Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

РЕФЕРАТ

по дисциплине «Основы традиционной и возобновляемой электроэнергетики»

# Тема: «Геотермальная энергия»

Выполнил:

Терешин А.В.

Тамбов 2013

Содержание

Введение

. Природа геотермальной энергии

. Основные достоинства и недостатки геотермальной энергии

. Технологии геотермальной энергетики.

. Способы получения геотермальной энергии

. Пример ГеоТЭС

. Мировой потенциал геотермальной энергии и перспективы его использования

Литература

Введение

Геотермальная энергия - это энергия внутренних областей Земли. Извержение вулканов наглядно свидетельствует об огромном жаре внутри планеты. Ученые оценивают температуру ядра Земли в тысячи градусов Цельсия. Эта температура постепенно снижается от горячего внутреннего ядра, где, как полагают, металлы и породы могут существовать только в расплавленном состоянии до поверхности Земли.

Геотермальные ресурсы огромны. Истоки их освоения уходят еще в глубокую древность. Тепло Земли уже сейчас вносит вклад в современную энергетику, но он не соответствует ни экономической и экологической эффективности, ни ресурсам, пригодным для освоения имеющимися техническими средствами. Остается надеяться, что повсеместное введение новой интенсивной циркуляционной технологии для производства геотермальной энергии приведет к более широкому ее использованию.

Геотермальная энергия может быть использована двумя основными способами - для выработки электроэнергии и для обогрева домов, учреждений и промышленных предприятии. Для какой из этих целей она будет использоваться, зависит от формы, в которой она поступает в наше распоряжение. Иногда вода вырывается из-под земли в виде чистого "сухого пара", т.е. пара без примеси водяных капелек. Этот сухой пар может быть непосредственно использован для вращения турбины и выработки электроэнергии. Конденсационную воду можно возвращать в землю и при ее достаточно хорошем качестве - сбрасывать в ближний водоем.

В других местах, где имеется смесь воды с паром (влажный пар), этот пар отделяют и затем используют для вращения турбин; капли воды повредили бы турбину. Наконец, в большинстве месторождений есть только горячая вода, и энергию здесь можно вырабатывать, пользуясь этой водой для перевода изобутана в парообразное состояние, с тем, чтобы этот изобутановый «пар» вращал турбины. Такой процесс называют системой с бинарным циклом. Горячей водой можно непосредственно обогревать жилища, общественные здания и предприятия (централизованное теплоснабжение).

. Природа геотермальной энергии

Еще 150 лет тому назад на нашей планете использовались исключительно возобновляемые и экологически безопасные источники энергии: водные потоки рек и морских приливов - для вращения водяных колес, ветер - для приведения в действие мельниц и парусов, дрова, торф, отходы сельского хозяйства - для отопления. Однако с конца XIX века все более и более растущие темпы бурного промышленного развития вызвали необходимость сверхинтенсивного освоения и развития сначала топливной, а затем и атомной энергетики. Это привело к стремительному истощению углеродных ископаемых и к все более возрастающей опасности радиоактивного заражения и парникового эффекта земной атмосферы. Поэтому на пороге нынешнего века пришлось вновь обратиться к безопасным и возобновляемым энергетическим источникам: ветровой, солнечной, геотермальной, приливной энергии, энергии биомасс растительного и животного мира и на их основе создавать и успешно эксплуатировать новые нетрадиционные энергоустановки.

В то время, как достигнутые успехи в создании ветровых, солнечных и ряда других типов нетрадиционных энергоустановок широко освещаются в журнальных публикациях, геотермальным энергоустановкам и, в частности, геотермальным электростанциям не уделяется того внимания, которого они по праву заслуживают. А между тем перспективы использования энергии тепла Земли поистине безграничны, поскольку под поверхностью нашей планеты, являющейся, образно говоря, гигантским естественным энергетическим котлом, сосредоточены огромнейшие резервы тепла и энергии, основными источниками которых являются происходящие в земной коре и мантии радиоактивные превращения, вызываемые распадом радиоактивных изотопов. Энергия этих источников столь велика, что она ежегодно на несколько сантиметров сдвигает литосферные пласты Земли, вызывает дрейф материков, землетрясения и извержения вулканов, из которых действующих, т. е. периодически извергавшихся за последние 500 лет, насчитывается 486. Кроме действующих, различают также потухшие или "уснувшие" вулканы, которые могут "проснуться" и начать извергаться в любой момент, как это, например, случилось в 79 году нашей эры с вулканом Везувий, который до этого пребывал в состоянии длительного покоя.



