

— ГЕОЭКОЛОГИЯ —

DOI 10.25587/SVFU.2020.19.3.009

УДК556.31

Л.С. Гацаева¹, З.Х. Гайтукиева², С.С-А. Гацаева³

¹Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, г. Грозный, Россия

²Ингушский государственный университет, г. Магас, Россия

³Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Аннотация. Статья посвящена истории геотермальных исследований в мире. Освещаются проблемы освоения одного из самого распространенного возобновляемого источника энергии – геотермального ресурса, запасы которого в 35 млрд. раз превышают годовое мировое потребление энергии, а тепловая энергия земной коры до глубины 10 км может дать количество энергии, в 500 раз превышающее все мировые запасы нефти и газа. Известно, что многие естественные термальные источники действуют непрерывно на протяжении истории человеческого общества и даже в течение геологического времени. Если в древности человек ограничивался сбором самоизливающихся на земную поверхность источников природных теплоносителей без какого-либо изменения условий функционирования природных гидрогеологических систем, то сегодня человечество шагнуло далеко вперед в плане практического использования геотермального флюида в различных отраслях экономики. К началу 2005 г. установленная суммарная мощность ГеоТЭС 24 стран мира составляла 8910,7 МВт. Экономия УВ сырья ежегодно составляет более 46 млн. т., соответственно, сокращаются выбросы в атмосферу 46,6 млн. т. углерода и 148,2 млн. т. CO₂. По прогнозам в ближайшие десятилетия мощность ГеоТЭС мира может составить около 20 млн. кВт, а выработка электроэнергии – 120 млрд. кВт·ч.

Более детально рассматриваются перспективные по этому виду ресурса регионы России (Камчатка, Северный Кавказ, Крым и др.), где его использование может разрешить много противоречий в энергетической, социальной, экологической безопасности.

Ключевые слова: история, геотермальные ресурсы, теплоэнергетические воды, месторождение термальных вод, возобновляемые источники энергии, запасы, применение.

L.S. Gatsaeva¹, Z.H. Gaitukieva², S.C-A. Gatsaeva³

¹H.I.Ibrahimov Complex Scientific Research Institute, RAS, Grozny, Russia

²Ingush State University, Magas

³M.D. Millionshchikov Grozny State Petroleum Technical University, Grozny, Russia

GEOTHERMAL ENERGY: YESTERDAY, TODAY, TOMORROW

Abstract. The article is devoted to the history of geothermal research in the world. The problems of the development of one of the most common renewable energy sources – the geothermal resource, whose reserves are 35 billion times higher than the annual global energy consumption, and the thermal energy of the earth's crust to a

ГАЦАЕВА Лиана Саидовна – н.с. КНИИ им. Х.И. Ибрагимова РАН. E-mail: gls69@yandex.ru

GATSAEVA Liana Saidovna – Researcher, H.I.Ibrahimov Complex Scientific Research Institute, RAS. E-mail: gls69@yandex.ru

ГАЙТУКИЕВА Зарета Хазировна – к.ф.-м.н., доцент Ингушского государственного университета. E-mail: zareta.amatxanova@mail.ru

ГАЙТУКИЕВА Зарита Хазировна – Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor, Ingush State University. E-mail: zareta.amatxanova@mail.ru

ГАЦАЕВА Света Саид-Алиевна – ст. преп. Грозненского государственного нефтяного технического университета им. М.Д. Миллионщикова. E-mail: sveta_gacaeva@mail.ru

GATSAEVA Sveta Said-Alievna – Senior Lecturer, M.D. Millionshchikov Grozny State Petroleum Technical University. E-mail: sveta_gacaeva@mail.ru

depth of 10 km can provide an amount of energy that is 500 times higher than all world oil reserves and highlights gas. It is known that many natural thermal springs act continuously throughout the history of human society and even during geological time. If in ancient times, man was limited to collecting sources of natural coolants self-draining onto the earth's surface without any change in the functioning conditions of natural hydrogeological systems, today mankind has stepped far forward in terms of the practical use of geothermal fluid in various sectors of the economy. By the beginning of 2005, the installed total capacity of Geo-TPPs in 24 countries amounted to 8910.7 MW. Savings in HC raw materials annually amount to more than 46 million tons, respectively, emissions of 46.6 million tons of carbon and 148.2 million tons of CO₂ are reduced. According to forecasts, in the coming decades the capacity of the Geo-TPP of the world can reach about 20 million kW, and electricity generation – 120 billion kW • h.

