

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫЙ АГРЕГАТ МОЩНОСТЬЮ 8000 кВт – ЭТДА-8000, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ГРП ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Инж. О.В. МАЛЬХАНОВ (ООО «ТурбоДЭн», г. Москва)

В соответствии с проектом Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020-2030 годов, разработанным Министерством экономического развития РФ (октябрь 2008 г.), состояние электроэнергетики в настоящее время характеризуется нарастанием дефицита генерирующих мощностей, старением основных фондов и серьезным отставанием в сфере разработки, освоения и использования новых технологий производства и транспорта электроэнергии. Одним из приоритетных направлений в исправлении сложившейся ситуации является в том числе рост инвестиций в электроэнергетику для масштабного ввода новых энергетических мощностей, повышение энергоэффективности и внедрение энергосберегающих технологий.

Как сообщалось в [1], к одному из видов энергосберегающих технологий относится применение энергосберегающих турбодетандерных агрегатов, предназначенных для выработки электроэнергии за счет использования энергии избыточного перепада давления природного газа, дросселируемого на газораспределительных пунктах (ГРП) и газораспределительных станциях (ГРС).

В настоящей работе рассматривается вариант реализации энергосберегающих турбодетандерных агрегатов на ГРП тепловой электростанции.

Исходные данные ГРП электростанции представлены в табл. 1.

Для реализации располагаемой мощности такого класса ГРП целесообразно сооружение энергосберегающего турбодетандерного агрегата мощностью 8 МВт – ЭТДА-8000, разработанного ООО «ТурбоДЭн» (г. Москва) (табл. 2).

Природный газ с давлением P_1 , расходом Q из входного коллектора, пройдя узел очистки, поступает в газоподогреватель (теплообменный аппарат). Затем из газоподогревателя (теплообменного аппарата) газ поступает через отключающую задвижку, стопорный клапан (СК) и дозирующий клапан (ДК)

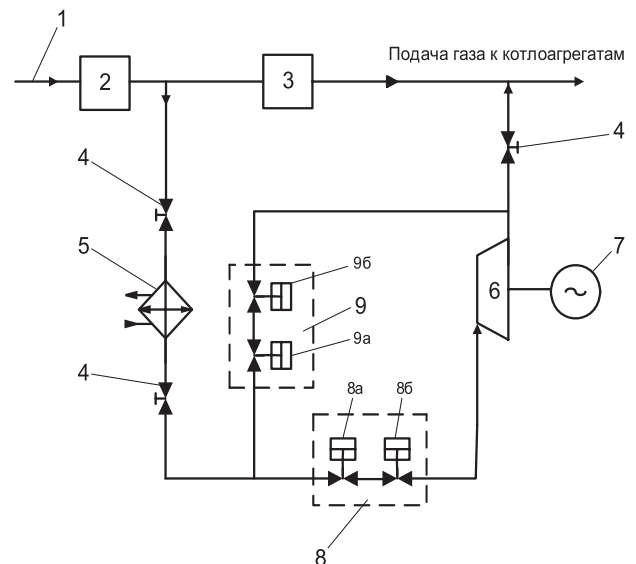


Рис. 1. Принципиальная схема создания ЭТДА-8000 на ГРП тепловой электростанции

1 – подвод газа к ГРП; 2 – узел очистки газа; 3 – ГРП; 4 – электрозадвижка; 5 – газоподогреватель (теплообменный аппарат); 6 – турбодетандер; 7 – электрогенератор; 8 – блок регулирующего клапана, где: 8а – стопорный клапан (СК); 8б – дозирующий клапан (ДК); 9 – блок байпасный, где: 9а – клапан защиты (КЗ); 9б – регулятор давления газа (РДГ).

в турбодетандер, где, расширяясь до давления P_2 , совершает работу, направленную на привод генератора. Выработанная генератором электроэнергия направляется в электрическую сеть.

После расширения в турбодетандере газ через отключающую задвижку направляется в выходной коллектор ГРП.

Для обеспечения бесперебойной подачи газа потребителю ЭТДА снабжен байпасной линией, в комплект поставки которой входят клапан защиты (КЗ) и регулятор давления газа (РДГ).

В случае аварийной остановки агрегата срабатывает стопорный клапан (СК), который перекрывает подачу газа на ЭТДА. Одновременно с закрытием СК открывается быстродействующий клапан защиты КЗ (время закрытия СК и открытия КЗ составляет 0,3 сек.) и газ в обход ЭТДА поступает в выходной коллектор ГРП.

Давление в газопроводе после ЭТДА в это время обеспечивается работой РДГ. В случае невозможности продолжения дальнейшей работы ЭТДА начинают автоматически открываться редуциру-

Таблица 1.