Рис. 1

Таким образом, явные проявления колоссальной энергии тепла Земли наблюдаются в виде землетрясений и извержений вулканов, вызывающих огромные разрушения, в сотни и даже тысячи раз превосходящие разрушения от взрыва атомной бомбы.

Совсем другая картина наблюдается в случае, когда тот или иной вулкан не извергает лаву и пепел, а находятся в спокойном состоянии, как это наглядно демонстрируют приведенные на рис.1 фотографии Мутновского вулкана, расположенного на юге Камчатки (Российская Федерация). На этих фотографиях показано: панорама внутри вулкана (а), в окрестности вулкана (б), в кратере вулкана (г).

К сожалению, человечество еще не научилось использовать энергию вулканов в мирных целях. А вот рассматриваемые далее скрытые, на первый взгляд незаметные, проявления энергии земных недр, уже давно эффективно используются людьми для получения тепловой, а в течение последних почти 100 лет также и электрической энергии.

Одним из таких скрытых проявлений этой энергии является рост температуры земной коры и мантии по мере приближения к ядру Земли. Эта температура с глубиной повышается в среднем на 20 °С на 1 км, достигая на уровне 2-3 км от поверхности Земли более 100, а на глубине 100 км даже 1300-1500 ºС, что вызывает нагрев воды, циркулирующей на больших глубинах, до значительных температур. В вулканических регионах нашей планеты эта вода поднимается на поверхность по трещинам в земной коре, а в сейсмически спокойных регионах ее можно выводить на поверхность по пробуренным скважинам. Для этого достаточно закачивать в эти скважины вниз холодную воду, получая при этом по рядом пробуренным скважинам поднимающуюся вверх перегретую геотермальную воду и образовавшийся из нее пар. [1-8].

. Основные достоинства и недостатки геотермальной энергии

Современная востребованность геотермальной энергии как одного из видов возобновляемой энергии обусловлена: истощением запасов органического топлива и зависимостью большинства развитых стран от его импорта (в основном импорта нефти и газа), а также с существенным отрицательным влиянием топливной и ядерной энергетики на среду обитания человека и на дикую природу. Все же, применяя геотермальную энергию, следует в полной мере учитывать ее достоинства и недостатки.

Главным достоинством геотермальной энергии является возможность ее использования в виде геотермальной воды или смеси воды и пара (в зависимости от их температуры) для нужд горячего водо- и теплоснабжения, для выработки электроэнергии либо одновременно для всех трех целей, ее практическая неиссякаемость, полная независимость от условий окружающей среды, времени суток и года. Тем самым использование геотермальной энергии (наряду с использованием других экологически чистых возобновляемых источников энергии) может внести существенный вклад в решение следующих неотложных проблем:

Обеспечение устойчивого тепло- и электроснабжения населения в тех зонах нашей планеты, где централизованное энергоснабжение отсутствует или обходится слишком дорого (например, в России на Камчатке, в районах Крайнего Севера и т.п.).

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.

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

При этом в вулканических регионах планеты высокотемпературное тепло, нагревающее геотермальную воду до значений температур, превышающих 140-150 °С, экономически наиболее выгодно использовать для выработки электроэнергии. Подземные геотермальные воды со значениями температур, не превышающими 100 °С, как правило, экономически выгодно использовать для нужд теплоснабжения, горячего водоснабжения и для других целей в соответствии с рекомендациями, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Значение температуры геотермальной воды, °С | Область применения геотермальной воды |
| Более 140 | Выработка электроэнергии |
| Менее 100 | Системы отопления зданий и сооружений |
| Около 60 | Системы горячего водоснабжения |
| Менее 60 | Системы геотермального теплоснабжения теплиц, геотермальные холодильные установки и т.п. |

Обратим внимание на то, что эти рекомендации по мере развития и совершенствования геотермальных технологий пересматриваются в сторону использования для производства электроэнергии геотермальных вод с все более низкими температурами. Так, разработанные в настоящее время комбинированные схемы использования геотермальных источников позволяют использовать для производства электроэнергии теплоносители с начальными температурами 70-80 °С, что значительно ниже рекомендуемых в табл. 1 температур (150 °С и выше). В частности, в Санкт-Петербургском политехническом институте созданы гидропаровые турбины, использование которых на ГеоТЭС позволяет увеличивать полезную мощность двухконтурных систем (второй контур - водный пар) в диапазоне температур 20-200 °С в среднем на 22%.