The regions of Russia that are promising for this type of resource are examined in more detail (Kamchatka, North Caucasus, Crimea, etc.), where its use can resolve many contradictions in energy, social, and environmental safety.

Keywords: history, geothermal resources, heat energy waters, thermal water deposit, renewable energy sources, reserves, application.

Введение

После энергетического кризиса 70-ых годов XX столетия в мире начинает возрастать интерес к нетрадиционным возобновляемым источникам энергии (НВИЭ). Одним из перспективных являются геотермальные ресурсы, под которыми понимаются подземные флюиды, пригодные для получения тепла и энергии. Их запасы в 35 млрд. раз превышает годовое мировое потребление энергии, а тепловая энергия земной коры до глубины 10 км может дать количество энергии, в 500 раз превышающее все мировые запасы нефти и газа, и это всего лишь 1 % геотермальной энергии [8]. Есть преимущества геотермальных ресурсов перед другими ВИЭ: возобновляемость, количество, простота аккумуляции, не зависит от колебаний температуры, экологическая чистота и др. Кроме того, расположение территории России в северных широтах далеко не везде способствует использованию солнечной энергии или ветрогенераторов. А с учетом того, что имеются разведанные месторождения, есть большой фонд бездействующих скважин, то у геознергетики весьма хорошие перспективы.

Геотермальная энергетика: от древности до наших дней

Известно, что многие естественные термальные источники действуют непрерывно на протяжении истории человеческого общества и даже в течение геологического времени. В древности человек ограничивался сбором самоизливающихся на земную поверхность источников природных теплоносителей, использованием термальных озер, созданием простейших устройств по выводу подземных вод на дневную поверхность без какого-либо изменения условий функционирования природных гидрогеологических систем. Первые научные обоснования проявлений геотермальной энергии уходят в Древнюю Грецию (приблизительно XXV веков назад) и связаны с Гераклитом, Геродотом, Гиппократом, Аристотелем и др., но от собирания природных теплоносителей к их добыче человек перешел более 200 лет назад, когда была пробурена первая геотермальная скважина (1828 г., Лардерелло, Италия). Обнаруженные остатки ванн, посуды и других археологических находок в разных уголках мира (Россия (Камчатка), Грузия, Армения, Иран, Новая Зеландия) свидетельствуют о том, что люди использовали парогидротермы для приготовления пищи, бытовых и целебных нужд еще в бронзовом веке (приблизительно 40 тысяч лет назад).

Пионером практического использования термальных вод считается Италия. Из химических соединений, выносимых на поверхность горячими источниками, производился лак, которым этруски покрывали глиняные изделия (такие находки обнаружены в г. Вольтере, Италия). Впоследствии из естественных горячих источников научились производить квасцы, купорос, серу, которые использовались для окрашивания шерсти. Опыт римлян по использованию геотермальных теплоносителей для лечебных целей, отопления и бытовых нужд (термы и акведуки Караколлы, Римские бани), распространился на многие завоёванные ими районы Европы и Азии и сохранился как наследие римской культуры после распада огромной империи [4].

Использование геотермальных источников в бальнеологических целях получило некоторое развитие в средние века. Об этом свидетельствуют работы Дж. Савонаролы (1452-1498), Агриколы (1494-1555), Г.Фаллопия (ок. 1523-1562), в которых был обобщен опыт геотермаль-

ного отопления и технологии получения солей из парогидротерм и сделаны попытки определить химический состав минеральных вод. В дальнейшем интерес к природе и использованию тепловой энергии недр возрастает в XVIII-XIX веках с появлением «контракционной» гипотезы Эли де Бомона о происхождении Земли в результате постепенного остывания и сжатия первоначально горячего (огненно-жидкого) вещества и ее подтверждения в наблюдаемом росте температуры горных пород с глубиной.

