

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

© О.О. Каймонова¹, Ю.А. Давыденко²Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, Российская Федерация, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Постоянный рост энергопотребления и сокращение запасов углеводородов стимулируют использование альтернативных источников энергии. Среди них одним из самых перспективных является геотермальная энергетика. Геотермальная энергия – тепло земных недр – это экологически чистый, возобновляемый ресурс. Огромное его преимущество – доступность. В данной статье исследована «картина» мира геотермальной энергетике, а также представлены возможные пути развития в Иркутской области с помощью разработок ученых Иркутского национального исследовательского технического университета.

Ключевые слова: энергетика, возобновляемые источники энергии, геотермальная энергетика, термальные воды, ресурсы.

PROSPECTS OF GEOTHERMAL ENERGY DEVELOPMENT

© O.O. Kaymonova, Yu.A. Davydenko

Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk 664074, Russian Federation

Constant growth of energy consumption and reduction of hydrocarbon reserves stimulate the use of alternative energy sources. Among them, one of the most promising is geothermal energy. Geothermal energy, that is, the heat of the earth's interior, is an environmentally friendly, renewable resource. Its great advantage is its accessibility. The article explores the "picture" of the world of geothermal energy, as well as presents possible ways of growth in the Irkutsk region with the help of the scientists' developments of Irkutsk National Research Technical University.

Keywords: energy, renewable energy, geothermal energy, thermal water, resources

Постоянный поток тепла Земли обеспечивает неисчерпаемый и, по существу, неиссякаемый источник энергии на миллиарды лет вперед.

Геотермальная энергетика использует теплоэнергетический потенциал Земли, представленный в трех видах:

– пароводородные смеси — с температурой на устье 200–300 °С (данное сырье подходит для выработки электроэнергии через обычную систему с турбинными генераторами) [1];

– теплоэнергетические воды — с температурой на устье 80–120 °С (они могут использоваться для производства электроэнергии путем установки бинарных станций с легкокипящими газами замкнутого цикла; такая технология позволяет использовать геотермальные ресурсы Земли сначала для получения электроэнергии, а затем для обогрева и горячего водоснабжения; для сравнения при транспортировке горячей воды по теплосети потери обычно составляют 1 °С на 1 км) [2];

– субтермальные воды — с температурой 40–70 °С (используются для обогрева и горячего водоснабжения с применением тепловых насосов; использование субтермальных вод и тепловых насосов позволяет сэкономить электроэнергию и все чаще применяется в Европе) [1].

Геотермальная энергетика прямого использования применяется для отопления помещений – 52 % (из них 32 % с использованием тепловых насосов), купания и плавания (включая бальнеологию) – 30 %, садоводства (теплицы и подогрев почвы) – 8 %, промышленности – 4 %, аквакультуры (в основном рыбоводство) – 4 %.

Развитие геотермальной энергетике в мире с каждым годом становится все актуальнее. Сегодня доля электроэнергии, получаемой в мире с помощью геотермальных ресурсов, составляет всего 0,5 %. Тепловые мощности геотермальной энергетике составляют порядка 50 % всей мировой энергетике. На протяжении нескольких лет странами-лидерами в геотермальной энергетике остаются Соединенные Штаты Америки, Филиппины и Индонезия.

Большие перспективы развития геотермальной энергетике вызвали научно-исследовательский интерес коллектива ООО «Гелиос» (г. Иркутск), известного своей инновационной

¹ Каймонова Ольга Олеговна, магистрант Института энергетике, e-mail: olya14_10@mail.ru
Olga O. Kaymonova, a graduate student of the Energy Institute, e-mail: olya14_10@mail.ru

² Давыденко Юрий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной геологии, геофизики и геоинформатики Институт недропользования, e-mail: davidenkoya@gmail.com
Yuri A. Davydenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Applied Geology, Geophysics and Geoinformatics Department of Subsoil Use Institute, e-mail: davidenkoya@gmail.com

деятельностью, который разработал проект по поиску термальных вод на территории Саудовской Аравии (заказчик – правительство Саудовской Аравии).

Данный проект включает несколько этапов:

- изучение априорной информации, обзор работ предшествующих исследований, определение перспективных площадей и объемов работ;
- выделение структурных комплексов аэромагниторазведкой и аэроэлектроразведкой;
- определение положения глубинных источников подземных вод с помощью магнитотеллурического зондирования.

Сложность поиска гидротермальных систем и питающих их гидротермальных резервуаров вызвана тем, что они не всегда имеют поверхностное выражение в виде термальных источников [1]. На разных глубинах по зонам разломов нагретые воды поднимаются к поверхности земли, однако вышележащие осадочные породы с водонепроницаемыми характеристиками перекрывают им выход, и они образуют подземные гидротермальные резервуары различных размеров и конфигураций, которые могут быть вскрыты буровыми скважинами [2].

Решение данной проблемы возможно при проведении комплекса гидрогеологических, гидрохимических и геофизических работ, то есть при проведении полного цикла работ от полевых исследований до создания геотермического атласа.

