

УДК 620

## СРАВНЕНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ИСЛАНДИИ И КАМЧАТКИ

Алямкин А. В., студент гр. ЭРб-231, I курс

Леточных Г. О., студент гр. ЭРб-231, I курс

Кобец И. Д., студент гр. ЭПб-231, I курс

Научный руководитель: Андреев В. А., старший преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

г. Кемерово

### Введение:

Геотермальная энергетика представляет собой особо важный возобновляемый источник энергии, который использует для выработки электрической энергии и теплоснабжения, тепловую энергию, накапливающуюся в недрах Земли. Исландия и Камчатка как раз являются очень хорошим примером по использованию геотермальной энергии.

Исландия, является лидером в области геотермальной энергетике. Более 90% энергии в Исландии добывается с использованием геотермальных источников, что делает Исландию одной из самых экологически чистых и энергоэффективных стран в мире.

Камчатка, расположена на Дальнем Востоке России и также обладает значительными геотермальными ресурсами, благодаря вулканическим ресурсам и сейсмической активности.

В данной статье будет производиться сравнение и анализ геотермальной энергетики Исландии и Камчатки, выявление особенностей, преимущества, недостатков, а также потенциал для дальнейшего использования геотермальной энергетики.

### Геотермальная энергетика: общая характеристика

Геотермальная энергетика — это одна из отраслей энергетики, которая использует энергию тепла, накапливающуюся в недрах Земли, для производства электроэнергии и обеспечение тепловой энергией. Главным источником геотермальной энергии является тепло, высвобождающееся из мантии и ядра Земли, вызванное радиоактивным распадом элементов и тепловыми процессами.

Геотермальная энергетика имеет как преимущества, так и недостатки, которые сейчас будут перечислены.

### Преимущества геотермальной энергетики:

- Стабильность - геотермальная энергетика не зависит от колебаний цен на топливо, так как использует только тепловые ресурсы Земли.
- Низкие эксплуатационные расходы и невероятно низкий выброс парниковых газов в атмосферу.

- Геотермальная энергетика также может использоваться для обогрева зданий, производства горячей воды.

Недостатки геотермальной энергетики:

- Ограниченнaя географическая доступность. Геотермальная энергетика не может обойтись без геотермальных источников.
- Постройка геотермальной электростанции требует высокие инвестиционные затраты.
- При эксплуатации геотермальных электростанций существует возможность вызова землетрясения.

Также существует три вида геотермальной энергетики:

- Одноцикловая геотермальная энергетика — это технология, которая напрямую использует горячую воду, для генерации электроэнергии. Однако такие системы имеют ограниченный потенциал, так как они сильно ограничены залежами горячей воды.
- Многократный цикл геотермальной энергетики, этот вид геотермальной энергетики использует два цикла, чтобы увеличить эффективность и использовать тепло низкого уровня. Такие системы эффективней одноциклических, но гораздо сложнее в плане технического обслуживания и эксплуатации.
- Бинарные и термодинамические циклы используют другие вещества, а не воду, для передачи тепла. Бинарные системы имеются в нескольких видах, но они все используют обмен тепла между горячими водой и некоторой другой жидкостью, которая затем орошается через турбину, чтобы создать электроэнергию.

Геотермальная энергетика Камчатки:

В Камчатской области существуют большие проблемы с энергообеспечением населения и промышленности региона. Это обусловлено тем, что энергетика камчатки работает на привозном топливе, которое из-за дальности транспортировки приобретает высокую цену (17,106 за 1Кв/ч).

Решением этой проблемы в Камчатской области является создание энергогенерирующих мощностей, которые не будут нуждаться в привозном топливе, а будут использовать широкие, но слабо освоенные геотермальные источники региона.

Камчатка обладает колоссальными запасами геотермального тепла, которые по различным оценкам способны обеспечить суммарную электрическую и тепловую мощность, превышающую 2,000 МВт.

Потенциал высокотемпературных геотермальных полей Камчатской области достигает 1,130 МВт, а низкотемпературных полей 1,345 МВт.

На Камчатке используются различные типы геотермальных электростанций, в том числе:

- Беспаровые геотермальные электростанции. Эти электростанции используют пар или горячую воду непосредственно из геотермального источника для привода турбин, а затем вырабатывают электроэнергию. Такие станции на Камчатке обеспечивают электро- и теплоснабжение населения и промышленных объектов.

- Каскадные геотермальные электростанции. Эта конструкция предполагает последовательное использование нескольких геотермальных источников для повышения эффективности и мощности выработки электроэнергии.

- Бинарные геотермальные электростанции. В таких установках к горячей воде или пару подается рабочее тело с низкой температурой кипения, например, органические жидкости - ихвул. Затем тепло используется для привода турбин и выработки электроэнергии.

