

*Калим Н.А.,*

*студент*

*3 курс, Электроэнергетический факультет*

*Оренбургский Государственный Университет*

*Россия, г. Оренбург*

*Научный руководитель: Хаустова Е.В.*

## ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

***Аннотация:** Произведен обзор различных видов и способов использования геотермальной энергии. Дана классификация источников геотермальной энергии. Показана перспективность использования энергии геотермальных источников.*

***Ключевые слова:** тепло, земля, энергия.*

***Annotation:** An overview of various types and methods of using geothermal energy is made. The classification of sources of geothermal energy is given. The prospects of using the energy of geothermal sources are shown.*

***Key words:** heat, the earth energy.*

Использование альтернативных возобновляемых источников энергии (ветровой, солнечной, геотермальной, морских приливов и т.д.) очень актуально. Объясняется это тем, что, во-первых, производство энергии за счёт сжигания ископаемого топлива на ТЭС вредят природе, во-вторых, запасы подобного топлива не безграничны.

Геотермальные источники известны с давних времён. К примеру, многим известные древнеримские бани использовали тепло подземных источников. Первая электростанция, вырабатывающая энергию из горячих подземных источников, была построена в 1904 году в Италии.

Наиболее возможные источники земного тепла: исходное тепло Земли; энергия экзотермических физико-химических процессов; энергия распада радиоактивных элементов; энергия сейсмических волн; энергия вращения Земли; тепло, выделяющееся при сжатии нижележащих слоёв под давлением вышележащих; энергия метеоритов.

Температура Земли с глубиной увеличивается в среднем на 1К через каждые 30 м. На глубине 3 км должна кипеть вода, на одиннадцатом километре плавится свинец (327°C), на двадцатом – алюминий (659°C), а на глубине 60км температура достигает 1800°C, и плавится платина(1773°C). Удельный тепловой поток изнутри Земли к её поверхности около 0,05Вт/м<sup>2</sup>. Полный тепловой поток изнутри земли примерно 26 ТВт. Это в десять раз больше энергии, которую можно извлечь из всех предполагаемых запасов угля, нефти и природного газа. Однако поток энергии солнечного излучения, принимаемый Землёй, приблизительно в 8300 раз больше теплового потока изнутри Земли к её поверхности. Геотермическая ступень – глубина, соответствующая повышению температуры горных пород в земной коре на 1 К. Обычно геотермическая ступень составляет 30-33м. Но в некоторых местах у поверхности Земли геотермическая ступень равна всего 2-3м, а в экстремальных условиях – даже 0.5 м.

Источники геотермической энергии по классификации Международного энергетического агентства делятся на пять типов:

1. Месторождения геотермального сухого пара. Они легко разрабатываются, но редки. Половина действующих в мире ГеоТЭС использует тепло этих источников.
2. Источники влажного пара (смеси пара и горячей воды). Они встречаются чаще. При их освоении решают вопросы предотвращения коррозии оборудования и загрязнения окружающей среды (удаление конденсата из-за его засолённости).

3. Месторождения геотермальной воды (содержат горячую воду или пар и воду). Это пустоты с водой атмосферных осадков, нагреваемые близко лежащей магмой.

4. Сухие горячие скальные породы, разогретые магмой (на глубине 2 км и более). Запасы их энергии наиболее велики.

5. Магмы (нагретые до 1300 °С расплавленные горные породы).

Гидротермальная оболочка прослеживается по всему земному шару на разных глубинах. В районах вулканизма гидротермальная оболочка иногда выходит на земную поверхность. Здесь возможно найти не только гейзеры, но и парогазовые струи с температурой 180-200 °С и выше.

По температуре теплоносителя геотермальные источники делятся на эпитеермальные, мезотермальные и гипотермальные. В эпитеермальных источниках, расположенных в верхних слоях осадочных пород, куда проникают грунтовые воды, температура воды 50-90 °С. Температура воды в мезотермальных источниках 100-200 °С. В гипотермальных источниках, практически не зависящих от почвенных вод, температура в верхних слоях превышает 200 °С.

Разработаны три главные схемы производства электроэнергии из гидротермальных источников: 1) прямая схема (используется сухой пар); 2) непрямая схема (применяется насыщенный водяной пар; 3) смешанная схема (используется бинарный цикл).