Значительно повышается эффективность применения термальных вод при их комплексном использовании. При этом 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 (йод, бром, литий, цезий, кухонная соль, глауберова соль, борная кислота и многие другие) 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 коррозийно-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 ввиду, что геотермальная энергетика в последнее время существенно продвинулась в своем развитии. Так, последние разработки показали возможность выработки электроэнергии при температуре пароводяной смеси ниже 80ºС, что позволяет гораздо шире применять ГеоТЭС для выработки электроэнергии. В связи с эти ожидается, что в странах со значительным геотермальным потенциалом и первую очередь в США мощность ГеоТЭС в самое ближайшее время удвоится. [3, 6, 7].

. Технологии геотермальной энергетики

Геотермальная энергетика - получение тепловой или электрической энергии за счет тепла земных глубин. Экономически эффективна в районах, где горячие воды приближены к поверхности земной коры - в районах активной вулканический деятельности с многочисленными гейзерами (Камчатка, Курилы, острова Японского архипелага). В широких масштабах используется в США, Мексике и на Филиппинах. Доля в энергетике Филиппин -19%, Мексики - 4%, США (с учетом использования «напрямую» для отопления) - около 1%. Суммарная энергия всех ГеоТЭС США превышает 2 ГВт. Развитие геотермальной энергетики по технологии использования глубинных геотермальных вод сдерживается ограниченностью числа районов, где она экономически эффективна. Кроме того, экологическую опасность представляют сильно засоленные воды, которые получаются после конденсирования горячего пара.

В отличие от глубинных термальных вод, используемых по технологии геотермальных циркуляционных систем, приповерхностные геотермальные ресурсы рассредоточены практически повсеместно (малоэффективны по ресурсам лишь районы с вечномерзлыми грунтами), в том числе по регионам, не имеющим местных источников ископаемого топлива. Извлечение геотермальной энергии приповерхностного грунта с помощью мелких скважин (из-за небольшой глубины залегания) не требует значительных капиталовложений, обеспечивая, тем не менее, путем нетрадиционного недропользования, широчайший спектр объектов с малым и средним теплопотреблением.

Другим, возможно, перспективным направлением геотермальной энергетики является извлечение энергии, заключенной в твердых горячих породах на глубине 4-6 км (составляет 99% от общих ресурсов подземной тепловой энергии). На этой глубине массивы с температурой 300-400 °С можно встретить лишь вблизи промежуточных очагов некоторых вулканов, но горячие породы с температурой 100-150 °С распространены на этих глубинах почти повсеместно. Для эффективной работы циркуляционных систем необходимо иметь в зоне отбора тепла достаточно развитую теплообменную поверхность. Такой поверхностью обладает нередко встречающиеся на указанных выше глубинах пористые пласты и зоны естественной трещиностойкости, проницаемость которых позволяет организовать принудительную фильтрацию теплоносителя с эффективным извлечением энергии горных пород, а также искусственного создания обширной теплообменной поверхности в слабопроницаемых пористых массивах методом гидроразрыва. Недостаток технологии - высокая стоимость сооружения скважин. Вопросы развития геотермальной энергетики широко освещаются в литературе, СМИ, на конференциях, конгрессах и т.д.

Прогноз эффективности:

обеспечение тепло- и электроснабжения как целых регионов, так и отдельных потребителей;

отсутствуют выбросы вредных веществ; повышение энергобезопасности страны.

