



Конкурс «Премия «Авиастроитель года»

Номинация «Лучший инновационный проект»

«Создание высокоэффективной газотурбинной электростанции ГТЭС-25ПА с применением авиационных технологий на базе двигателя ПС-90А2»

1. Цель проекта создания ГТЭС-25ПА

Разработка и создание высокоэффективной газотурбинной электростанции номинальной мощностью 25 МВт для строительства электростанции большой мощности 200 МВт для собственных нужд крупнейшего нефтеперерабатывающего завода России ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез».

2. Описание ГТЭС-25ПА

Газотурбинная электростанция ГТЭС-25ПА стационарная номинальной мощностью 25 МВт предназначена для комбинированной выработки электрической и тепловой (при утилизации тепла выхлопных газов) энергии в условиях умеренно-холодного климата.

ГТЭС-25ПА представляет собой комплекс, состоящий из газотурбинной установки ГТЭ-25ПА, редуктора фирмы Voith Turbo, турбогенератора фирмы «Siemens», оборудования и систем, обеспечивающих их работу и безопасность эксплуатации электростанции.

ГТЭС подключается к комплектному распределительному устройству (КРУ) и к газоотводящей системе Заказчика, оборудованной котлом-утилизатором, транспортируется к месту назначения частями (блоками).

Основным рабочим топливом является: природный газ по ГОСТ 5542-87, ОСТ 51.40-93. Резервное рабочее топливо – дизельное по ГОСТ 305-82.

Основные параметры ГТЭС-25ПА на номинальном режиме

Наименование показателя	Обознач.	Значение
1 Номинальная электрическая мощность, кВт	$N_{\text{ген}}$	25 000
2 Располагаемая тепловая мощность на выхлопе при снижении температуры газов после котла-утилизатора до 110 0С, Гкал/ч, расчетная	$N_{\text{тепл}}$	28,9
3 Номинальное напряжение, В	U	10500
4 Номинальная частота тока, Гц	f	50
5 Номинальный коэффициент мощности	$\cos \varphi$	0,8
6 КПД на клеммах синхронного генератора, %, не менее	$\eta_{\text{ген}}$	36,1
7 Коэффициент использования тепла топлива, %	η_{Σ}	86,3

ГТЭС-25ПА состоит из следующих основных частей (блоков):

- блока ГТУ;
- блока редуктора;
- генератора;
- блока маслообеспечения (БМО);
- воздухоочистительного устройства (ВОУ);

Бесперебойную и безопасную работу ГТЭС-25ПА обеспечивают следующие системы, входящие в ее состав:

- система автоматического управления (САУ ГТЭС);
- автоматическая система пожаротушения (АСПТ) и система контроля загазованности (СКЗ);
- система контроля вибрации двигателя, редуктора и генератора;
- система маслообеспечения двигателя;
- система маслообеспечения редуктор-генератор;
- система охлаждения генератора и масла системы маслообеспечения генератора;
- противообледенительная система ВОУ;
- система наддува трансмиссии;
- система вентиляции блока двигателя;
- система освещения
- система промывки газовоздушного тракта (ГВТ) двигателя;
- система бесперебойного электропитания.

Дополнительно ГТЭС комплектуется блоком газового обеспечения с фильтрами очистки топливного газа и системой впрыска воды в камеру сгорания для подавления эмиссии вредных веществ.

ГТЭС-25ПА монтируется в машинном здании капитального строения. Составные части (блоки) ГТЭС расположены следующим образом:

- блок ГТУ, блок маслообеспечения, блок редуктора, турбогенератор устанавливаются в здании на подготовленный фундамент;
- воздухоочистительное устройство - на опоры над крышей здания;
- аппарат воздушного охлаждения масла (АВОМ) системы маслообеспечения двигателя и гликолевый охладитель - на крыше здания;
- Шкафы системы САУ ГТЭС, системы бесперебойного питания, пожарный контроллер размещаются в машинном зале, а пульт управления ГТЭС (ПУ) и пульт приборов пожарной и газовой сигнализации (ППС-25П) из состава системы пожаротушения устанавливаются в помещении оператора.

Внешний вид ГТЭС-25ПА и установка в здании приведены на рисунках 1, 2.