По прямой схеме через турбину пропускается пар, поступающий из глубинной скважины. В настоящее время наиболее распространены геотермальные электростанции, работающие по непрямой схеме. При смешанной схеме сильно разогретые подземные воды или пар подаются в теплообменник, в котором образуется пар, вращающий турбину. Отработанная вода закачивается в скважину, тепло направляется в магистральную теплотрассу, электроэнергия – в электросеть.

Геотермальная электростанция с непосредственным использованием природного пара является самой простой, доступной и дешевой. На этой станции пар из скважины поступает прямо в турбину с последующим выходом в атмосферу или устройство, улавливающее ценные химические компоненты.

Наиболее современная схема получения электроэнергии применяется на геотермальных станциях с конденсационной турбиной и прямым использованием природного пара. Пар из скважины поступает в турбину, а затем в смесительный конденсатор. Далее смесь охлаждающей воды и конденсата пара поступает в подземный бак, а затем, после охлаждения в градирне, возвращается в конденсатор. Расход пара на работающей по этой схеме электростанции в Лаго (Италия) составляет  $8\text{кг/кВт}\cdot\text{ч}$ .

На геотермальных электростанциях с бинарным циклом природный пар из скважины подаётся в паропреобразователь, в котором испаряет вторичный теплоноситель. Вторичный пар поступает в конденсационную турбину. Отработанный пар конденсируется в конденсаторе. Неконденсирующиеся газы или выбрасываются в атмосферу, или направляются в химзаводы. Удельный расход пара на станции Лардерелло – 2 (Италия) –  $14\text{кг/кВт}\cdot\text{ч}$ .

После изобретения в 1852 году теплового насоса английским физиком Уильямом Томпсоном появилась возможность использования низкопотенциального тепла верхних слоёв грунта. Тепловой насос основан на передаче тепла от окружающей среды к хладагенту, имеющему температуру кипения ниже  $0^{\circ}\text{C}$ .

Стоимость электроэнергии, производимой на современных ГеоЭС, в среднем на 30% меньше, чем на ветровых электростанциях и в 10 раз ниже, чем на солнечных электростанциях.

Геотермальная энергетика имеет ряд достоинств: практическая неисчерпаемость и независимость от условий окружающей среды, времени суток и года; возможность использования геотермальной воды или смеси воды и пара для горячего водоснабжения, теплоснабжения или производства

электроэнергии; обеспечение устойчивого тепло – или электроснабжения в тех регионах, в которых централизованное энергоснабжение отсутствует; отсутствие котельного оборудования и затрат на топливо; возможность применения энергоносителя низкого давления; несложность управления; снижение вредных выбросов в регионах со сложной экологической обстановкой.

Однако у геотермальной энергетики есть и недостатки: высокая минерализация термальных вод; необходимость обратной закачки отработанной воды в подземный водоносный горизонт; разрушение почвенно-растительного покрова при бурении скважин; вероятность Инициирования микро землетрясений при гидравлическом разрыве пласта; сильный шум при расширении пара в испарителях; тепловое загрязнение атмосферы; нередко высокое содержание токсичных веществ (мышьяк, ртуть, радон, сульфид серы, аммиак и т.д.); коррозионное разрушение конструкций ГеоЭС. При более масштабном развитии геотермальной энергетики экологические риски могут увеличиться. Один из основных способов снижения негативных последствий – использование циркуляционных систем, в которых отработанные воды закачиваются обратно в водоносный пласт. Однако при этом расходуется электроэнергия, а твёрдые отложения в трубопроводах и скважинах сокращают срок их службы.

Таким образом, отрицательное влияние геотермальной энергетики на природу и человека незначительно. Тепло Земли можно использовать как для теплоснабжения, так и электроснабжения. Геотермальная энергетика с учетом её экономической эффективности имеет хорошие перспективы дальнейшего развития.

#### **Использованные источники:**

1. Саликеева С.Н., Галеева Ф.Т. Обзор методов получения альтернативной энергии. Вестник Казан. технол. ун-та, т.15, №8, 57-59 (2012).

2. Гарипов М.Г. Ветроэнергетика. Вестник Казан. технол. ун-та, т.16, №2, 64-65 (2013).
3. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. - М.: Физматлит, 2008. - 376 с.
4. Череменинский Г.А. Прикладная геотермия. - Л.: Недра, 1977. -244 с.
5. Дворов И.М. Геотермальная энергетика. - М: Наука, 1976. -192 с.