

УДК 622.333.013.3

## Тепло недр земли как альтернативный возобновляемый источник энергии

Гапеев С. М., Логунов Д. М.

<sup>1</sup>Национальный горный университет, г.Днепропетровск, Украина

---

### Аннотация

В статье выполнен анализ состояния традиционных источников энергии. Рассмотрена возможность извлечения тепла Земли и использования его как альтернативного возобновляемого источника энергии.

---

**Введение.** Использование нетрадиционных (альтернативных, возобновляемых) источников энергии переживает в мире настоящий бум, масштаб их применения в последнее десятилетие возрос в несколько раз. Данное направление развивается наиболее интенсивно по сравнению с другими направлениями энергетики. Очевидно, что эпоха дешевых традиционных энергоносителей бесповоротно закончилась, в этой области имеется только одна тенденция – неизбежный рост цен на все их виды, по мере исчерпания мировых запасов. Также является значимым стремление многих стран, лишенных своей топливной базы, к энергетической независимости.

По этим причинам развитие альтернативных источников энергии во многих государствах - приоритетная задача технической политики в области энергетики. В ряде стран эта политика реализуется через принятую законодательную и нормативную базу, в которой установлены правовые, экономические и организационные основы использования альтернативных источников энергии, состоящие в различных мерах поддержки на стадии освоения энергетического рынка (налоговые и кредитные льготы, прямые дотации и др.).

Крупные компании давно проявляют интерес в данной сфере. Компания Google уже сообщила о намерении инвестировать крупные средства в производство альтернативных источников энергии, а именно – в ветряные двигатели и солнечные батареи [1]. Произошло это во время памятного скачка цен на нефть прошедшей зимой, когда баррель стоил около 100 долларов. Инвестиции в последующие полгода составили около 36 млн. долларов США. В начале октября 2008 года компания заключила договор с General Electric с целью создания в США «энергосистемы будущего». На эти цели она планировала потратить около двух миллиардов долларов. Международная энергетическая ассоциация (МЭА) прогнозирует, что до 2020 года в развитие альтернативной энергетики будет вкладываться до 600 млрд долларов ежегодно, а общий объем инвестиций до 2050 года составит 45 трлн .

**Существующее положение.** В настоящее время энергетические потребности человечества обеспечиваются в основном за счет трех видов энергоресурсов: органического топлива, воды и атомного ядра. Значительное количество энергии, заключенной в органическом топливе, расходуется в виде тепловой, и только часть ее превращается в электрическую. Высвобождение энергии из органического топлива связано с его сжиганием, а, следовательно, и с поступлением продуктов горения в окружающую среду.

Гидроэлектростанция наибольший КПД имеет тогда, когда поток воды падает на турбину сверху. Для этих целей строится плотина, поднимающая уровень воды в реке и сосредотачивающая напор воды в месте расположения турбин. Все это накладывает географические и экологические ограничения при использовании энергии воды.

Атомная энергетика является предметом острых дебатов. Сторонники и противники резко расходятся в оценках ее безопасности, надежности и экономической эффективности. Кроме того,

широко распространено мнение о возможной утечке ядерного топлива из сферы выработки электроэнергии и его использовании для создания ядерного оружия.

**Целью данной статьи** является рассмотрение возможности получения энергии посредством извлечения и использования термальной составляющей недр Земли.

**Основной материал.** Согласно оценке Мирового Энергетического Совета, из всех возобновляющихся источников энергии самую низкую цену имеет электроэнергия, вырабатываемая на геотермальных электростанциях (ГеоЭС) – от 2 до 10 центов за 1 кВт ч (для сравнения – стоимость солнечной энергии составляет 25–125 центов за 1 кВт ч, ветровой – 5–13 центов за 1 кВт ч).

При рассмотрении тепла Земли термальную энергию можно разделить на два вида – высокопотенциальную и низкопотенциальную.