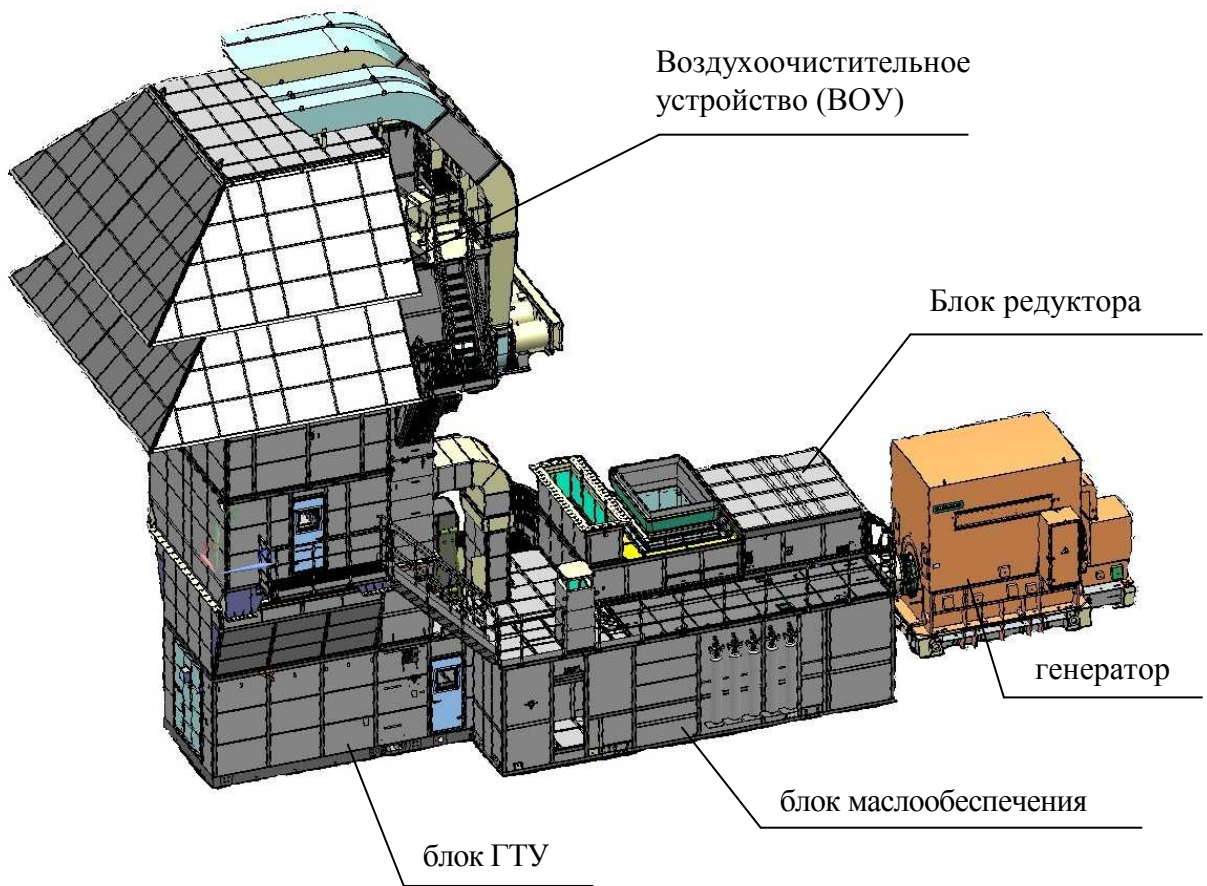


Рисунок 1. Внешний вид ГТЭС-25ПА

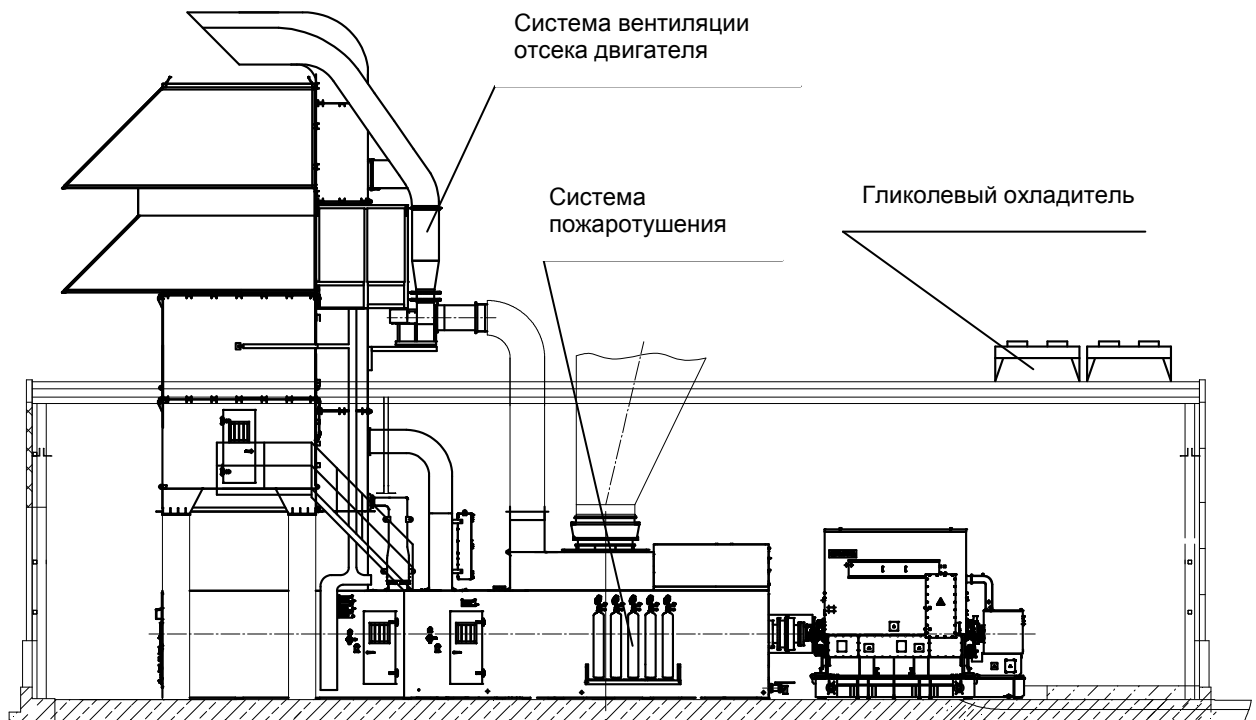


Рисунок 2. Установка ГТЭС-25ПА в здании

3. Конструктивные особенности двигателя ПС-90ГП-25ПА

Основу ГТЭС-25ПА составляет установка газотурбинная ГТЭ-25ПА с двигателем ПС-90ГП-25ПА.

Газотурбинный двигатель ПС-90ГП-25А создается на базе двигателей ПС-90ГП-25 и ПС-90А2: компрессор низкого давления (КНД), турбина низкого давления (ТНД), камера сгорания (КС), силовая турбина (СТ) – серийного двигателя ПС-90ГП-25, компрессор высокого давления (КВД), турбина высокого давления (ТВД) – авиационного двигателя ПС-90А2.

Компрессор низкого давления (КНД) – серийного двигателя ПС-90ГП-25, трехступенчатый, без входного направляющего аппарата, с вращающимся обогреваемым коком. КНД представляет собой модификацию компрессора низкого давления двигателя ПС-90А с “обрезными” лопатками вентилятора. Устойчивая работа КНД обеспечивается отборами воздуха за нулевой ступенью («слив») и надроторным устройством с щелевой перфорацией.

Компрессор высокого давления (КВД) двигателя ПС-90ГП-25А – одновальный, 13-ти ступенчатый, спроектирован на базе КВД авиационного двигателя ПС-90А2. Конструкция КВД обеспечивает отборы воздуха за 7, 10 и 13 ступенями. Отбор из-за 10 ступени введен для улучшения эффективности охлаждения турбины по сравнению с конструкцией серийного двигателя. Для обеспечения достаточных запасов газодинамической устойчивости (ГДУ) на режимах запуска компрессор имеет 6 клапанов перепуска воздуха (КПВ) за 6 и 7 ступенями КВД.

Компрессор имеет регулируемые - входной направляющий аппарат (ВНА), направляющие аппараты (НА) 1 и 2 ступени с изменением углов установки по приведенной по температуре на входе в КВД частоте вращения ротора компрессора.

Камера сгорания (КС) серийного двигателя ПС-90ГП-25, – комбинированного типа, трубчато-кольцевая и состоит из диффузора, 12 жаровых труб и кольцевого газосборника. Топливный газ в жаровые трубы подается через 12 струйных форсунок.