Технологические ограничения:

месторождения глубинных термальных вод расположенных по территории России неравномерно;

запасы большинства геотермальных месторождений имеют низкие и средние температуры, что не позволяет обеспечить их конкурентоспособность с традиционными энергоносителями;

высокая минерализация геотермальных вод, а, следовательно, снижение срока службы скважин и оборудования;

для использования приповерхностных геотермальных ресурсов характерно фактическое отсутствие методического и нормативного обеспечения проектирования и строительства этих систем в почвенно-климатических условиях России, а также характерны повышенные единовременные капитальные вложения при сравнительно низких эксплуатационных издержках;

для технологии с использованием глубинного тепла земли - высокая стоимость строительства скважин (от 70 до 90% основных производственных фондов).

Влияние на другие процессы:

снижение потребления углеводородного ископаемого топлива;

снижение общих выбросов парниковых газов и других вредных выбросов в окружающую среду;

повышение энергетической безопасности страны.

Предполагаемые способы внедрения:

коммерческое финансирование.

Дополнительно необходимо определить соответствующие государственные приоритеты и объективные стимулы для развития данных технологий.

. Способы получения геотермальной энергии

Существует мнение, что использование низкотемпературной геотермальной энергии малых глубин можно рассматривать как революцию в системе теплообеспечения, основанную на неисчерпаемости ресурса, повсеместности его распространения, близости к потребителю, возможной локальности полного обеспечения теплотой и электроэнергией, на интеллектуальной автоматизации и интернетизации, на безопасности и практической безлюдности добычи геотермальной энергии, экономической конкурентоспособности, возможности строительства маломощных установок и их экологической частоте. Специфика (низкий температурный потенциал теплоносителя на выходе из установки, нетранспортабельность, трудности складирования, рассредоточенность сооружений, а у нас и отсутствие массового выпуска оборудования) не помешали США ежегодно вводить не менее 50-80 тыс. новых систем, планируя довести их ежегодное производство до 400 тыс. Успешно внедряется в Швеции, Швейцарии, Канаде, Австрии, Германии низкотемпературная геотермальная энергетика. В мире в 2002 г. действовало около 450 тыс. таких систем общей мощностью 2,9 ГВт (тепл.) при средней 10 кВт.

Нельзя не обратить внимание на необходимость использования родниковых вод на месте затопленных после вывода из эксплуатации угольных шахт. Это наблюдается, например, в Кузбассе, где выведено из эксплуатации около 20 шахт и где затопление близлежащих посёлков и невозможность обуздать выход вод на поверхность засыпкой грунта порождает социальные и экологические проблемы. К этому же классу геотермальных вод относят воды глубинного водопонижения на площадках крупных металлургических, химических и других заводов; вод при открытой разработке рудных и нерудных ископаемых (впрочем, для металлургии эта постановка - новая). Глубинное водопонижение приобретает всё большее значение из-за подъёма уровня грунтовых вод и объёмов откачиваемой воды с глубины до 20 м, а в отдельных случаях - ближайшего водного горизонта. При нормальной эксплуатации угольных шахт и подземных рудников работают системы водоотлива такие, что в ряде случаев приходится устанавливать три группы высоковольтных насосов, а вода сбрасывается в естественные водоёмы. Теплота особенно заметна зимой, проявляясь в виде тумана.

Имеющиеся разработки утилизации низкопотенциального тепла шахтных вод показывают, что можно покрыть потребности горячего водоснабжения, полностью отключая в летнее время котельные (2001 г., шахта «Осинниковская», Кузнецкуголь). Оказалось, что себестоимость 1 Гкал тепловой энергии в 2.5 раза ниже по сравнению с котельной шахты. Существовал проект утилизации низкопотенциального тепла воды шахты «Зенковская» Прокопьевскуголь мощностью 2,4 МВт, покрывающей круглогодичную нагрузку системы горячего водоснабжения и базовую нагрузку отопления. Что касается экономической стороны использования геотермальной энергии, то можно говорить о стоимости электроэнергии для геотермальных электростанций на 2005 г. на уровне 4-8 цент/кВтч при удельных капитальных вложениях не свыше 2000 долл./кВт. Если соотнести эти величины с дизель электростанциями на жидком топливе, малыми и микроГЭС, ветроэлектростанциями, ветродизель электростанциями, то можно вполне говорить о конкурентоспособности геотермальной энергетики.

