

УДК 621.311.22:551.23

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Величко А.А., Середич А.Н., Шульженко И.И.  
Научный руководитель – доцент Мигуцкий И.Е.

Геотермальная энергия обусловлена ростом температуры земной коры и мантии по мере приближения к ядру Земли. Эта температура с глубиной повышается в среднем на  $20^{\circ}\text{C}$  на 1 км, достигая на уровне 2 - 3 км от поверхности Земли более  $100^{\circ}\text{C}$ , а на глубине 100 км даже  $1300 - 1500^{\circ}\text{C}$ , что вызывает нагрев воды, циркулирующей на больших глубинах, до значительных температур. В течение последних 20 лет затраты только на создание новых геотермальных технологий превысили 2 млрд. долларов США.

Главным достоинством геотермальной энергии является возможность ее использования в виде геотермальной воды или смеси воды и пара для нужд горячего водоснабжения, для выработки электроэнергии, либо одновременно для всех трех целей, ее практическая неиссякаемость, полная независимость от условий окружающей среды, времени суток и года. Использование геотермальной энергии может внести существенный вклад в решение следующих неотложных проблем:

1. Обеспечение устойчивого тепло- и электроснабжения населения в тех зонах нашей планеты, где централизованное энергоснабжение отсутствует или обходится слишком дорого.

2. Обеспечение гарантированного минимума энергоснабжения населения в зонах неустойчивого централизованного энергоснабжения из-за дефицита электроэнергии в энергосистемах, предотвращение ущерба от аварийных и ограничительных отключений и т.п.

3. Снижение вредных выбросов от энергоустановок в отдельных регионах со сложной экологической обстановкой.

Геотермальная вода с температурой выше  $140^{\circ}\text{C}$  используется для выработки электроэнергии. С температурой ниже  $100^{\circ}\text{C}$  для систем отопления зданий и сооружений. С температурой около  $60^{\circ}\text{C}$  для систем ГВС. С температурами ниже  $60^{\circ}\text{C}$  для систем геотермального теплоснабжения теплиц, геотермальных холодильных установок и т.п.

По мере развития и совершенствования геотермальных технологий пересматриваются в сторону использования для производства электроэнергии геотермальных вод с все более низкими температурами ( $70 - 80^{\circ}\text{C}$ ). Значительно повышается эффективность применения термальных вод при их комплексном использовании. В разных технологических процессах можно достичь наиболее полной реализации теплового потенциала воды, в том числе и остаточного, а также получить содержащиеся в термальной воде ценные компоненты для их промышленного использования.

Основной недостаток геотермальной энергии - необходимость обратной закачки отработанной воды в подземный водоносный горизонт. Другой недостаток этой энергии заключается в высокой минерализации термальных вод большинства месторождений и наличии в воде токсичных соединений и металлов, что в большинстве случаев исключает возможность сброса этих вод в расположенные на поверхности природные водные системы.

Отмеченные выше недостатки геотермальной энергии приводят к тому, что для практического использования теплоты геотермальных вод необходимы значительные капитальные затраты на бурение скважин, обратную закачку отработанной геотермальной воды, а также на создание коррозионно-стойкого теплотехнического оборудования. Однако в связи с внедрением новых, менее затратных, технологий бурения скважин, применением эффективных способов очистки воды от токсичных соединений и металлов капитальные затраты на отбор тепла от геотермальных вод непрерывно снижаются. К тому же следует иметь в виду, что геотермальная энергетика в последнее время существенно продвинулась в своем развитии.

Передовой компанией развивающей технологию использования геотермальной энергии является австралийская компания GeodynamicsLtd., разработавшая технологию Hot-Dry-Rock существенно повышающая эффективность преобразования энергии геотермальных вод в электроэнергию. Безусловно, реализовать эту технологию можно не в любом месте, а только там, где залегающий на глубине гранит нагревается до температуры не менее 250-270°С. При применении такой технологии ключевую роль играет температура, понижение которой на 50°С по оценкам ученых вдвое повысит стоимость электроэнергии.

В настоящее время геотермальная электроэнергетика развивается ускоренными темпами, не в последнюю очередь из-за галопирующего увеличения стоимости нефти и газа. Этому развитию во многом способствуют принятые во многих странах мира правительственные программы, поддерживающие это направление развития геотермальной энергетики.

Согласно прогнозным расчетам в 2030 году ожидается некоторое (до 12,5% по сравнению с 13,8% в 2000 году) снижение доли возобновляемых источников энергии в общемировом объеме производства энергии. При этом энергия солнца, ветра и геотермальных вод будет развиваться ускоренными темпами, ежегодно увеличиваясь в среднем на 4,1 %, однако вследствие «низкого» старта их доля в структуре возобновляемых источников и в 2030 году будет оставаться наименьшей.

Группа экспертов из Всемирной ассоциации по вопросам геотермальной энергии, которая произвела оценку запасов низко- и высокотемпературной геотермальной энергии для каждого континента, получила следующие данные по потенциалу различных типов геотермальных источников нашей планеты (таблица 1).

Таблица 1 – Потенциал геотермальной энергии

Наименование континента	Тип геотермального источника:		
	высокотемпературный, используемый для производства электроэнергии, ТДж/год		низкотемпературный, используемый в виде теплоты, (нижняя граница) ТДж/год
	Традиционные технологии	традиционные и бинарные технологии	
Европа	1830	3700	>370
Азия	2970	5900	>320
Африка	1220	2400	>240
Северная Америка	1330	2700	>120
Латинская Америка	2800	5600	>240
Океания	1050	2100	>110
Мировой потенциал	11200	22400	>1400

Крупнейшим производителем геотермальной электроэнергии являются США, где геотермальная электроэнергетика, как один из альтернативных источников энергии, имеет особую правительственную поддержку.

В настоящее время в Беларуси электроэнергия с использованием геотермальных источников не производится. Для отопления и очистки сточных вод первая насосная система небольшого масштаба была установлена в Минском районе в 1997 году. В настоящее время существует около 15 — 20 больших геотермальных тепловых насосов, предназначенных для отопления промышленных зданий. Во всех случаях системы работают с использованием воды из неглубоких скважин при температуре от 8 до 10°С.

По сообщению Международной Геотермальной Ассоциации (IGA) общая установленная в стране тепловая мощность составляет 3,42 МВт на 2011 год, количество произведенного тепла — 9,5 ГВт\*ч/год (или 33,79 ТДж/год). Средний коэффициент нагрузки равен 0,31, что считается относительно низким по сравнению с установками, работающими в США (коэффициент достигает 0,60).

В планах намечается строительство ряда геотермальных установок, в том числе проект, предназначенный для обогрева многоквартирных домов и тепличного комплекса (пилотная станция мощностью 1 МВт). Последняя введенная, под названием «Берестье», находится в городе Бресте и была построена Республиканским унитарным предприятием «Белгеология» с использованием скважины глубиной 1,5 км.

Репозиторий БНТУ