

УДК 620.9

## ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Хомец Е.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Мигуцкий И.Е.

Геотермальная энергетика — направление энергетики, основанное на производстве электрической энергии за счёт энергии, содержащейся в недрах земли, на геотермальных станциях. Относится к альтернативным источникам энергии, использующим возобновляемые энергетические ресурсы.

В вулканических районах циркулирующая вода перегревается выше температуры кипения на относительно небольших глубинах и по трещинам поднимается к поверхности, иногда проявляя себя в виде гейзеров. Доступ к подземным тёплым водам возможен при помощи глубинного бурения скважин.

Главным достоинством геотермальной энергии является её практическая неиссякаемость и полная независимость от условий окружающей среды, времени суток и года.

Главная из проблем, которые возникают при использовании подземных термальных вод, заключается в необходимости возобновляемого цикла поступления (закачки) воды (обычно отработанной) в подземный водоносный горизонт. В термальных водах содержится большое количество солей различных токсичных металлов (например, бора, свинца, цинка, кадмия, мышьяка) и химических соединений (аммиака, фенолов), что исключает сброс этих вод в природные водные системы, расположенные на поверхности.

Наибольший интерес представляют высокотемпературные термальные воды или выходы пара, которые можно использовать для производства электроэнергии и теплоснабжения.

Потенциальная суммарная рабочая мощность геотермальных электростанций в мире уступает большинству станций на иных возобновимых источниках энергии. Однако направление получило развитие в силу высокой энергетической плотности в отдельных заселённых географических районах, в которых отсутствуют или относительно дороги горючие полезные ископаемые, а также благодаря правительственным программам.

### Применения и технологии

По способу применения геотермальной энергии различают следующие три категории:

Прямое использование;

Производство электроэнергии;

Тепловые насосы.

### Прямое использование

В настоящее время способы прямого использования включают отопление зданий, парниковое садоводство, а также промышленные процессы, такие как пастеризация.

В современных системах прямого использования в геотермальный резервуар бурится скважина, чтобы обеспечить постоянный поток горячей воды. Если геотермальная скважина не является артезианской, необходимо использовать забойный насос. Насос может поднять жидкость на поверхность, а также предотвратить выброс вредных веществ.

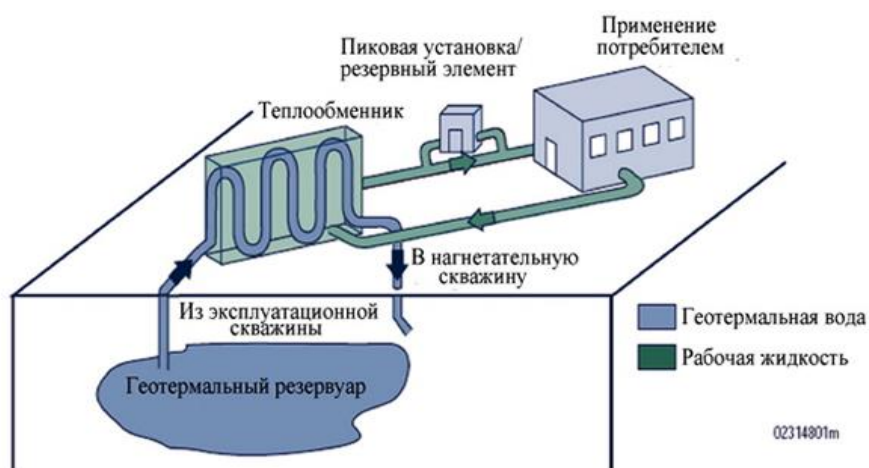


Рисунок 1- Прямое использование геотермальной энергии

Жидкая вода, пар или двухфазная смесь транспортируется к поверхности земли с помощью специальных жаростойких труб. Геотермальная система состоит либо из однотрубной, либо из двухтрубной системы. В зависимости от того, какая система используется, охлажденная вода либо закачивается обратно в землю, либо распределяется в других местах на поверхности Земли. В предыдущем типе системы, проточной системе водоснабжения, жидкость утилизируется после ее использования. В двухтрубной системе жидкость рециркулирует и сохраняет остаточное тепло. Однотрубные системы предпочтительнее, когда нет недостатка в геотермальной энергии и чистой воде, а двухтрубные системы используются в том случае, когда охлажденную жидкость необходимо обратно закачать в резервуар. В теплообменнике геотермальное тепло передается от геотермальной жидкости к рабочей жидкости. Основные теплообменники, используемые в геотермальных системах – пластинчатый, кожухотрубный и скважинный. Теплоизоляция необходима для транспортирующих труб с целью минимизации тепловых потерь и устранения влаги, которая может уничтожить саму теплоизоляцию и вызвать коррозию.