Все эти типы геотермальных электростанций используются на Камчатке для добычи и преобразования геотермальной энергии в электроэнергию, а также для отопления и горячего водоснабжения региона.

Всего на Камчатке три эксплуатируемых на данный момент ГеоЭС:

- Мутновская ГеоЭС — крупнейшая геотермальная электростанция России. Расположена в Елизовском районе Камчатского края, к северо-востоку от Мутновской сопки, на высоте около 800 метров над уровнем моря. Станция эксплуатируется ПАО «Камчатскэнерго» Мутновская ГеоЭС представляет собой геотермальную электростанцию с прямым использованием пара. Геотермальный теплоноситель (пароводяная смесь) поступает на станцию по трубопроводам из пробуренных на Мутновском месторождении парогидротерм. На площадке электростанции происходит разделение пароводяной смеси на сепараторах (Усредненный состав теплоносителя: 26 % пар, 74 % сепарат), после чего пар направляется в турбины, а горячая вода (сбросной сепарат) закачивается обратно в горные пласты через скважины реинжекции. Основное генерирующее оборудование Мутновской ГеоЭС включает в себя два турбоагрегата, каждый из которых состоит из паровой и генератора. Мутновская ГеоЭС функционирует в составе центрального энергоузла Камчатской энергосистемы, работающей изолированно от ЕЭС России. Энергоузел сформирован в южной части Камчатского края, где проживает основная часть населения. Выработка Мутновской ГеоЭС покрывает 20 % потребления электроэнергии в Центральном энергоузле Камчатского края, коэффициент использования установленной мощности — 78,5 %.

- Паужетская ГеоЭС — геотермальная электростанция, расположенная на Камбальском месторождении парогидротерм в юго-западной части Камчатского полуострова в посёлке Паужетка около вулканов Кошевела и Камбального. Первая по времени строительства геотермальная электростанция России, введена в эксплуатацию в 1966 году. Эксплуатируется ПАО «Камчатскэнерго» Паужетская ГеоЭС представляет собой геотермальную электростанцию с прямым использованием пара. Геотермальный теплоноситель добывается из скважин, пробуренных на Камбальском месторождении парогидротерм. Скважины оборудованы сепараторами, на которых происходит разделение пароводяной смеси, после чего пар направляется по трубопроводам к зданию ГеоЭС и далее в турбины. В декабре 2019 года АО «Геотерм» было присоединено к ПАО «Камчатскэнерго». Паужетская ГеоЭС обеспечивает электроэнергией население и предприятия в п. Озерновский, п. Паужетка, п. Шумный и селе Запорожье Усть-Большерецкого района Камчатского края. Располагаемая мощность станции ограничена количеством поставляемого пара

• Верхне-Мутновская ГеоЕС — геотермальная электростанция, расположенная в Елизовском районе Камчатского края, вблизи Мутновской сопки. Станция эксплуатируется ПАО «Камчатскэнерго» Верхне-Мутновская ГеоЕС представляет собой геотермальную электростанцию с прямым использованием пара. Верхне-Мутновская ГеоЕС функционирует в составе центрального энергоузла Камчатской энергосистемы, работающей изолированно от ЕЭС России. Энергоузел сформирован в южной части Камчатского края, где проживает основная часть населения.

Все эти ГеоЕС входят в группу РусГидро — одну из крупнейших компаний в России, владеющую большинством гидроэлектростанций страны.

#### Геотермальная энергетика Исландии:

Исландия — обладает невероятными геотермальными источниками энергии, что делает её лидером по добыче и использованию геотермальной энергии.

В Исландии добыча энергии из недр земли является одним из нынешних способов достижения «энергетической независимости». На острове скорость распространения плит достигает 2 см в год, что приводит к непрерывной вулканической активности. Из 150 вулканов на острове около 40 являются действующими.

На момент 2020 года на территории Исландии функционируют 756 ГеоЕС

В данной статье будут приведены несколько различных станций с разными типами добычи геотермальной энергии в Исландии:

- Геотермальная электростанция Несьявеллир(Nesjavallavirkjun) — Электростанция использует высокотемпературные геотермальные резервуары вулканической системы Хенгилл, которая расположена под районом Несьявеллир. Резервуары состоят из перегретой воды и пара, которые извлекаются из скважин, пробуренных в земле. Затем пар используется для питания турбин, которые вырабатывают электроэнергию, в то время как горячая вода используется для отопления и других целей. Станция производит около 120 МВт электроэнергии; он также подает около 1 100 литров горячей воды с температурой 82–85 °C в секунду с тепловой мощностью 150 МВт

