

6. Organicheskie pishchevye produkty: [per. s angl.] // Vsemirnaya organizaciya zdavoohraneniya, Prodovol'stvennaya i sel'skohozyajstvennaya organizaciya OON. 2-e izd. M. : Ves' mir, 2006. 72 s.
7. Perspektivy territorial'no administrativnoj reform. URL: <http://doc22.ru/information/expert/2546>.
8. Haritonov S. A. Organicheskoe sel'skoe hozyajstvo i proizvodstvo ekologicheski chistyh produktov v Rossii // APK: ekonomika, upravlenie, 2011. № 8. S. 88–93.
9. El-HageScialabba N. E. & Hattam C. Organic agriculture, environment and food security. Environment and Natural Resources Service Development Department. The Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2002.
10. Northbourne L. Summer School and Conference on Bio-Dynamic Farming, 1940.

УДК 621.482 (571.150)

П. В. Пивень

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия.
E-mail: piven@mc.asu.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы развития геотермальной энергетики в Алтайском крае. Обосновывается строительство гидротермальных и петротеплоэлектростанций, а также использование тепла грунтов, накопленного в период положительных среднесуточных температур, посредством геотермальных тепловых насосов, позволяющих не только отапливать помещения в холодное время года, но и охлаждать их в летний период. Сделаны выводы о предпочтительном использовании систем с изолированным теплоносителем, позволяющим избежать загрязнения окружающей среды, содержащихся в недрах Земли газов и минералов.

Ключевые слова: геотермальная энергия, петротермальные и гидротермальные ресурсы, тепловой насос.

THE PROSPECTS FOR USING GEOTHERMAL ENERGY IN ALTAI REGION

Abstract. The article discusses the prospects for the development of geothermal energy in the Altai Territory. The construction of hydrothermal and petrothermal power plants, as well as the use of soil heat accumulated during the period of positive average daily temperatures through geothermal heat pumps, which allow not only to heat the premises in the cold season, but also to cool them in the summer period, is justified. Conclusions are drawn about the preferred use of systems with an insulated coolant, which allows avoiding environmental pollution contained in the bowels of the Earth of gases and minerals.

Key words: geothermal energy, petrothermal and hydrothermal resources, heat pump.

Введение. Геотермальные ресурсы подразделяются на две основные группы: гидротермальные, из которых экономически целесообразно использовать лишь около 1% тепла, и петротермальные — тепло от горячих сухих горных пород с эксплуатационной возможностью до 99% [9]. В 2017 г. была утверждена программа «Развитие электроэнергетики Алтайского края на 2018–2022 годы», в которой отмечается возможность использования геотермальной энергии. Но в этой программе не обозначены технические и финансовые показатели [11]. В связи с этим возникает вопрос о возможности реализации таких планов.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования является оценка перспектив использования геотермальных ресурсов на территории Алтайского края. В работе использованы картографический анализ и сравнительно-географический метод.

Результаты и их обсуждение. Наибольшую известность в Алтайском крае получили Белокурихинские источники радоновых вод, расположенные в долине р. Большая Белокуриха. Эти источники представляют собой трещинные воды Белокурихинского гранитного массива. Они обладают относительно высокими температурными показателями — более 50 °С в районе устьевой части Татарского лога, где известны на глубине около 1000 м. В районе города-курорта Белокуриха температура источников значительно ниже — около 37 °С, где они от-

носятся к сульфатно-гидрокарбонатно-натриевым радоновым слабощелочным водам с минерализацией 0,3 г/л и с содержанием кремнекислоты до 58 мг/л. Кроме этого в них присутствуют соединения фтора, железа, никеля, хрома, титана, бора.

Схожи с Белокурихинскими Черновские источники термальных радоновых вод, приуроченные к долине р. Черновой (приток р. Песчаной). Они имеют температуру около 35 °С. Другие показатели близки к водам Белокурихинского месторождения. Аналогичны Белокурихинским и Искровские источники, находящиеся в долине р. Большая Сычевка (приток р. Песчаной). Их температура может варьироваться от 25 до 35 °С. Каменские источники представлены выходами минеральных гидрокарбонатно-кальциевых радоновых слабощелочных вод, с минерализацией 0,26 г/л, с содержанием кремнекислот до 49 мг/л, имеющих температуру около 16 °С в районе г. Камня-на-Оби. Имеется незначительное Калманское проявление термальных радоновых вод. Их выходы обнаруживаются в долине р. Калманка (приток р. Чарыш), а также в Березовом и Висячем логах. Температура этих вод 7–8 °С [1, 2, 6].