#### Выработка электроэнергии

Производство геотермальной электроэнергии основывается на той же концепции, что и производство электроэнергии из ископаемого топлива, однако используемой энергией является пар из земной коры. Существует три типа геотермальных энергетических технологий:

- Сухой пар
- Мгновенный пар
- Двойной цикл

Электростанции, использующие мгновенный пар, являются наиболее распространенным способом получения геотермальной электроэнергии. Они используют очень горячую воду под давлением (выше 180°C), которая течет вверх через скважины, часто с помощью насосов. Так как горячая вода поднимается, ее давление падает, и часть воды закипает (или «мгновенно исчезает») и превращается в пар. Пар используется для приведения в действие турбины. Остатки воды и конденсированного пара обратно закачиваются в резервуар.

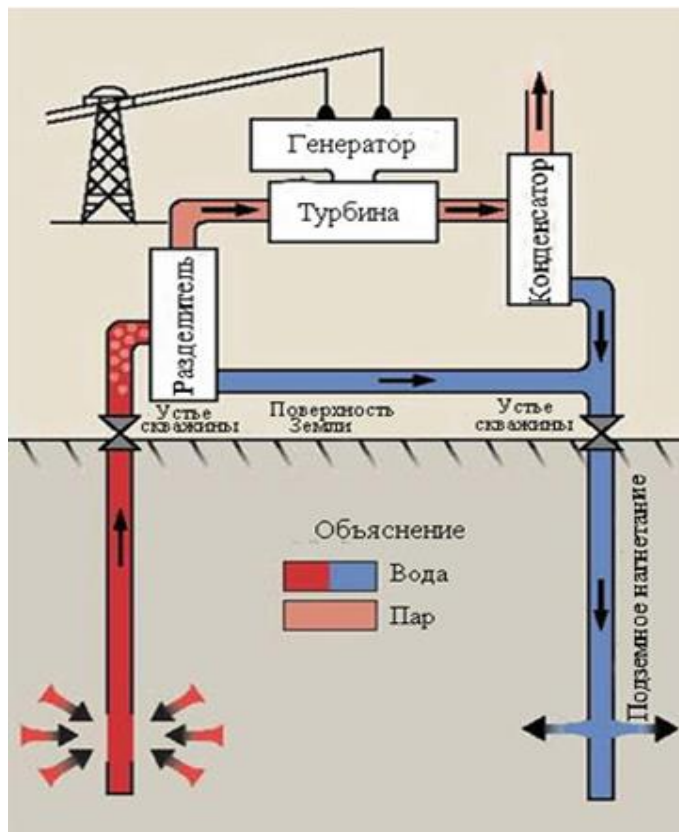


Рисунок 2- Тип Электростанции, использующей мгновенный пар.

Сухой пар для производства геотермальной электроэнергии используется реже, потому что его тяжело найти, знания о его местонахождении также ограничены.

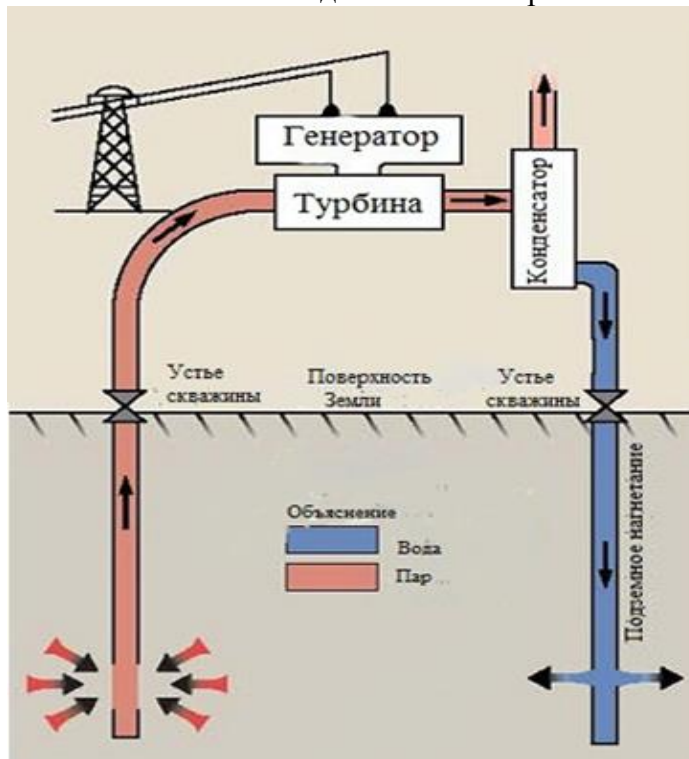


Рисунок 3- Тип Электростанции, использующей сухой пар.