- Новаторская геотермальная электростанция в Рейкьянесе в Исландии в настоящее время производит 100 МВт электроэнергии из двух турбин мощностью 50 МВт. Электростанция использует пар из резервуара при температуре от 290 до 320°C – это первый случай, когда геотермальный пар такой высокой температуры был использован для выработки электроэнергии в больших масштабах. Новый завод расположен на полуострове Рейкьянес, в юго-западной части Исландии. Электростанция, принадлежащая Sudurnes Regional Heating Corporation, была спроектирована Enex, конгломератом исландского энергетического сектора, имеющим большой опыт в развитии геотермальной энергетики и гидроэнергетики. Обе турбины были введены в эксплуатацию в мае 2006 года после испытаний и были официально введены в эксплуатацию в декабре 2006 года. Завод в Рейкьянесе использует пар и геотермальный рассол, добываемый из двенадцати скважин глубиной 2700 метров. После экстракции рассол по

трубопроводу подается в пароотделитель. Оттуда отделенный пар под давлением 19 бар поступает в паровую сушилку и в две турбины мощностью 50 МВт.

Благодаря таким ГеоЕС в Исландии добывается и используется тепловая и электрическая энергия, которая позволяет использовать данную энергию для множества нужд граждан.

Сравнение геотермальной энергетики Исландии и Камчатки:

Исландия, благодаря своей активной вулканической плотине и расположению на срединно-океаническом хребте, обладает значительным геотермальным энергетическим потенциалом. Более того, Исландия является пионером в использовании этого вида энергии и имеет богатый опыт и технологии в области геотермальной энергетики. До 90% отопления домов в Исландии осуществляется с использованием геотермальной энергии, что значительно снижает зависимость от нефтяного топлива и углеводородов. Напротив, Камчатка, хотя и обладает обширными геотермальными ресурсами, не использует их активно для производства энергии. Камчатский край имеет огромный потенциал для развития геотермальной энергетики, так как здесь расположено множество вулканов, горячих источников и гейзеров. Однако в настоящее время только 1–2% энергии полуострова производится с использованием геотермальных источников. Это связано с ограниченностью инфраструктуры и отсутствием финансирования для запуска новых проектов. Исландия и Камчатка также отличаются экспортом технологий геотермальной энергетики. Исландия является мировым лидером в этой области и успешно экспортирует свои знания и опыт в другие страны. Пока Камчатка только начинает расширять свое участие на мировом рынке геотермальной энергетики и внедрение новых технологий. В целом, оба региона обладают огромным потенциалом для развития геотермальной энергетики.

Заключение:

Конечно, Камчатка проигрывает Исландии в масштабах использования геотермальной энергии. На это влияют сразу несколько факторов:

- Сложность экспорта необходимых ресурсов для строительства ГеоЕС
- Нехватка нужных специалистов в регионе
- Малое освещение данной темы на территории России
- Малая инвестиционная поддержка
- Незаинтересованность крупных компаний данной темой

Устранив данные факторы, Камчатка может стать одним из самых перспективных регионов по добычи чистой: тепловой и электрической энергии. Что в свою очередь даст России большие возможности по использованию этой энергии.

Главное увеличить добычу геотермальной энергии на Камчатке ведь. Во-первых, увеличение добычи геотермальной энергии на Камчатке позволит обеспечить более стабильное и надежное энергоснабжение для местного населения и промышленности. Увеличение добычи тепловой энергии позволит снизить зависимость от импорта топлива и повысить энергетическую независимость региона.

Во-вторых, увеличение добычи геотермальной энергии способствует развитию инфраструктуры и привлечению инвестиций в регион. Строительство новых

геотермальных электростанций и инфраструктуры для передачи энергии потребует больших инвестиций, что в свою очередь может создать новые рабочие места и стимулировать экономический рост на Камчатке. Кроме того, увеличение добычи тепловой энергии может привлечь внимание инвесторов к региону и способствовать развитию других отраслей экономики.

Список литературы:

1. <https://www.mindat.org/loc-420706.html>
2. <https://www.power-technology.com/projects/reykjanes/?cf-view>
3. <https://rushydro.ru/activity/production/geotermalnaya-generatsiya>
4. <https://kamchatkaland.ru/note/mutnovskaja-geotermalnaja-stancija>
5. Bjornsson, H., & Palsson, F. (2012). Geothermal energy and the export of geothermal technology: The case of Iceland. *Energy Policy*, 40, 17–25.
6. Klyuchnikov, A. A., & Trukhin, A. N. (2019). Geothermal energy potential of Kamchatka and its use for heating and power generation. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 7(3), 443–459.
7. Arnason, S., Sigurdsson, O., & Gretarsson, A. (2014). Geothermal energy in Iceland: present and future development. *Geothermics*, 51, 1–21.
8. Fridleifsson, I. B. (2014). Geothermal energy for the benefit of the people: experiences from Iceland and other countries. *Geothermics*, 52, 355–362.
9. Ossowski, G., & Gurgul, H. (2015). Sustainable development in the geothermal energy sector: the case of Iceland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 779–787.