В качестве аналогов таких месторождений можно рассматривать источник Ганцмод, находящийся в районе монгольского г. Цэцэрлэг. Его температурные показатели равны 4 °С. Как и в Алтайском крае, эти воды близки по химическому составу. Для освоения геотермальных ресурсов данного месторождения предлагается пробурить скважину глубиной 50–100 м до уровня воды с более высокой температурой. По мнению ученых, этот источник находится в пределах городской черты, и потому данный проект экономически целесообразен, так как не требует прокладки трубопровода, по которому возможна потеря тепла [10]. Подобный проект имеется и для обеспечения теплом санкурорта Горячинск, находящегося в Республике Бурятия [8].

В Алтайском крае по этим же показателям подходит термальный источник в районе города-курорта Белокуриха. Аналогичные проекты можно было бы предложить и для г. Камня-на-Оби, с. Черновое, Большая Сычевка и Калманка [6]. Для других населенных пунктов, где нет термальных источников, возможно использование петротермальных ресурсов и создание петротеплоэлектростанций. Но, к сожалению, применяемое в настоящее время бурение глубоких скважин с экономической и технической точек зрения нецелесообразно, а предлагаемые новые технологии [4] слишком дорогостоящие.

Но учитывая то, что Алтайские горы имеют геотермическую ступень 33,3–50 м/°С и температурный градиент 2,0–3,0 °С/100 м [5], возможно применение тепловых насосов, заглубленных ниже слоя постоянных го-

довых температур, с учетом того, что промерзание почвогрунтов в Алтайском крае отмечается в среднем до глубины 50–80 см, а на бесснежных участках степи до 2,0–2,5 м [9].

Проведенные исследования по отопительному сезону 2015–2016 гг. теплонасосной системы теплоснабжения с вертикальными грунтовыми теплообменниками, имеющей компрессор и насос для циркуляции теплоносителя в грунте, выполняющего функцию теплообменника, показали, что данная теплонасосная система обладает коэффициентом преобразования 3,2, и это с учетом затрат электроэнергии на функционирование системы [13]. В целом же потенциальная энергия, которую можно было бы получать из слоев грунта, находящихся ниже слоя постоянных годовых температур, для сельских населенных пунктов Алтайского края составляет около 400 тыс. т условного топлива в год [12]. Если принять во внимание глубину скважины под тепловой насос в 200 м с учетом природно-климатических условий Алтайского края, то бурение обойдется от 200 до 300 тыс. рублей.

Но пока в Алтайском крае подобные технологии не получили большого распространения. В качестве пилотного проекта использования геотермального контура для отопления была выбрана лишь школа № 93 (с. Лебяжье). Используемый здесь тепловой насос позволяет поддерживать температуру 22 °С в помещениях в зимний период. Дополнительный тепловой насос, находящийся на кухне, обеспечивал горячую воду [3].

Выводы. Таким образом, перспективы использования геотермальной энергии в Алтайском крае весьма ограничены. Возможно лишь использование термальных источников, расположенных в районе города-курорта Белокуриха, г. Камня-на-Оби, с. Черновое, Большая Сычевка и Калманка. Для частных домов, а также зданий школ, торговых центров и других объектов наиболее экономически целесообразным будет являться использование тепловых насосов. Использование геотермальной энергии может значительно повысить экономическую и экологическую безопасность Алтайского края и отчасти решить проблему его энергетической зависимости от поставок топлива из других субъектов Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артамонова В. В., Баталин Ю. В., Покровский Д. С. Минеральные и промышленные воды, лечебные грязи // Гидрогеология СССР. Т. XVII. Кемеровская область, Алтайский край. М. : Недра, 1972. 400 с.

2. Барышников Г. Я., Елисеев В. А. Термальные лечебные воды кремнистого состава Алтай-Саянской горной страны // Изв. Алт. гос. ун-та, 2009. № 3. С. 41–47.

3. В Алтайском крае в школе используют альтернативный источник тепла. URL: https://www.altairegion22.ru/region_news/v-altaiskom-krae-v-shkole-ispolzuyut-alternativnyi-istochnik-tepla_641094.html (дата обращения: 6.03.2020).

4. Гнатусь Н. А., Хуторской М. Д. Перспективы извлечения и использования тепла «сухих горных пород» — петротермальная энергетика России // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2010. № 4. С. 29–40.

5. Елманова Н. М. Белокурихинское месторождение азотных радоновых терм // Вопросы гидрогеологии минеральных вод. М. : Недра, 1977. 400 с.

6. Ильин И. Н. Результаты поисков термальных радоновых вод в районе Белокурихи // Отчет Центральной экспедиции № 56 о результатах договорных работ с объединением «Белокуриха» за 1989 г. Новосибирск, 1989. 70 с.

7. Краткая информация об Алтайском крае. URL: <https://www.altairegion22.ru/territory/info/> (дата обращения: 6.03.2020).