Что касается фотоэлектрических станций, то сейчас они дороже, хотя, безусловно это наиболее развивающаяся область, имеющая в будущем приоритетные перспективы. Безруких П.П. утверждает [5, 6], что усреднённые максимальное и минимальное значения стоимости электроэнергии от электростанций на возобновляемых источниках энергии и различных видах топлива, определённые в 1997 г., находятся в тех же пределах и в 2003 г.

Таким образом, теоретические разработки и практическая база выпуска оборудования, строительства и эксплуатации геотермальных установок дают возможности ввести этот вид получения тепла и электричества в общий энергетический баланс по городу, региону, стране. Однако, переходя к региону и отдельным территориям, необходимо так выстраивать гиперболическое Н-распределение, чтобы выдерживалась ценологическая гармоничность всего ряда генерирующих мощностей «крупное-среднее-мелкое» [2, 7]. Проверка должна выделять аномальные области по следующим параметрам: генерирующий ряд, протяжённость сетей по классам напряжения, генерирующий ряд при аварийных и чрезвычайных ситуациях. Учитывая, что возобновляемые источники по величине мощности и годовой (суточной) выработке тепла и электроэнергии могут попадать в один кластер, разделение их следует производить, опираясь на многомерный ценологический анализ с привлечением, естественно, экономических критериев.

Осуществление Государственного плана рыночной электрификации России невозможно без решения вопросов, касающихся возобновляемой энергетики, и прежде всего с точки зрения обеспечения безопасности страны. Без использования возобновляемых источников нельзя удовлетворительно решить энергоснабжение районов Крайнего Севера и приравненных к ним территорий; районов, не связанных сетями общего пользования; повысить до цивилизованного уровня надёжность и качество электроснабжения регионов, дефицитных по электрической энергии и органическим ресурсам; улучшить экологическую обстановку по стране (в том числе обеспечить решение проблем, связанных с Киотским протоколом, прежде всего в части эмиссии парниковых газов), обеспечения аварийного энергоснабжения, специальных объектов, а также объектов сферы образования, культуры, услуг.

С точки зрения потребителя, ориентирующегося на собственные возобновляемые источники, необходимо законодательно решить ряд проблем: 1) выдачу технических условий на технологическое присоединение к сетям электроэнергетики; 2) заявительное, а не разрешительное присоединение на параллельную работу мощностей до 10-100 кВт; 3) обязательный приём энергосистемой излишков вырабатываемой электрической мощности и её оплаты.

Наконец, главное. Во всех странах мира развитие возобновляемых источников осуществляется при поддержке государства. Это объясняется стартовой величиной затрат на оборудование. Речь, таким образом, идёт о лизинге, обеспечивающем получение электроэнергии (тепла) без затраты органического топлива. Нельзя не иметь в виду, что эксплуатационные затраты начинает нести собственник ГеоТЭС.

Развитие использования возобновляемых источников невозможно без разработки и принятия Федерального закона «О возобновляемых источниках энергии», включая подзаконные акты (в том числе и по геотермальным источникам). Назрела необходимость и в определении федерального органа исполнительной власти, отвечающего за развитие использования вторичных и возобновляемых источников энергии в субъектах Российской Федерации.

. Пример ГеоТЭС

геотермальный энергия вода пар

Еще более впечатляет появившаяся несколько лет тому назад новая, разработанная австралийской компанией Geodynamics Ltd., поистине революционная технология строительства ГеоТЭС - так называемая технология Hot-Dry-Rock, существенно повышающая эффективность преобразования энергии геотермальных вод в электроэнергию. Суть этой технологии заключается в следующем.

До самого последнего времени в термоэнергетике незыблемым считался главный принцип работы всех геотермальных станций, заключающийся в использовании естественного выхода пара из подземных резервуаров и источников. Австралийцы отступили от этого принципа и решили сами создать подходящий "гейзер". Для создания такого гейзера австралийские геофизики отыскали в пустыне на юго-востоке Австралии точку, где тектоника и изолированность скальных пород создают аномалию, которая круглогодично поддерживает в округе очень высокую температуру. По оценкам австралийских геологов, залегающие на глубине 4,5 км гранитные породы разогреваются до 270 °С, и поэтому, если на такую глубину через скважину закачать под большим давлением воду, то она, повсеместно проникая в трещины горячего гранита, будет их расширять, одновременно нагреваясь, а затем по другой пробуренной скважине будет подниматься на поверхность. После этого нагретую воду можно будет без особого труда собирать в теплообменнике, а полученную от нее энергию использовать для испарения другой жидкости с более низкой температурой кипения, пар которой, в свою очередь, и приведет в действие паровые турбины. Вода, отдавшая геотермальное тепло, вновь будет направлена через скважину на глубину, и цикл таким образом повторится. Принципиальная схема получения электроэнергии по технологии, предложенной австралийской компанией Geodynamics Ltd., приведена на рис. 2.