Параметры, ед. изм.	Значение
Давление газа на входе в ГРП (абс.), кг-с/см ²	9,1
Давление газа на выходе из ГРП (абс.), кг-с/см ²	2,1
Температура газа на входе в ГРП, °С	+ 5
Расход газа через ГРП, н.м ³ /ч.	220000

Таблица 2. Основные данные ЭТДА-8000

Наименование параметра, единица измерения	Численные значения параметров
Расход газа через ЭТДА, н.м ³ /ч	35000 ÷ 220000
Давление газа на входе в ЭТДА, МПа	0,6 ÷ 1,3
Давление газа на выходе из ЭТДА, МПа	0,07 ÷ 0,2
Точность поддержания давления газа на выходе из агрегата, %	±7
Температура газа на входе в ГРС, ГРП, К (°С)	263 ÷ 293 (-10 ÷ +20)
Температура газа на выходе из агрегата, К (°С)	263 ÷ 303 (-10 ÷ +30)
Расчетное давление газа из условий прочности, МПа	1,6
Электрическая мощность ЭТДА на номинальном режиме, кВт	8000
Частота вращения ротора турбодетандера и генератора, об/мин	3000
Время пуска агрегата, мин	25
Изменение давления газа на выходе из ГРП (ГРС) при аварийном останове ЭТДА, % не более	±10
Безвозвратные потери масла, л/ч не более	0,3
Мощность, потребляемая на собственные нужды одновременно работающими потребителями, кВт, не более: - напряжением 380 В - напряжением 220 В	30 10
Тип генератора	ГТГ-8-2ЗУХЛЗ* ГТГ-8-2РУХЛЗ**

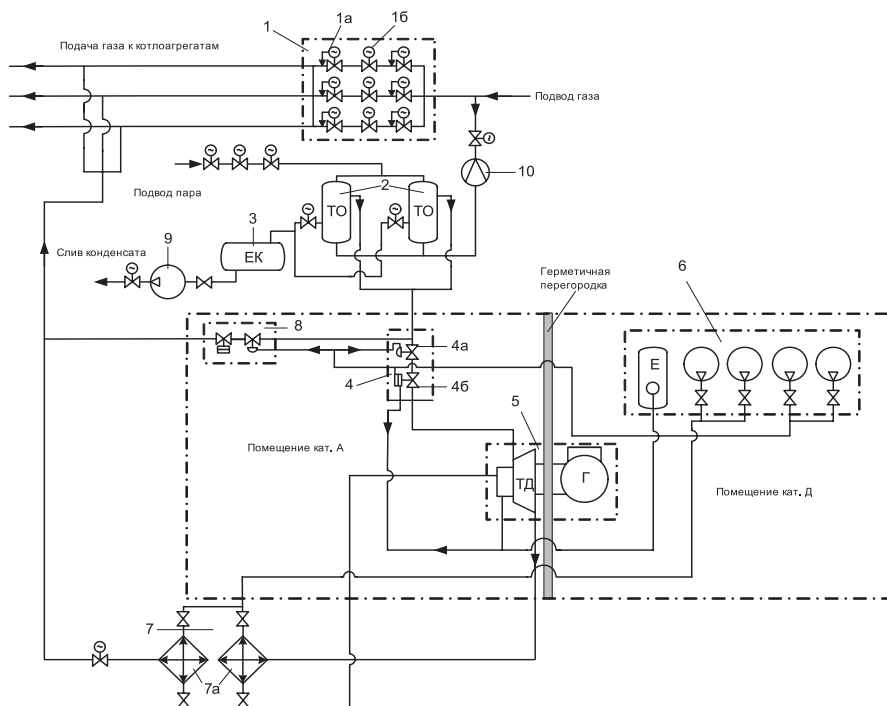
Наименование параметра, единица измерения	Численные значения параметров
Мощность генератора, кВт	8000
Мощность, кВА	10000
Напряжение, В	6300 (10500)
Коэффициент мощности, cos φ	0,8
Частота электрического тока, Гц	50
КПД генератора, %	97,6
Установленный ресурс ЭТДА, ч, не менее: - между капитальными ремонтами - до списания	32000 200000
Коэффициент готовности, не менее	0,98
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	15000
Полный назначенный срок службы, лет, не менее	25
Масса наиболее тяжелого блока при транспортировании, кг, не более	46000
Габаритные размеры наибольшего блока при транспортировании, м, не более: - длина - ширина - высота	8,4 5,1 3,9
Технические требования к газу	по ГОСТ 5542-87
Масло системы смазки и автоматики: - ТП 22с - ТП 22	по ТУ 30.101821-83 по ГОСТ 9972-74

щие клапаны ГРП и постепенно закрываться РДГ. После полного закрытия клапанов РДГ и КЗ ГРП переходит на штатную работу.

В технологической схеме ЭТДА предусматривается система продувочных газопроводов, патруб-

ки для отбора проб газа и патрубки для подачи сжатого воздуха с целью освобождения газопроводов от газа на период ремонта.

Технологическая схема ЭТДА-8000 представлена на рис. 2.