Большой вклад в развитии геотермии внесли экспедиции С.П. Крашенинникова на Камчатку (1737-1741 гг.), И.Г. Гмелина и А.Ф. Миддендорфа в северные и восточные районы Сибири (1733-1735 гг.), по результатам которых М. Ломоносовым (1745 г.) была доказана закономерность роста температуры с углублением в недра, что было подтверждено более поздними работами А. Курфера (1826 г.) и А. Гумбольдта (1828-1829 гг.). Ими была выведена средняя величина геотермального градиента (3°C на 100 м), что неоспоримо и сегодня [4].

Как было отмечено выше, пионером по использованию геотермальных ресурсов в промышленном производстве является Италия, когда за ее пределами в ту пору (начало XIX в.) развитие получило лишь бальнеологическое использование термальных вод (Карловы Вары, Северный Кавказ). Большим прорывом в геотермальной энергетике явились попытки по использованию природного пара для получения механической энергии (Ф. Райян, П. Конти). В 1913 г. П. Конти удалось эксперимент, в котором он, направив подземный пар в небольшой паровой двигатель, запустил турбину на 200 кВт. Она приводила в действие генератор напряженностью 4000В и частотой 50 Гц. Высокая надежность и экономичность работы установки послужили основанием для установки более мощных турбогенераторов и уже в 1914 г. в Лардерелло была сооружена электростанция с тремя турбогенераторами мощностью по 2750 кВт каждый.

Вслед за Италией геотермальное производство развернулось в Исландии. В 1930 г. здесь была построена первая геотермальная система теплоснабжения и уже в 1974 г. более 98 % жилых зданий столицы с 85 тыс. жителями были подключены к централизованной системе теплоснабжения. В начале 50-ых гг. геотермальное производство получило развитие в США, Японии, Мексике и др. Наиболее успешно геотермальные воды стали использовать для теплоснабжения объектов ЖКХ, на фермах и опытных сельскохозяйственных станциях для выращивания различных фруктов и овощей, в разведении рыбы, для производства серы и т.д.

Развитие геотермальной энергетике в СССР

Еще до пуска первой промышленной ГеоТЭС в Италии наш соотечественник К. Циолковский высказал мысль о возможности длительного извлечения огромных ресурсов геотермальной энергии горячих пород за счет их теплообмена с холодной водой. В 1920 г. В. Обручев дает подробное описание геотермальной циркуляционной системе (ГЦС) извлечения тепла горячих пород, которое получило развитие уже в наши дни. Например, опыт использования ГЦС – технологий есть во Франции, России (ЧИАССР), США и т.д. Исследования термоминеральных источников Северного Кавказа, начатые ещё в XIX в., послужили основанием для создания в этом районе бальнеологических курортов и началом использования их в небольших масштабах в теплоснабжении санаторных корпусов. Еще в 1947 г. в Дагестане из разведочных нефтяных скважин были получены фонтаны горячей воды, которые нашли применение в теплоснабжении г. Махачкалы.

История геотермальных исследований на Камчатке началась с 1948 года, когда А. Гайваронский обратился к И. Сталину с предложением о развитии геотермии в этом районе. В 1954 г. сюда направили экспедицию лаборатории Института вулканологии СССР. В 1956 г. здесь были пробурены первые две разведочные скважины. В это время в Москве создаются лаборатория гидрогеологических проблем им. С. Саваренского (Ф. Макаренко), лаборатория геотермии Института физики Земли (И. Дергунов), лаборатория гидрогеологических и геотермических исследований Института геологии Дагестанского филиала АН СССР в Махачкале (С. Джамалов). В 1956 г. в Москве состоялось I Всесоюзное совещание по геотермии, на котором были рассмотрены результаты первых исследований. В 1961 г. Академией наук СССР для координации исследований была организована Комиссия по гидрогеологии и геотермии (в 1964 г. преобразована в Научный совет по геотермальным исследованиям во главе с академиком А. Тихоновым). В 1963 г. Правительство СССР принимает постановление «О развитии

работ по использованию в народном хозяйстве глубинного тепла Земли». Этим постановлением обязанность освоения тепловой энергии недр была возложена на Министерство газовой промышленности СССР.

В 1964 г. в Москве состоялось II Всесоюзное совещание по геотермии, а уже в 1969 г. на III Всесоюзном совещании в Махачкале отмечалось, что геотермальным теплоснабжением в семи городах СССР охвачено 50 тыс. человек, 100 промпредприятий и 15 га теплиц. В этот период геотермальными исследованиями в нашей стране занимались 64 организаций [2, 4].

