

УДК 621.165.438

*И. Р. Габидуллин\**

**СПЕЦИФИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ  
ЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕПРИЯТИЯХ**

В настоящее время все чаще используются альтернативные источники энергии, такие как солнечная энергетика, ветроэнергетика, геотермальная энергетика, волновая энергетика, приливная энергетика и пр. Развитие и исследования в области альтернативной энергетики актуально в связи неизбежным истощением невозобновляемых источников энергии [1 – 3]. Кроме того, использование традиционных источников энергии для обеспечения возрастающих потребностей человечества в энергии имеет негативное влияние на экологию.

**Геотермальная энергия**

В наши дни одним из самых эффективных (для определенных регионов) альтернативных источников энергии являются геотермальные источники. Геотермальная энергия – это тепловая энергия недр земли.

Главными источниками тепла Земли, как правило, являются распад радиоактивных элементов, энергия сейсмических волн, тепло, выделяющееся под действием гравитационных сил, т.е. сжатием вышележащими слоями нижележащих.

Увеличение температуры с глубиной в среднем происходит на 1 К каждые 30 м. Таким образом, пробуравив скважину на глубину от 3 км, мы можем получать горячий пар для практического использования.

До поверхности земли доходит очень малое количество тепла, так как земная кора выступает хорошим теплоизолятором. Однако на краях тектонических плит тепло земных недр выходит наружу в виде вулканов, лавовых потоков, гейзеров и пр. Как раз такие районы наиболее благоприятны для добычи геотермальной энергии. В нашей стране такие места встречаются на Камчатке, Курильских островах, Кавказе.

В то же время добыча геотермальной энергии, теоретически, возможна везде, так как рост температуры с глубиной характерен для всей поверхности Земли. В среднем каждые сто метров температура увеличивается на 2,5 – 3 °С.

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» И. В. Ушакова.

## **Методы получения энергии с помощью геотермальных технологий**

На настоящий момент существует несколько способов получения электроэнергии с помощью геотермальных источников: прямая схема при использовании сухого пара; непрямая схема с использованием водяного насыщенного пара и смешанная схема или бинарный цикл.

Применение конкретной схемы обусловлено местом бурения скважины, температурой и агрегатным состоянием воды.

Согласно прямой схеме энергоноситель – водяной пар, поступающий из скважины, пропускается непосредственно через турбину. Это самый простой способ, но не самый лучший в связи с тем, что пар содержит различные примеси, разрушающие оборудование, в частности, турбину.

В настоящее время наибольшее распространение получили геотермальные электростанции (ГеоЭС), работающие по непрямой схеме. В такой схеме энергоноситель, через систему фильтров, под давлением нагнетается в испаритель, где ее часть испаряется, а полученный пар вращает турбину.

В смешанной схеме энергоноситель из скважины подается в специальный теплообменник, в котором образуется пар, вращающий турбину. Это наиболее технологичная схема в виду изоляции первичного энергоносителя – воды из скважины, содержащей, как правило, агрессивные и вредные соединения.

Все три технологических решения основаны на использовании источников, содержащих воду в том или ином состоянии, однако для получения электричества возможно использование петротермальной энергии.

Схема получения электроэнергии посредством петротермального источника так же проста. Необходимо пробурить две скважины и соединить их (обычно гидроразрывом). В одну из них закачивается энергоноситель – вода (такую скважину называют нагнетательной), а из другой мы получаем горячий пар, который можно использовать в наших целях: отопление, получение электричества и т.д.

У такой системы есть один большой недостаток: для получения перегретого пара необходимо бурить скважины большей глубины. Бурение – самый дорогостоящий и технологически сложный процесс. Кроме того, гидроудар в сейсмонеустойчивом районе может спровоцировать локальное землетрясение. В связи с этим петротермальная энергетика уступает в развитии гидротермальной.

