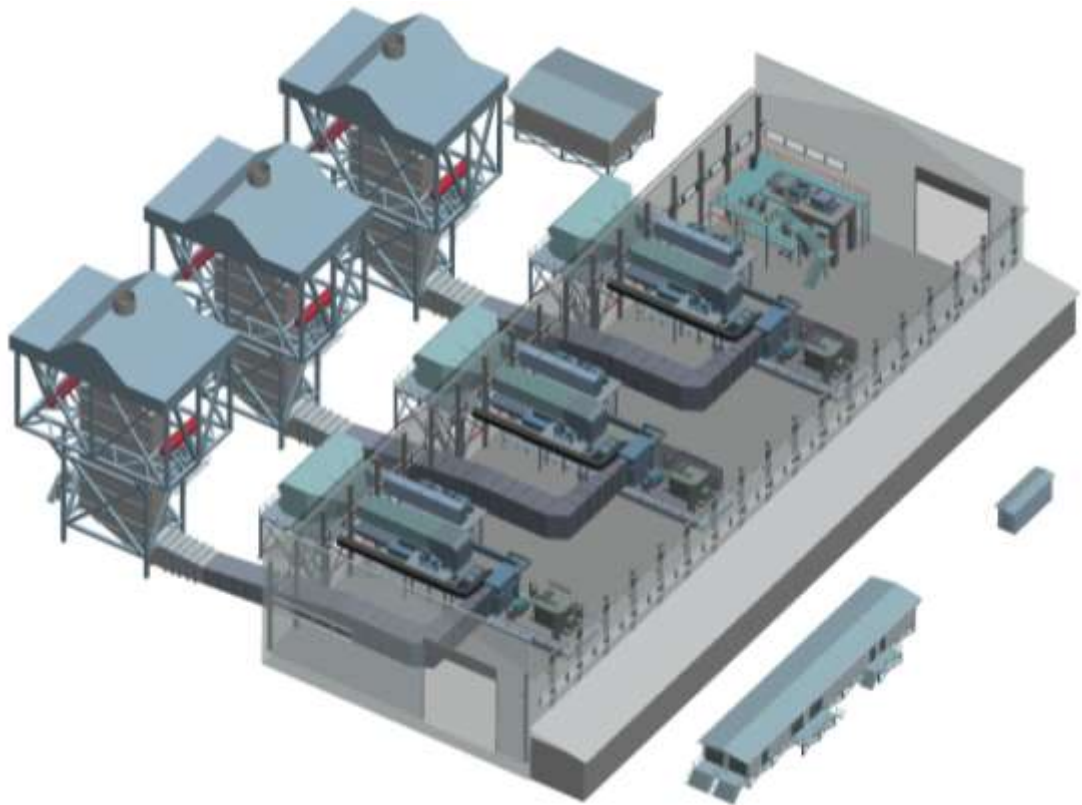


Рисунок 19. – Внешний вид объединенного главного корпуса.

Таблица 9. Размеры главного корпуса станции

Корпус ПГУ 1-й очереди		
Главный корпус:	Длина, м	<b>108</b>
	Ширина, м	<b>85</b>
	Высота, м	<b>21</b>
Площадь территории станции, Га		<b>4,8</b>