С созданием в 1966 г. Кавказского и Камчатского управлений по использованию тепла Земли освоение тепла Земли в СССР приобретает промышленный характер. Самое привлекательное направление в геотермальной энергетике – это выработка электроэнергии. В 1967 г. на Паратунском месторождении (Камчатка) была создана первая в нашей стране опытно-промышленная геотермальная электростанция мощностью около 500 кВт. До сих пор эта станция дает самую дешевую электроэнергию на Камчатке. В условиях экономического кризиса при стремительном росте цен на энергоносители, выяснилось, что самая дорогая электроэнергия в России – это камчатская (стоимость 1 кВт.ч – 28-30 центов, для сравнения: мировая цена – 6 центов, в среднем по России – 1,5–3 цента). И на сегодняшний день энергопотребность Камчатки до 25 % от общего потребления обеспечивается за счет геотермальных теплоносителей. Существующие все три геотермальные электростанции на Камчатке (Мутновская, Верхне-Мутновская, Паужетская), имеют суммарный электропотенциал, оцениваемый в 1 ГВт рабочей электрической мощности, однако реализован только 76,5 МВт установленной мощности и около 470 млн. кВт/час годовой выработки (на 2015 г.) [2, 4].

В 70-е гг. во ВСЕГИНГЕО под руководством Б.Ф. Маврицкого были проведены исследования по оценке возможного вклада геотермальных теплоносителей в энергетику страны. При этом учитывались геотермальные теплоносители (пар и вода) с температурой 35°C, минерализацией 35 г/л в коллекторах глубиной до 3500 м. Расчеты показали, что полное освоение прогнозных ресурсов могло бы заменить до 30-40 млн. т. топлива в год (а это приблизительно 2 % от общей добычи УВ сырья в СССР на тот момент). Последний фактор явился в какой-то степени сдерживающим для дальнейшего развития работ по изучению геотермальных теплоносителей в нашей стране.

Большое значение в развитии геотермальных исследований в СССР имела организованная в 1970 г. при ЛГИ Проблемная научно-исследовательская лаборатория горной теплофизики (Ю. Дядькин), которая разрабатывала вопросы использования тепла сухих горных пород (петрогеотермия). Больших успехов в этом направлении достиг его преемник Э. Богуславский. В 2018 г. он выпустил монографию «Освоение тепловой энергии недр», в которой рассматриваются все проблемы геотермального производства: от математического моделирования процессов теплообмена в горных породах до экономики геотермального теплоснабжения. Большой вклад в развитие геотермии СССР также внесла киевская геотермальная школа, основанная д.т.н. О. Кремневым, которая занималась вопросами создания петрогеотермальных систем в пористых породах, геотермальных циркуляционных систем, технико-экономической оценкой создания систем геотермального теплоснабжения и т.д. [2]. В настоящее время главным специалистом геотермии Украины является д.т.н. Ю. Морозов, который в своей последней работе «Добыча геотермальных ресурсов и аккумуляция теплоты в подземных горизонтах» (2017 г.) обобщил весь опыт работы киевской геотермальной школы.

Ведущими специалистами СССР по геотермальному теплоснабжению были: Б. Локшин, А. Ивянский, В. Красиков. Под руководством последнего были разработаны проекты геотермального теплоснабжения г. Усть-Лабинск и п. Розовый Краснодарского края.

Развитие геотермальной энергетики в России

С распадом СССР начинается сильное отставание России в мире в плане использования геотермальных ресурсов, так как были упразднены или перестали функционировать многие научно-производственные объединения и ведомства, занимающиеся этими проблемами. Интерес к ВИЭ стал возрождаться на рубеже столетий в связи с энергетическим и экологическим кризисами. Появились ряд документов, призванных стимулировать государства к решению экологических проблем (Киотский протокол, Энергетическая стратегия и т.д.).

Большой вклад в развитии геотермии России внесли д.т.н., профессор О. Поваров, под руководством которого разрабатывались новые геотермальные турбины, сепараторы и другое оборудование для самой мощной в России Мутновской ГеоТЭС мощностью 50 МВт. Его ученики Г. Томаров, А. Никольский, В. Семёнов, А. Щипков также внесли большую лепту в развитие российской геотермии. В 2003 г. впервые в России творческому коллективу во главе с О. Поваровым была присуждена Государственная премия РФ «За фундаментальные исследования в области геотермальной энергетики и создание на их основе ГеоЭС».