Источником высокопотенциальной тепловой энергии являются гидротермальные ресурсы – термальные воды, нагретые в результате геологических процессов до высокой температуры. Так, во многих странах мира исходящая из глубин земной коры от постоянных подземных источников горячая вода или пар является способом отапливать дома или вырабатывать электричество. Например, Исландия около половины вырабатываемой энергии получает от геотермальных источников. Однако, использование высокопотенциального тепла земли ограничено районами с определенными геологическими параметрами.

В Европе широкое применение получили теплонасосные системы, использующие в качестве источника тепла энергию низкого потенциала – грунт поверхностных слоев Земли. В отличие от «прямого» использования высокопотенциального тепла (гидротермальные ресурсы), использование низкопотенциального тепла почвы посредством тепловых насосов возможно практически повсеместно.

Принцип действия теплового насоса (рис. 1) аналогичен работе холодильника [2]. В холодильнике тепло от охлаждаемых продуктов отбирается посредством испарителя и через конденсатор прибора отводится в помещение. При работе теплового насоса тепло отбирается из окружающей среды (грунта, воды, воздуха) и подается в систему отопления. Цикл работы холодильного агрегата осуществляется в соответствии с простыми физическими законами: парообразная рабочая среда постоянно отсасывается компрессором из испарителя и сжимается. При сжатии повышаются давление и температура пара. Рабочая среда в виде уже охлажденной жидкости циркулирует в замкнутом контуре и при этом последовательно испаряется, конденсируется, сжижается и расширяется.

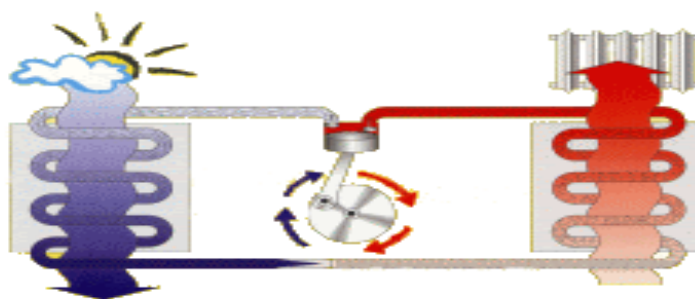


Рис.1. Упрощенный принцип действия теплового насоса.

С каждым километром глубины температура окружающих пород будет увеличиваться в среднем на 30 градусов. Соответственно, объем энергии который можно «отобрать» у массива, будет увеличиваться.

Рассмотрим возможность увеличения потенциала геотермальной энергии за счет проникновения на большие глубины. Предполагается два пути использования энергии глубоких

недр: использование теплоты по прямому назначению – для обогрева, либо преобразование ее в другой вид энергии. Первый вариант будет эффективен на небольшом расстоянии от предполагаемого геотермального комплекса, поскольку потери от транспортировки теплоносителя могут свести на нет экономический эффект (так, рассмотренный выше вопрос об использовании низкопотенциального тепла земли не подразумевает под собой перенос энергии на расстояние). Второй вариант, в случае с электричеством, не предполагает подобных ограничений.

Для выноса термальной энергии недр к поверхности, вне зависимости от поставленных задач по ее использованию, необходим теплоноситель. Были рассмотрены такие доступные вещества, как воздух и вода. Выяснилось, что при одинаковых условиях массовая теплоемкость воды в несколько раз превышает аналогичные характеристики воздуха, что означает - один кубометр воды при тех же температурных перепадах способен вынести столько же тепла, как и 3200 кубометров воздуха. В дальнейших исследованиях предполагается заменить воду на более теплоемкое вещество, отвечающее необходимым параметрам при использовании на больших глубинах.

Известны различные варианты решения задачи о выборе технологической схемы сети подземных выработок для отбора тепла из породного массива. Например, путем создания теплового «котла», при котором бурят две скважины на некотором расстоянии друг от друга и при помощи ядерного взрыва создают искусственную полость между ними [3]. Либо способ, включающий в себя бурение двух скважин, гидравлическая связь между которыми обеспечивается за счет сближения их боковых ветвей для образования соединительных зон дробления и трещинообразования. При движении по скважинам и при фильтрации в соединительных зонах закачанная вода нагревается в результате контакта с высокотемпературным массивом горных пород [4, 5]. Недостатками этих способов являются возможность загрязнения теплоносителя и его потеря за счет утечек.