Технология ООО «Гелиос» основана на использовании принципа гидрогеологической, геологической, геофизической аналогии. Обнаружение скрытых подземных гидротермальных резервуаров основано на сравнении данных гидрогеологических, геофизических исследований эталонных и прогнозных участков.

Геофизические методы, в частности электроразведка, позволяют вести поиски подземных гидротермальных резервуаров. На отдельных месторождениях, таких, как Шивэрт, Цэнхэр (Монголия, Архангайский аймак), Сухая (Россия, Республика Бурятия), Теплые Озера (Россия, Иркутская область), были использованы метод электромагнитного зондирования и вызванной поляризации и магнитотеллурического зондирования [3]. С теми или иными дополнениями этими методами можно вести поиски гидротермальных резервуаров и в других регионах мира. Например, в таких странах, как Саудовская Аравия, относящихся к областям континентального засоления, гидротермальные резервуары можно выделять по условиям залегания и т. д.

Магнитотеллурический метод широко используется для целей предварительной разведки и в меньшей степени – в подробных последующих исследованиях. Он предлагает широкий спектр возможных применений, несмотря на то, что требует сложной аппаратуры [3]. Основное преимущество магнитотеллурического метода состоит в том, что его можно использовать для определения структур, более глубоких, чем те, что достижимы с помощью электрических и других электромагнитных методов. Исследование магнитотеллурического метода применяет естественное электромагнитное поле Земли, которое содержит очень широкий спектр частот, включая очень низкие частоты, полезные при зондировании на глубинах в несколько десятков километров, и используется в качестве источника энергии для зондирования Земли [4].

Совокупная стоимость проекта по поиску термальных вод в Саудовской Аравии будет составлять около 2 млн долл. Проект был представлен на конкурсе Startup Tour («Открытые инновации») в г. Красноярске и занял второе место.

Перспективы развития геотермальной энергетики в России, безусловно, есть (юг России, Камчатка, Курильские острова, Центральный регион, Калининградская область). Однако не уделяется должного внимания геотермальному направлению, особенно для юга России и Дальнего Востока [5].

Что касается нашего региона, то развитие геотермальной энергетики возможно для целей теплоэнергетики и бальнеологии. Например, Горячинское месторождение термальных вод обладает постоянством химического состава и температурного режима, что подтверждается данными многочисленных анализов, произведенных различными авторами с 1775 г. по наши дни. Освоение низко-температурных месторождений термальных вод «горячинского типа» технически возможно и экономически целесообразно, а их запасы намного превышают потребности здравниц [1]. При сопоставлении с традиционными источниками энергии имеется ряд преимуществ геотермальных ресурсов: неисчерпаемость, близость к потребителю, полная автоматизация, экологическая чистота, экономическая конкурентоспособность. Этих преимуществ вполне достаточно, чтобы отдать приоритет в теплоснабжении местным геотермальным ресурсам [3].

Произведем несложные расчеты при установке центрального автоматизированного теплового пункта стоимостью около 4,7 млн руб. (рис. 1, 2). Цена всей системы теплоснабжения для поселка населением 5,8 тыс. человек – около 106 млн руб. (трубы, насосное оборудование, отопительные приборы) + 4,7 млн руб. = 110,7 млн руб. на 5,8 тыс. человек = 0,019 млн руб. на человека или примерно 20 тыс. руб. на человека. Годовые поставки тепла составят 21,2 тыс. Гкал в год. Цена за Гкал в республике составляет около 1358 руб. Простой срок окупаемости составит $110700000 \text{ руб.} / (1368 \cdot 21200) = 3,8$ года. В случае выполнения трубопровода в одноструйном исполнении со сбросом на рельеф излишков геотермальной воды, которые не использованы в системе горячего водоснабжения (в случае экологической допустимости такого шага), стоимость трубопровода будет в два

раза меньше, то есть 53 млн руб. Тогда простой срок окупаемости будет составлять $57700000 / (1368 \cdot 21200) = 2$ года [3].