На сегодняшний день российская геотермия сталкивается со следующими проблемами: ни в одном регионе России реализованные геотермальные проекты не доведены до стадии тиражирования, а сама отрасль с инжиниринговой точки зрения характеризуется отсутствием квалифицированных кадров, нормативно-правового и научно-технического сопровождения.

В ТЭБ ряда стран геотермальные технологии становятся доминирующими, и доля их в мировом ТЭБ неуклонно растет. За период с 2000 по 2010 г. количество стран, использующих геотермальную энергию, увеличилось с 58 до 78.

К началу 2005 г. установленная суммарная мощность ГеоТЭС 24 стран мира составляла 8910,7 МВт и распределялась следующим образом: США – 2544, Филиппины – 1931, Мексика – 953, Индонезия – 797, Италия – 790, Япония – 535, Новая Зеландия – 435, Исландия – 202, Коста-Рика – 163, Сальвадор – 151, Кения – 127, Россия – 79, Никарагуа – 77, Гватемала – 33, Китай – 28, Турция – 20, Португалия – 16, Франция – 15, Эфиопия – 7, Папуа-Новая Гвинея – 6, Австрия – 1, Таиланд – 0,3, Австралия – 0,2, Германия – 0,2 [1, 8]. Экономия УВ сырья ежегодно составляет более 46 млн.т., соответственно, сокращаются выбросы в атмосферу 46,6 млн.т. углерода и 148,2 млн. т.СО₂. По прогнозам в ближайшие десятилетия мощность ГеоТЭС мира может составить около 20 млн. кВт, а выработка электроэнергии – 120 млрд. кВт·ч. К сожалению, при огромном потенциале геотермальных ресурсов Россия не является лидером по его использованию. На 2010 г. в 11 регионах России (республики Дагестан, Чеченская, Адыгея, Карачаево-Черкесская, Кабардино-Балкарская, Краснодарский и Ставропольский края, Камчатский край, Чукотский АО, Сахалинская и Магаданская области) было разведано 66 геотермальных месторождений с температурами на устьях скважин от 40 до 300 °С с эксплуатационными запасами 315,23 тыс. м³/сут. при добыче 52,6 тыс. м³/сут. Установленная тепловая мощность российских геотермальных систем теплоснабжения составляет 310 МВт с выработкой тепловой энергии 170 ГВт·ч/год. Геотермальные ресурсы могут составить до 10 % в общем балансе теплоснабжения России, а в наиболее перспективных районах для освоения геотермальной энергии (Камчатка, Западная Сибирь, Северный Кавказ) и до 50-95 % от общего потребления энергии [2, 3, 5, 7].

Перспективы российской геотермальной энергетики связаны по большей части с районами современного вулканизма. На Курильских островах реализуется проект Океанской ГеоТЭС мощностью 34,5 МВт и годовой выработкой 107 млн. кВт·ч. Если сейчас тепло- и электроснабжение населенных пунктов Курил осуществляется с помощью дизельных электростанций (ДЭС) и угольных котельных, то запасы высокопотенциальных геотермальных источников позволят быстро решить эту проблему, причем без масштабных капиталовложений. Здесь уже израсходовано около 75-80 млрд. руб. в текущих ценах на разведку и НИОКР по созданию ГеоТЭС. На о. Кунашир действует ГеоЭС мощностью 2,6 МВт (в проекте несколько ГеоЭС суммарной мощностью 12-17 МВт) [4].

По разведанным запасам и добыче геотермального флюида в России лидирует Республика Дагестан, на территории которой сосредоточено 12 месторождений с запасами 86,2 тыс. м³/сут., и более 130 скважин (пробурено или восстановлено из ликвидированного нефтяного фонда). С 60-ых годов прошлого столетия успешно работают системы теплоснабжения городов Махачкала, Кизляр, Избербаш и других населённых пунктов. Добыто более 200 млн. м³ термальной воды, реализовано более 10 млн. Гкал тепловой энергии, сэкономлено более 2 млн. т.у.т. [1, 8]. Эксплуатируются в основном четыре геотермальных месторождения: Махачкала-Тернаирское (48 скважин); Кизлярское (17 скважин); Избербашское (16 скважин); Каякенткое (4 скважины). Самые глубокие в мире [3] геотермальные скважины (5500 м) были пробурены здесь на Тарумовском месторождении [8], на глубине 5500 м температура составляет 198°С,