В результате будущих расчетов и исследований предполагается получить параметры для комплекса выработок, которые, при максимальной эффективной площади для отбора тепла из породного массива, будут лишены вышеуказанных недостатков. Также рассматривается вопрос использования отработанных горизонтов угольных шахт.

Для преобразования энергии предусматривается создание комплекса по обслуживанию выработок и переработке термальной составляющей. Его расположение, в зависимости от различных причин (экономических, географических), будет либо на поверхности, либо на глубине, достаточной для передачи преобразованной энергии на поверхность без больших потерь.

В качестве прямого преобразователя тепла в электроэнергию, распространение получили термоэлектрические генераторы. Однако, для рассматриваемого случая представленные на рынке модели, как, например, Altec-8027 [6], не пригодны. Они были разработаны для обеспечения электропитанием сигнализационной и охранной аппаратуры, радиомаяков, метеорологических станций в полевых условиях и их мощность мала. Поэтому требуется проведение исследований, в направлении разработки производства более мощных устройств, для использования в зоне повышенных температур в подземных условиях шахт.

### **Выводы:**

1. Обоснованы основные причины перехода на возобновляемые источники энергии:

- Глобально-экологическая:
  - запасы ископаемых источников не безграничны.
  - загрязнение атмосферы: выбросы твердых веществ, двуокиси серы, оксида углерода, азота, углеводородов от промышленных предприятий составляют около 97 % суммарных выбросов;

- происходят многие существенные изменения в ландшафтах;
  - добыча нефти и газа приводит к изменениям глубоко залегающих горизонтов геологической среды. При этом могут происходить необратимые деформации земной поверхности.
  - Происходит уничтожение структурного многообразия биосферы, гибель многих видов.
  - Политическая: та страна, которая первой в полной мере освоит альтернативную энергетику, способна претендовать на мировое первенство и фактически диктовать цены на топливные ресурсы.
  - Экономическая: переход на альтернативные технологии в энергетике позволит сохранить топливные ресурсы страны для переработки в химической и других отраслях промышленности. Кроме того, стоимость энергии, производимой многими альтернативными источниками, уже сегодня ниже стоимости энергии из традиционных источников.
  - Социальная: численность и плотность населения постоянно растут. При этом трудно найти районы строительства АЭС, ГРЭС, где производство энергии было бы рентабельно и безопасно для окружающей среды.
  - Эволюционно-историческая: в связи с ограниченностью топливных ресурсов на Земле, а также экспоненциальным нарастанием катастрофических изменений в атмосфере и биосфере планеты, существующая традиционная энергетика представляется тупиковой.
2. Рассмотрена возможность использования термальной составляющей массива горных пород на глубоких горизонтах для получения возобновляемого источника энергии.
3. Определено направление исследований в области преобразования термальной энергии в другие виды.

### Библиографический список

1. Тамиола Джоджуа. Мейнстрим идет в альтернативу // Интернет-газета «Коммерсант Украина» № 219 от 07.12.2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kommersant.ua/doc.html?DocID=833835&IssueId=41453>.
2. Компания ТН-Сервис – технологии и продукты [Электронный ресурс]: Принцип работы теплового насоса. – Режим доступа : [http://www.geoteplo.ru/principle\\_of\\_work.html](http://www.geoteplo.ru/principle_of_work.html).
3. Дворов И.М., Дворов В.И. Термальные воды и их использование. – М.: Просвещение, 1976. - 128 с.
4. Натанов Х.Х. Подготовка геотермальных вод к использованию. – М.: Стройиздат, 1980. - 80 с.
5. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. 4.1. Отопление / [Богословский В.Н., Б.А.Крупнов, А.Н.Сканави и др.]; Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И.Шиллера. - М.: Стройиздат, 1990. - 344 с.
6. Институт термоэлектричества [Электронный ресурс]: Термоэлектрические генераторы. Характеристики. – Режим доступа : <http://ite.cv.ukrtel.net/ite/rus/termogenerators.htm>

© Гапеев С. М., Лозунов Д. М., 2009 г.