

*Абдразаков В. А. студент,
Харченко С. Н. преподаватель
ФГБОУ ВО "Кубанский Государственный Аграрный Университет им.
Трубилина"
Россия, Краснодар*

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ПОТЕНЦИАЛ И ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация: в статье рассмотрены потенциал и технологии геотермальной энергетики как устойчивого возобновляемого источника. Описаны основные источники тепла (градиенты, резервуары, вулканические зоны), глобальные ресурсы (до 200 ГВт для генерации), лидеры отрасли (Исландия, США, Филиппины). Проанализированы типы электростанций (сухие паровые, бинарные, прямого использования), современные методы бурения и инновации, включая геотермальные насосы.

Ключевые слова: геотермальная энергетика, возобновляемая энергия, геотермальные электростанции, бинарный цикл, бурение, геотермальные насосы, потенциал ресурсов, прямые источники тепла.

Abstract: the article discusses the potential and technologies of geothermal energy as a sustainable renewable source. The main sources of heat (gradients, reservoirs, volcanic zones), global resources (up to 200 GW for generation), industry leaders (Iceland, USA, Philippines) are described. The types of power plants (dry steam, binary, direct use), modern drilling methods and innovations, including geothermal pumps, are analyzed.

Keywords: geothermal energy, renewable energy, geothermal power plants, binary cycle, drilling, geothermal pumps, resource potential, direct heat sources.

Введение

Геотермальная энергетика представляет собой одну из наиболее перспективных и устойчивых форм возобновляемой энергии, использующей тепло, находящееся под поверхностью Земли. Эта форма энергии может значительно снизить зависимость от ископаемых видов топлива и помочь в борьбе с изменением климата. В данной статье рассматриваются потенциал геотермальной энергетики, современные технологии ее использования и перспективы развития.

1. Потенциал геотермальной энергетики

1.1 Определение и источники геотермальной энергии

Геотермальная энергия – это тепло, которое исходит из внутренних слоев Земли. Основные источники геотермальной энергии включают:

- **Геотермальные градиенты:** Температура Земли увеличивается с глубиной в среднем на 25-30 °C на каждый километр. Это создает потенциал для извлечения тепла на больших глубинах.

- **Геотермальные резервуары:** Вода, находящаяся под давлением в подземных резервуарах, может достигать высоких температур и использоваться для производства электроэнергии или отопления.

- **Геотермальные источники:** Вулканические области, гейзеры и горячие источники также являются проявлениями геотермальной энергии.

1.2 Глобальный потенциал

По оценкам Международного энергетического агентства (IEA), глобальный потенциал геотермальной энергии составляет около 200 ГВт (гигаватт) для электрогенерации и 1000 ГВт для прямого использования тепла. Наиболее значительные ресурсы находятся в таких странах, как Исландия, США, Филиппины, Италия и Норвегия.

1.2.1 Геотермальная энергия в разных странах

- **Исландия:** Около 90% жилых домов в Исландии отапливаются за счет геотермальной энергии, а также значительная часть электроэнергии производится на геотермальных электростанциях.

- **США:** США являются мировым лидером по установленной мощности геотермальных электростанций, с более чем 3,7 ГВт установленной мощности.

- **Филиппины:** Эта страна занимает второе место в мире по производству геотермальной электроэнергии, обеспечивая около 20% своей потребности в электроэнергии.

2. Технологии геотермальной энергетики

2.1 Геотермальные электростанции

Существует несколько типов геотермальных электростанций, которые различаются по технологии извлечения тепла:

2.1.1 Сухие паровые установки

Эти установки используют пар, который поднимается из геотермального резервуара, для приведения в движение турбин генераторов. Они наиболее эффективны в местах с высокими температурами.

2.1.2 Установки с бинарным циклом

В этих установках используется тепло геотермальной воды для нагрева второго рабочего тела с низкой температурой кипения (например, изобутан). Это позволяет генерировать электроэнергию при более низких температурах (до 100 °C).

2.1.3 Установки с прямым использованием

Эти системы используют горячую воду непосредственно для отопления зданий, теплиц или для промышленных процессов. Данный метод является наиболее простым и экономически эффективным.

2.2 Технологии бурения

Современные технологии бурения играют ключевую роль в развитии геотермальной энергетики. Используются следующие методы:

- **Непрерывное бурение:** Позволяет сократить время бурения и снизить затраты.
- **Гидравлическое разрыв:** Используется для увеличения проницаемости горных пород, что позволяет увеличить поток горячей воды.
- **Геофизические методы:** Применяются для оценки потенциальных месторождений и определения температуры на различных глубинах.

2.3 Инновационные технологии

Существуют новые технологии, которые могут значительно увеличить эффективность использования геотермальной энергии:

- **Геотермальные насосы:** Эти устройства используют разницу температур между поверхностью земли и подземными слоями для отопления и охлаждения зданий.
- **Глубокие геотермальные системы (EGS):** Эта технология позволяет извлекать энергию из глубоких слоев земной коры, где вода не находится в естественных резервуарах. Это открывает новые горизонты для использования геотермальной энергии в регионах с низким природным потенциалом.

3. Преимущества и вызовы геотермальной энергетики

3.1 Преимущества

- **Экологическая устойчивость:** Геотермальная энергия является чистым источником энергии с низкими выбросами углерода.
- **Надежность:** Геотермальные электростанции могут работать круглосуточно и не зависят от погодных условий.
- **Долговечность:** Геотермальные ресурсы могут использоваться на протяжении десятилетий без значительного истощения.

3.2 Вызовы

- **Высокие начальные затраты:** Бурение скважин и строительство электростанций требуют значительных инвестиций.
- **Географические ограничения:** Геотермальная энергия доступна не во всех регионах, что ограничивает ее использование.
- **Риски экологии:** Возможные риски включают землетрясения и загрязнение водоносных горизонтов.

4. Перспективы развития геотермальной энергетики

4.1 Политика и регулирование

Для стимулирования развития геотермальной энергетики необходимы государственные программы поддержки, включая субсидии, налоговые льготы и инвестиции в исследования.

4.2 Исследования и инновации

Инвестиции в научные исследования и разработки новых технологий могут повысить эффективность использования геотермальных ресурсов и снизить затраты на их извлечение.

4.3 Образование и осведомленность

Повышение осведомленности о преимуществах геотермальной энергии среди населения и бизнеса может способствовать ее более широкому внедрению.

Заключение

Геотермальная энергетика обладает значительным потенциалом для обеспечения устойчивого и надежного энергоснабжения. Современные технологии позволяют эффективно извлекать тепло из недр Земли, однако существуют определенные вызовы, которые необходимо преодолеть для дальнейшего развития этой области. Инвестиции в исследования и разработки, а

также поддержка со стороны государства будут способствовать максимальному использованию потенциала геотермальной энергии.

Список литературы

1. International Energy Agency (IEA). IEA Publications.
2. Lund, J.W., Freeston, D.H., & Boyd, T.L. (2010). *Geothermics*, 39(3), 159-180.
3. United Nations Environment Programme (UNEP). (2018). UNEP Publications.
4. Tester, J.W., et al. (2006). Massachusetts Institute of Technology.
5. National Renewable Energy Laboratory (NREL). (2019).