на устье скважин – 170°C. Дебиты пароводяной смеси до 7000 м³/сут. при давлении на устье 7 МПа. В каждом кубометре воды содержится до 4,5 м³ газа. Общая минерализация – до 200 г/л. При преобладании ионов хлора и натрия эти воды характеризуются высоким содержанием лития, рубидия, цезия, йода, брома, стронция [1, 8].

В Дагестане накоплен большой опыт по использованию геотермального теплоносителя. Институт проблем геотермии ДНЦ РАН является единственным институтом в Российской академии наук, занимающимся проблемами освоения геотермальной энергии. Труды дагестанских специалистов по геотермии (более 40 монографий) [7-8] охватывают все аспекты геотермального производства. Следует также отметить, что впервые в отечественной практике в конце 80-ых гг. здесь на Кизлярском и Тернаирском месторождениях была разработана и апробирована геотермальная самоциркуляционная система, по которой реинжекция воды происходит за счёт термолифта – термопресса (разности плотностей геотермальной воды) [1].

На территории ЧР сосредоточено 14 месторождений термальных вод, разведанные выводимые запасы которых составляют 64,68 тыс. м³/сутки. До 90-ых гг. XX столетия в окрестностях г. Грозный термальными водами отапливалась теплица с площадью более 10 га и их добыча в целом составляла около 7,5-8,8 млн. м³ [5-7]. Однако в силу известных событий на территории республики система геотермального теплоснабжения была разрушена и добыча была сведена на «нет», да и в послевоенный период не набрала былых оборотов. В настоящее время возобновились работы по изучению и использованию геотермального флюида. В 2011 г. сотрудниками КНИИ РАН под руководством д.ф.-м.н., профессора И.А. Керимова была разработана Программа развития энергетики Чеченской Республики на 2011-2030 гг., в которой были определены технические решения и индикативные показатели использования геотермальных вод на период до 2030 г., дана оценка эффективности инвестиций в развитие геотермального производства данного региона [7]. С 2013 г. компанией РСФ АРЕН-Стройцентр при участии НОЦ «Геоэкология и геотермальная энергетика» ГГНТУ реализуется проект по созданию опытно-промышленной геотермальной станции с ГЦС отбора геотермального тепла на базе Ханкальского месторождения термальных вод (ХМТВ), которое является самым перспективным из всех месторождений термальных вод ЧР. Для него характерны высокие энергетические характеристики, низкая минерализация, хорошая приёмистость пластов, большой фонд бездействующих скважин. Именно здесь в 1981 году впервые в СССР были выполнены экспериментальные работы по реинжекции. При этом геотермальная вода из пяти продуктивных скважин с температурой 90-95 °С после охлаждения в теплицах до 35-45 °С закачивалась в четыре скважины обратно в тот же XIII пласт [2, 6].

В 2015 году на ХМТВ для теплоснабжения теплиц с площадью 3 га была построена геотермальная система теплоснабжения мощностью 8,7 МВт с реинжекцией отработанного теплоносителя (рис.) [6].



Рисунок – Геотермальная станция Ханкальского месторождения [6]

В настоящее время проект на ХМТВ успешно реализуется, чему способствовало математическое моделирование разработки месторождения, оптимальное проектирование скважин, обустройство месторождения и центрального геотермального теплового пункта. На расстоянии 10 м от устья добычной скважины методом наклонного бурения на глубину около 1000 м пробурена реинжекционная скважина, приемистость которой составила без насоса 15-22 м³/ч, при работе насоса – 201 м³/ч. А расстояние между забоями дуплета скважин равно 500 м [6]. Такое технологическое решение должно обеспечить высокую эффективность геотермального производства.

Лидером по добыче и использованию геотермальных теплоносителей также является Краснодарский край, где разведано 16 геотермальных месторождений, пробурено более 70 скважин глубиной 1700–2900 м с температурой 75-120 °С и дебитом 500-4000 м³/сут. Расчётная тепловая мощность данных месторождений – 238 МВт с возможной выработкой тепловой энергии 834 МВт·ч/год и замещением органического топлива в размере 103 тыс. т.у.т. [2].

