

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

8.1. Геотермальные электростанции (ГеоТЭС)

8.1.2. Геотермальные ТЭС на месторождениях пароводяной смеси с конденсационными турбинами

В.А. Васильев, Б.В. Тарнижевский, ОАО «ЭНИН»

На большинстве действующих ГеоТЭС применяется тепловая схема с конденсационными турбинами (рис. 8.2). Она более эффективна по сравнению с тепловой схемой с противодавленческими турбинами. Геотермальная пароводяная смесь или влажный пар с неконденсирующимися газами (НКГ) из подъемной скважины 1 подается в сепаратор 2, откуда пар поступает на вход конденсационной турбины 3, а минерализованная вода направляется на реинжекционную скважину 8 для возврата в пласт. Отработанный пар подается в смешивающий конденсатор 4. Поскольку в большинстве случаев на геотермальных месторождениях нет источников охлаждающей воды (реки или пруда-охладителя), применяется обратная система отвода сбросного тепла, включающая циркуляционный насос 6, башенную градирню 5 и конденсатный насос 7. Неконденсирующиеся газы, обычно содержащие большое количество сероводорода, удаляются из конденсатора эжекторами и подаются на верхний срез

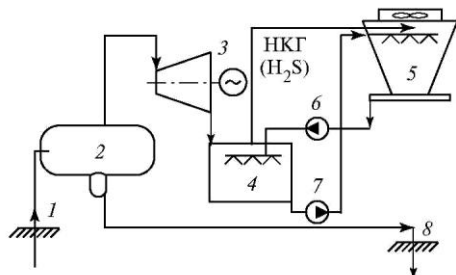


Рис. 8.2. Схема ГеоТЭС с конденсационной турбиной:
 1 — подъемная скважина; 2 — сепаратор; 3 — конденсационная турбина; 4 — конденсатор; 5 — градирня; 6 — циркуляционный насос; 7 — конденсатный насос; 8 — нагнетательная скважина

градирни для рассеивания в атмосфере вместе с паровым факелом.

Оборудование для таких ГеоТЭС выпускается в ряде

стран: Италии, США, Японии. Максимальная мощность конденсационного энергоблока составляет 100 МВт (ГеоТЭС Гейзеры, США), но обычно мощности энергоблоков находятся в интервале 12...50 МВт. В России освоен выпуск всего основного оборудования, в целом не уступающего, а по ряду показателей превосходящего лучшие мировые образцы. На Калужском турбинном заводе разработаны малый конденсационный энергоблок полной заводской готовности Туман 4к (работающий на Верхне-Мутновской ГеоТЭС) и влажнопаровая турбина средней мощности 25 МВт со ступенно-сепаратором (две такие турбины работают на первой очереди Мутновской ГеоТЭС).

В ОАО «Наука» на основе разработок ОАО «ЭНИН им. Г.М. Кржижановского» по горизонтальным гравитационным сепараторам предложены и изготавливаются на российских заводах высокоэффективные геотермальные сепараторы (табл. 8.2). Эти сепараторы установлены в модульных энергоблоках Верхне-Мутновской ГеоТЭС и на первой очереди Мутновской ГеоТЭС. Сепараторы обеспечивают рекордное качество пара (влажность на выходе не выше 0,05 %), что значительно снижает эрозию турбинных лопаток.

Возможная суммарная мощность таких ГеоТЭС в России определяется, в основном, потребностью в электроэнергии вулканических районов Камчатки и некоторых Курильских островов (всего около 1 млн кВт).

Удельные капиталовложения в строительство собственно электростанций такого типа составляют 1000...1200 долл/кВт, а суммарные удельные инвестиции с включением затрат на разведку месторождения, бурение скважин и обустройство геотермального промысла — 2000...2500 долл/кВт. Себестоимость электроэнергии после периода окупаемости примерно вдвое ниже, чем на расположенных в этих районах ТЭС на органическом топливе.

Таблица 8.2. Технические характеристики российских геотермальных сепараторов

Тип сепаратора	Давление пара, МПа	Паросодержание ПВС* на входе, %	Влажность пара на выходе, %, не более	Производительность пара, т/ч, не более	Гидравлическое сопротивление	Масса, кг
С-55	0,5...0,9	15...100	0,05	55,0	0,1	7500
С-85				85,0		9500
С-115				115,0		10 500
СП-180 (паросборник)				180,0		17 000
СВ-45 (двухступенчатый)				45,0		9700
Р-23 (расширитель)	0,4... 0,8	0		23,0		7500

* Пароводяная смесь.