8. Мороз М. В., Толстой М. Ю., Вилор Н. В. Вариант конструкции первой в Восточной Сибири геотермальной станции для теплоснабжения курорта «Горячинск» (Бурятия) // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. 2011. № 9. С. 162–168.

9. Справочное руководство гидрогеолога / под ред. В. М. Максимова. Л. : Недра, 1979. Т. 1. 512 с.

10. Стенников В. А., Жарков С. В., Соколов П. А. Исследование эффективности геотермального теплоснабжения на примере г. Цэцэрлэг // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. 2012. № 10. С. 245–252.

11. Об утверждении схемы и программы «Развитие электроэнергетики Алтайского края на 2018–2022 гг.»: указ губернатора Алтайского края от 28.04.2017 № 43. URL: https://www.altairegion22.ru/upload/iblock/3c9/43_28.04.2017 (дата обращения: 6.03.2020).

12. Федянин В. Я., Мещяриков В. А. Инновационные технологии для повышения эффективности алтайской энергетики. Барнаул : Изд-во ААЭП, 2010. 192 с.

13. Федянин В. Я., Шарипов Н. Б. Исследование эффективности извлечения возобновляемого тепла с помощью вертикального теплообменника // Ползуновский вестник. 2015. № 3. С. 151–155.

REFERENCES

1. Artamonova V. V., Batalin Y. V., Pokrovskij D. S. Mineral'nye i promyshlennye vody, lechebnye gryazi // *Gidrogeologiya SSSR*. T. XVII. Kemerovskaya oblast', Altajskij kraj. M. : Nedra, 1972. 400 s.
2. Baryshnikov G. Ya., Eliseev V. A. Termal'nye lechebnye vody kremnistogo sostava Altae-Sayanskoj gornoj strany // *Izv. Alt. gos. un-ta*, 2009. № 3. S. 41–47.
3. V Altajskom krae v shkole ispol'zuyut al'ternativnyj istochnik tepla. URL: https://www.altairegion22.ru/region_news/v-altajskom-krae-v-shkole-ispolzuyut-alternativnyi-istochnik-tepla_641094.html (data obrashcheniya: 6.03.2020).
4. Gnatus' N. A., Hutorskoj M. D. Perspektivy izvlecheniya i ispol'zovaniya tepla "suhih gornyh porod" — petrotermal'naya energetika Rossii // *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov*. Ser.: *Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2010. № 4. S. 29–40.
5. Elmanova N. M. Belokurihinskoe mestorozhdenie azotnyh radonovyh term // *Voprosy gidrogeologii mineral'nyh vod*. M. : Nedra, 1977. 400 s.
6. Il'in I. N. Rezul'taty poiskov termal'nyh radonovyh vod v rajone Belokurihi // *Otchet Central'noj ekspedicii № 56 o rezul'tatah dogovornyh rabot s ob'edineniem "Belokuriha" za 1989 g.* Novosibirsk, 1989. 70 s.
7. Kratkaya informaciya ob Altajskom krae. URL: <https://www.altairegion22.ru/territory/info/> (data obrashcheniya: 6.03.2020).
8. Moroz M. V., Tolstoj M. Ya., Vilor N. V. Variant konstrukcii pervoj v Vostochnoj Sibiri geotermal'noj stancii dlya teplosnabzheniya kurorta "Goryachinsk" (Buryatiya) // *Vestn. Irkut. gos. tekhn. un-ta*. 2011. № 9. S. 162–168.
9. Spravochnoe rukovodstvo gidrogeologa / pod red. V. M. Maksimova. L. : Nedra, 1979. T. 1. 512 s.
10. Stennikov V. A., Zharkov S. V., Sokolov P. A. Issledovanie effektivnosti geotermal'nogo teplosnabzheniya na primere g. Cecerleg // *Vestn. Irkut. gos. tekhn. un-ta*. 2012. № 10. C. 245–252.
11. Ob utverzhdenii skhemy i programmy "Razvitie elektroenergetiki Altajskogo kraja na 2018–2022 gg.": ukaz Gubernatora Altajskogo kraja ot 28.04.2017 № 43. URL: https://www.altairegion22.ru/upload/iblock/3c9/43_28.04.2017. (data obrashcheniya: 6.03.2020).
12. Fedyanin V. Ya., Meshchyarikov V. A. Innovacionnye tekhnologii dlya povysheniya effektivnosti altajskoj energetiki. Barnaul : Izd-vo AAEP, 2010. 192 s.
13. Fedyanin V. Ya., Sharipov N. B. Issledovanie effektivnosti izvlecheniya vozobnovlyaemogo tepla s pomoshch'yu vertikal'nogo teploobmennika // *Polzunovskij vestnik*. 2015. № 3. S. 151–155.