Электростанции двойного цикла используют более холодные геотермальные резервуары, чем электростанции, работающие на мгновенном и сухом паре. В качестве рабочей среды выступает жидкость, которая приводит в действие турбины вместо

геотермальной воды или пара. Эти электростанции используют тепло от горячей воды, чтобы довести эту жидкость до кипения, выпаривая ее в теплообменнике и используя для работы турбины. Вторичная жидкость испаряется, полученный пар вращает турбины, которые передают энергию вращения на вал генератора. Оставшаяся вторичная жидкость просто рециркулирует через теплообменник. Геотермальная жидкость конденсируется и возвращается в резервуар. Охлажденная вода закачивается обратно в землю для подогревания. Так как горячая вода (которая обычно содержит растворенные соли и минералы) никогда не попадает в атмосферу до закачивания обратно в резервуар, этот тип геотермальной электростанции имеет превосходные экологические характеристики по сравнению с другими.

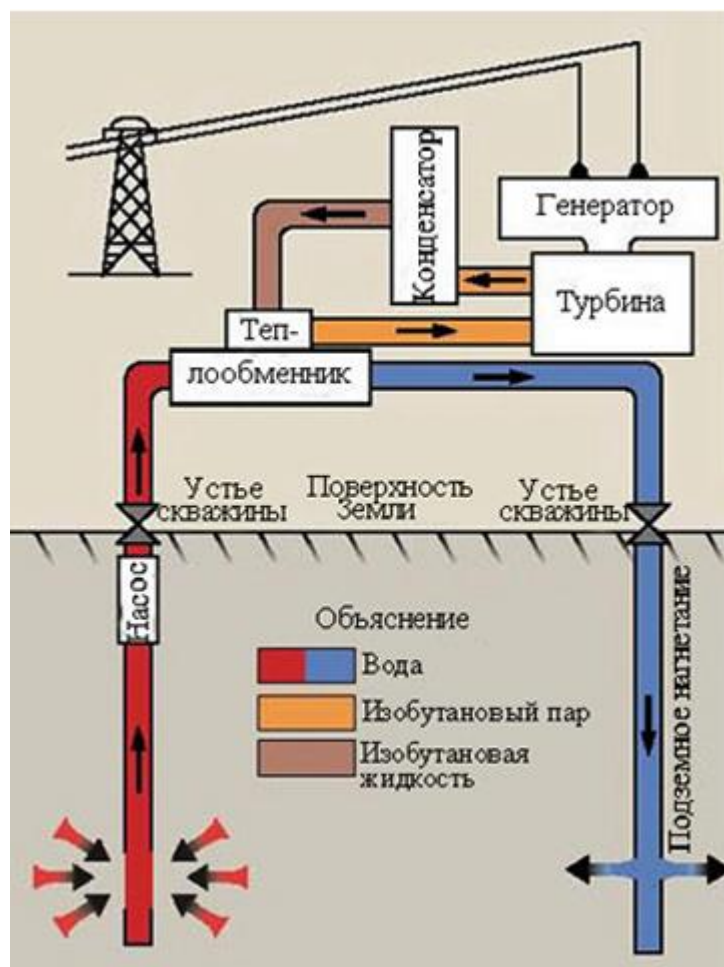


Рисунок 3- Тип Электростанции, работающей на двойном цикле.

### Тепловые насосы

Геотермальные тепловые насосы иногда включают в список геотермальных энергетических технологий. В то время как они обеспечивают эффективный обогрев и охлаждение зданий, строго говоря, они сами по себе являются приборами, потребляющими электроэнергию, и работают благодаря перемещаемому, а не вырабатываемому теплу. Тепловые насосы могут сократить потребление энергии здания от 30 до 50 процентов (по сравнению с обычными электрическими системами отопления и охлаждения), и отдают в три-четыре раза больше энергии, чем потребляют.

### Проблемы

Геотермальные электростанции поднимают вопросы о геотермальной энергии. Один из таких вопросов - провалы земли при изначальном заборе воды или пара. Это может быть серьезной проблемой. На Ваиракеи после начала работы станции земля опустилась на 13 м.

Эта проблема на Ваиракеи существует до сих пор. На новых станциях вода быстро возвращается, чтобы сохранять давление и уровень подземных вод.

На геотермальных электростанциях двойного цикла эмиссии каких-либо газов не происходит. Однако паровые электростанции выбрасывают небольшое количество  $\text{CO}_2$ , объем выбросов зависит от состава воды. Выбрасывается также небольшое количество сульфида водорода, недостаточное для образования кислотного дождя. Так как подземные воды содержат растворенную серу, то работа станции сопровождается неприятным для нас запахом. В США геотермальные электростанции должны отфильтровывать сульфид водорода в выбросах, сжигая его или преобразуя в диоксид серы. Диоксид серы впоследствии можно растворить или превратить в серную кислоту и продать.