Рис. 2

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.

Для подтверждения прогнозов специалисты компании Geodynamics Ltd. уже пробурили две скважины глубиной по 4,5 км каждая и получили доказательство того, что на этой глубине температура достигает искомых 270-300 °С. В настоящее время проводятся работы по оценке общих запасов геотермальной энергии в этой аномальной точке юга Австралии. По предварительным расчетам в этой аномальной точке можно получать электроэнергию мощностью более 1 ГВт, причем стоимость этой энергии будет вдвое дешевле стоимости ветровой энергии и в 8-10 раз дешевле солнечной. [5]

. Мировой потенциал геотермальной энергии и перспективы его использования

Группа эксперт 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 (табл. 2).

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование континента | Тип геотермального источника: | | |
|  | высокотемпературный, используемый для производства электроэнергии, ТДж/год | | низкотемпературный, используемый в виде теплоты, ТДж/год (нижняя граница) |
|  | 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 |

Как видно из табл. 2, потенциал геотермальных источников энергии просто таки колоссален. Однако используется он крайне незначительно: установленная мощность ГеоТЭС во всем мире на начало 1990-х годов составляла всего лишь около 5000, а на начало 2000-х годов - около 6000 МВт, существенно уступая по этому показателю большинству электростанций, работающих на других возобновляемых источниках энергии. Да и выработка электроэнергии на ГеоТЭС в этот период времени была незначительной. Однако 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.

Отметим, что геотермальные ресурсы разведаны в 80 странах мира и в 58 из них активно используются. Крупнейшим производителем геотермальной электроэнергии являются США, где геотермальная электроэнергетика, как один из альтернативных источников энергии, имеет особую правительственную поддержку. В США в 2005 году на ГеоТЭС было выработано около 16 млрд. кВт·ч электроэнергии в таких основных промышленных зонах, как зона Больших гейзеров, расположенная в 100 км к северу от Сан-Франциско (1360 МВт установленной мощности), северная часть Соленого моря в центральной Калифорнии (570 МВт установленной мощности), Невада (235 МВт установленной мощности) и др.

Геотермальная электроэнергетика бурно развивается также в ряде других стран, в том числе:

на Филиппинах, где на ГеоТЭС на начало 2003 года было установлено 1930 МВт электрической мощности, что позволило обеспечить около 27% потребностей страны в электроэнергии;

в Италии, где в 2003 году действовали геотермальные энергоустановки общей мощностью в 790 МВт;

в Исландии, где действуют пять теплофикационных ГеоТЭС общей электрической мощностью 420 МВт, вырабатывающие 26,5% всей электроэнергии в стране;

в Кении, где в 2005 году действовали три ГеоТЭС общей электрической мощностью в 160 МВт и были разработаны планы по доведению этих мощностей до 576 МВт [3, 7].

Характеризуя развитие мировой геотермальной электроэнергетики как неотъемлемой составной части возобновляемой энергетики на более отдаленную перспективу, отметим следующее. 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. [3]

Литература

1. Геотермическая электростанция. БСЭ, т. 6.

. Выморков Б.М. Геотермальные электростанции. - М.-Л., 1966.

. Конеченков А., Остапенко С. Энергия тепла Земли // Электропанорама. - 2003. - №7-8.

. Конеченков А.Е. Новые энергетические директивы ЕС // Электропанорама. - 2008. - №6.

. Австралийская компания будет добывать тепло из-под Земли.

. Гетермальное энергоснабжение.

. Гетермальная энергетика.

. Поваров О.А., Васильев В.А., Томков Ю.П., Томаров Г.В. Геотермальные электрические станции с комбинированным циклом для северных районов России.