- 1 – Блок редуцирования ГРП ТЭЦ (ГРЭС), где: 1а – регулятор с электроприводом; 1б – задвижка электроприводная;
- 2 – теплообменник «пар-газ»;
- 3 – емкость для конденсата;
- 4 – блок стопорно-дозировочный, где: 4а – клапан пневматический; 4б – регулятор гидравлический (пневматический);
- 5 – блок детандер-генераторный;
- 6 – блок маслоснабжения; 7 – блок маслоохлаждения, где: 7а – теплообменник; 8 – блок байпасный;
- 9 – насос;
- 10 – расходомерный узел;
- ТД – турбодетандер;
- Г – генератор;
- Е – емкость.

Рис. 2. Технологическая схема ЭТДА-8000 на ГРП тепловой электростанции

Особенностью ЭТДА-8000 является безредукторная передача мощности турбодетандеров к электрогенераторам (т.е. частота вращения ротора турбодетандера равна частоте вращения ротора электрогенератора). Это позволяет упростить конструкцию турбоагрегатов и обеспечить их высокую надежность.

В конструкции ЭТДА-8000 применен осевой шестиступенчатый турбодетандер.

В качестве турбогенератора в ЭТДА-8000 используется двухполюсный синхронный турбогенератор типа ГТГ-8,0 трехфазного тока 50 Гц с бесщеточной системой возбуждения с разомкнутым (замкнутым) циклом вентиляции. Вид климатического исполнения УХЛЗ по ГОСТ 15150. Завод-изготовитель – ООО «Электротяжмаш-Привод», г. Лысьва, Пермский край.

Охлаждение масла смазки турбодетандера и генератора осуществляется выходящим из турбодетандера газом в теплообменнике типа «труба в трубе».

Подогрев газа на входе в каждый ЭТДА осуществляется насыщенным паром ($t = 320^{\circ}\text{C}$) в двух теплообменных аппаратах типа «газ-пар», специально разработанных для систем утилизации. Теплообменник подобного типа был применен в созданном головном образце типоразмерного ряда ЭТДА – в агрегате ЭТДА-1500 [2]. Конструктивно теплообменник представляет собой вертикально расположенный аппарат высотой 2,95 м, диаметром 1,076 м, выполненный из гладких, витых, медных труб. В трубах проходит пар, в межтрубном пространстве, в противотоке с паром, – природный газ.

Программно-технический комплекс автоматизированной системы управления технологическим процессом ЭТДА-8000 представляет собой двухуровневую структуру, верхний уровень которой состоит из автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов-технологов станции, АРМ инженера АСУ ТП, устройства коммутации инфор-

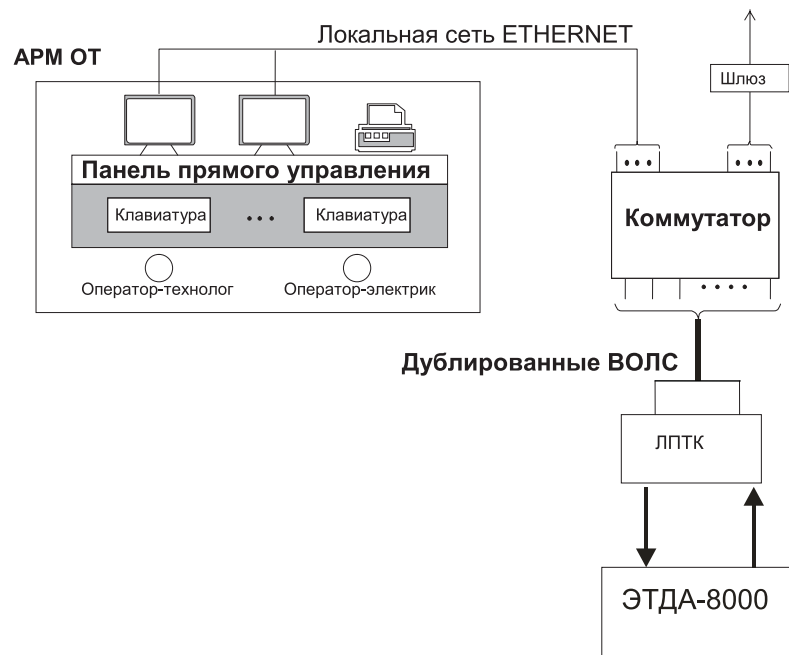


Рис. 3 Структурная схема ПТК АСУ ТП ЭТДА-8000

мационных сетей (шлюзовая станция) и средств архивирования и представления информации. На нижнем (агрегатном) уровне ПТК АСУ ТП находятся локальные программно-технические комплексы (ЛПТК) для каждого технологического агрегата (группы технологического оборудования). Локальные ПТК обеспечивают автономное функционирование ЭТДА-8000 и реализуют команды управления оператора, получаемые от верхнего уровня системы.

Структурная схема ПТК АСУ ТП 2-ух ЭТДА-8000 представлена на рис. 3.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Воронин А.В., Мальханов О.В. Об экономической эффективности проекта внедрения энергосберегающей турбодетандерной установки ЭТДУ-1500 на ГРП ОАО «Сода». // «Энергосбережение и водоподготовка», № 6, 2005г.
2. Мальханов В.П. Энергосберегающая турбодетандерная установка ЭТДУ-1500. // «Энергосбережение и водоподготовка», № 2, 2003г.