Рис. 1. Внешний вид автоматизированного индивидуального теплового пункта

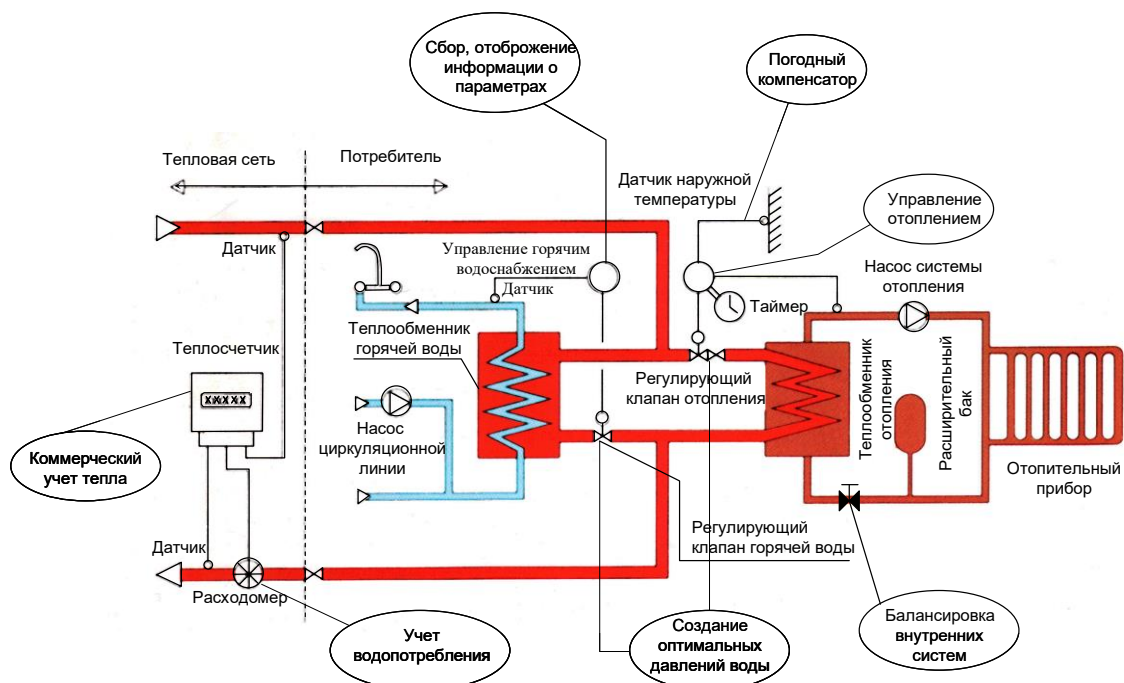


Рис. 2. Принципиальная схема и функции теплового пункта

Вторым же назначением развития направления геотермальной энергетики являются термальные минеральные воды бальнеологического и теплоэнергетического назначения в Слюдянском районе Иркутской области. Данное предложение актуально для инвесторов, приглашаемых с целью размещения средств в реализацию проекта по подготовке и использованию запасов природной термаль-

ной минеральной воды, пригодных для бальнеологического и теплоэнергетического назначения при теплоснабжении площадей жилого, лечебного и административного фонда [4].

Устойчивая производительность скважины с притоком термальной воды вне зависимости от внешних условий резко повышает рекреационно-потребительскую привлекательность имеющегося обустроенного стационарного объекта и обеспечивает его круглогодичное функционирование. Применение геотермального ресурса (бесплатного первичного тепла природной горячей воды) резко снижает потребление электроэнергии, расходуемой на горячее водоснабжение и теплоснабжение рекреационного объекта. Наличие термального водного ресурса, обладающего возможными эффективными лечебно-гигиеническими свойствами, создает перспективу расширения лечебно-рекреационной базы и преобразование существующего фонда в высоко рентабельное предприятие, обеспечивающее стабильные налоговые поступления [4].

Сумма затрат находится в пределах 21,4 млн руб. Продолжительность работ – 5 месяцев. Срок «окупаемости» проекта не превышает 4,5 лет.

В целом, если взять динамику за 2015–2016 гг., то мировая энергетика за этот период выросла на 171 т н.э., основные из них – на 27 млн т н.э., увеличилась энергия, вырабатываемая ГЭС, на 23 млн т н.э. – нефть, на 6 млн т н.э. – возобновляемые источники энергии, в том числе геотермальные электростанции, однако на 230 млн т н.э. уменьшилась выработка энергии из угля.

По соотношению видно, что экология в настоящее время играет преобладающую роль (использование ископаемого топлива сокращается, пример – уголь). Возобновляемые источники энергии могут вносить значительный вклад в смягчающие климат изменения. Однако дороговизна и непостоянство возобновляемых источников энергии является проблемой, а их развитие в большей мере стимулируется за счет государства [2].

Библиографический список

1. Геотермальная энергетика: мировые тенденции и российские перспективы // Cleandex [Электронный ресурс]. URL: http://www.cleandex.ru/articles/2016/05/20/geotherm_energy_world_tendency_russian_prospects (11.04.2018).
2. Суслов К.В., Конюхов В.Ю., Зими́на Т.И., Шамарова Н.А. Техничко-экономические аспекты применения возобновляемых источников энергии: монография. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014. 219 с.
3. Бадминов П.С., Жарков С.В., Оргильянов А.И., Крюкова И.Г., Ганчимэг Д. Перспективы использования Горячинского месторождения термальных вод (Республика Бурятия) для целей теплоснабжения // Приоритеты и особенности развития Байкальского региона: материалы V Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 350-летию добровольного вхождения Бурятии в состав Российского государства. Улан-Удэ, 2011. С. 83–85.
4. Вилор Н.В., Толстой М.Ю., Давыденко Ю.А., Паршин А.В., Будяк А.Е. Поиски и подготовка термальных минеральных вод бальнео-курортного и теплоэнергетического назначения в Слюдянском районе Иркутской области: инвестиционное предложение // Институт геохимии им. А.П. Виноградова [Электронный ресурс]. URL: www.igc.irk.ru/images/Innovation/images/prezent.ppt
5. Leslie Blodgett. Geothermal 101: Basics of Geothermal Energy // Geothermal Energy Association. 2014. P. 6–7.