Турбина высокого давления (ТВД) двигателя ПС-90А2 – осевая двухступенчатая, высоконагруженная, все лопатки которой охлаждаемые. Сопловые и рабочие лопатки (РЛ) 1 ступени имеют конвективно-пленочное, а лопатки 2 ступени только конвективное охлаждение.

ТВД двигателя (в отличие от серийной ТВД ПС-90А) имеет следующие особенности:

- увеличена аэродинамическая эффективность за счет перепрофилирования всех рабочих и сопловых лопаток;

- для охлаждения корпуса и профиля соплового аппарата 2 ступени, а также ротора ТВД и РЛ 2 ступени используется отбор воздуха из-за 10 ступени КВД (вместо отбора из-за 7 ступени в двигателе ПС-90А); Увеличение ступени отбора позволяет

существенно увеличить давление охлаждающего воздуха, исключить проникновение газа в охлаждаемые детали, увеличить надежность схемы охлаждения лопаток, снизить уровень рабочих температур рабочих и сопловых лопаток.

Турбина низкого давления – одноступенчатая для привода компрессора низкого давления. Корпуса ТНД продуваются воздухом, отбираемым из-за 7 ступени компрессора, через систему отверстий, выполненных внутри корпусов.

Силовая турбина – трехступенчатая, консольная с корпусами наружными с внутренней продувкой серийного двигателя ПС-90ГП-25.

Охлаждение деталей свободной турбины производится воздухом, отбираемым из-за 7 ступени компрессора. Охлаждение корпуса свободной турбины осуществляется путем продувки корпуса через систему отверстий, выполненных внутри самого корпуса.

4. Реализация проекта

В настоящее время заключен договор с ООО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез» на изготовление, поставку и ввод в эксплуатации 8-ми ГТЭС-25ПА.

Оборудование ГТЭС изготавливается и поставляется на площадку строительства. Изготовлены две ГТЭС-25ПА.

Ввод электростанции в эксплуатацию поэтапно с ноября 2013 года.