## **Практический опыт использования геотермальной энергии**

Осваивание геотермальной энергии началось достаточно давно. Одним из первых мест, где впервые использовали термальные воды, был небольшой город Лардерелло в Италии. Уже в начале XIX века здесь успешно использовали источники для получения электричества. Далее многие стали следовать примеру Италии и уже в 1892 году в Соединенных Штатах термальные воды впервые в истории были использованы в качестве отопления, в 1919-м – в Японии, в 1928-м – в Исландии.

Исландия – уникальное место в контексте геотермальной энергетики. Территория Исландии – по сути, вулканическое плато. Остров возник благодаря наслоению лавы друг на друга и расположен на Средне-Атлантическом хребте – границе двух крупнейших тектонических плит. Это место наиболее благоприятно для развития геотермальной энергетики. На острове существует около 20 геотермальных полей, содержащих пар с температурой от 250 до 600 °С. Первый трубопровод, с помощью которого в Рейкьявике успешно стали обогревать дома, был построен только в ноябре 1930 года. В настоящее время около 90% жилых помещений отапливаются термальными водами, что составляет 50% от общей добытой геотермальной энергии.

История развития геотермальной энергетики в России имеет глубокие корни, однако в энергобалансе страны доля, приходящаяся на ГеоЭС, очень мала. Отечественная геотермальная энергетика зародилась на Камчатке и Кавказе. Причем в первом случае упор делался на отопление и горячее водоснабжение, а во втором – на выработку электричества.

Первые ГеоЭС Паратунская и Паужетская были построены еще в 1965 – 1967 годах и до сих пор эксплуатируются.

У подножия горы Мунт, на Камчатке, были построены Верхне-Мутновская ГеоЭС общей мощностью 12 МВт (1999) и Мутновская ГеоЭС мощностью 50 МВт, введенная в эксплуатацию в 2002 году.

## **Отечественные разработки петротермальной энергетики**

В нашей стране никогда не занимались разработкой петротермальной энергии ввиду большого количества ископаемых видов топлива. Однако нашими учеными разработаны уникальные технологии бурения на сверхглубины (порядка 10 км). Такими разработками занимаются Геологический институт РАН, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, специалисты Калужского турбинного

завода. В перспективе разработки наших ученых могут помочь в освоении технологий петротермальной энергетики, однако на сегодняшний день нет никаких предпосылок развития этой области.

### **Выводы**

1. Потенциально использование геотермальной энергетики возможно на территории всей нашей страны. Развитие технологий бурения сверхглубоких скважин открывает возможность добычи петротермальной энергии. Однако перспективы в этой области сравнительно отдаленные. В настоящее время наша страна активно использует ископаемые виды топлив и нет экономических обоснованных причин отказываться от традиционной энергетики.

2. В нашей стране существуют регионы, в которых использование Геотермальной энергетики предпочтительнее традиционных электростанций в силу специфичности местоположения. Это территории, находящиеся в горных областях с высокой тектонической активностью (Северный Кавказ, Камчатка, Чукотка) и одновременно удаленные и отрезанные от централизованного энергоснабжения. Здесь электроснабжение промышленных комплексов не только возможно, но необходимо производить с помощью геотермальной энергетики.

3. Эффективность использования геотермальной энергетики можно повысить, если комбинировать ее использование с традиционной энергетикой. Возможно использование термальных вод для обогрева жилых помещений, а также для специфических технологических процессов на различных производствах. В этом случае мы получаем большую экономическую эффективность.

### **Список литературы**

1. *Алхасов, А. Б.* Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии / А. Б. Алхасов. – М. : Физматлит, 2008. – 376 с.
2. *Дегтярев, К.* Тепло Земли / К. Дегтярев // Наука и жизнь. – 2013. – № 9. – С. 65 – 68.
3. *Дворов, И. М.* Геотермальная энергетика / И. М. Дворов. – М. : Наука, 1976. – 192 с.

*Кафедра «Автоматика и компьютерные системы управления»  
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*