Из 16 месторождений в настоящее время эксплуатируется 12, из них по 5 месторождениям утверждены запасы 27,75 тыс. м³/сут. Наиболее крупными из них являются: Мостовское; Вознесенское и Южно-Вознесенское. Минерализация вод не превышает 2 г/л и по основным показателям соответствует стандарту питьевого водоснабжения. К началу 2000 гг. годовая добыча геотермальной воды в Краснодарском крае достигла 10 млн. м³ и в основном предназначалась для отопления жилого фонда 7 населенных пунктов и 30 га ТПК. Примером комплексной утилизации геотермального теплотенциала является Мостовская система, в которой вода вначале поступала на отопление зданий, на следующем этапе – в теплицы для выращивания помидор, а затем уже охлаждённой – лимонов. После охлаждения до 30 °С вода поступала в рыборазводные пруды. Теплоснабжение жилых и социальных объектов п. Мостовское обеспечивалось от 3 геотермальных скважин с температурой 75 °С и дебитами на устье 1500 м³/сут. Сейчас геотермальная энергетика Краснодарского края получила новый импульс развития. В соответствии с Программой энергосбережения Краснодарского края были разработаны технико-экономические обоснования геотермального энергосбережения городов Лабинск, Усть-Лабинск, Горячий Ключ, Апшеронск, Анапа, посёлков Мостовское и Розовое [2].

Еще одним привлекательным регионом по запасам геотермальных ресурсов является Крымский полуостров, ресурсы которых оцениваются в 775 тыс. т.у.т. в год при выработке тепловой энергии 9011 млн кВт·ч/год [2]. С 1970-х гг. здесь пробурено 26 геотермальных скважин и построено 12 ГЦС с суточным дебитом каждой скважины от 670 до 4925 м³ с температурой 60-87°С, при глубине скважин от 1000 до 2300 м. Использование геотермальных вод в данном регионе становится еще актуальнее на фоне проблем нехватки водных ресурсов в целом по региону.

Заключение

Россия обладает большим геотермальным потенциалом, который при его комплексном использовании представляет большую ценность для современного хозяйства. Но на сегодняшний день использование термальных вод сводится в основном к теплоснабжению, ГВС, бальнеологии. Более глубокая утилизация геотермального потенциала требует разработку и внедрение оптимальных технологий, способных минимизировать любой риск, возникающий при эксплуатации геотермальных месторождений. С самого первого дня освоения геотермальных теплоносителей нужно учитывать все положительные и отрицательные последствия для природы и хозяйства, и с этой целью нужно проводить детальные и заблаговременные исследования для проектирования и обоснования хозяйственной целесообразности и экологической допустимости создания геотермального производства на каждом этапе освоения данного вида ресурса.

Развитие геотермальной энергетики в России должно разрешить проблему электроснабжения регионов, дефицитных по электрической энергии и органическим ресурсам и улучшить экологическую обстановку на местах.

С момента пуска первой промышленной ГеоТЭС «Лардерелло-1» в Италии 1916 г. геотермальная энергия является самой дешевой в мире. И хотя экологические и экономические преимущества ГеоТЭС перед многими другими типами электростанций налицо, тепло Земли остается энергией будущего и сегодня.

Литература

1. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. – М.: Физматлит, 2008. – 376 с.
2. Бутузов В.А. Геотермальное теплоснабжение: российские научные и инженерные школы / В.А. Бутузов // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. – 2018. – № 11. – С. 52-61.
3. Гакаев Р.А. Гидрогеологические условия формирования термальных вод в Чеченской Республике / Р.А. Гакаев, Л.С. Гацаева // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 6. – С. 26-28.
4. Гацаева Л.С. К истории геотермических исследований в Чеченской Республике // Годичная научная конференция, Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова. – 2015. – С. 256-260.
5. Гацаева Л.С. Перспективы использования геотермальных ресурсов Чеченской Республики // Актуальные проблемы защиты окружающей среды и техносферной безопасности в меняющихся антропогенных условиях – Белые ночи-2014. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 208-211.
6. Заурбеков Ш.М., Минцаев М.Ш., Лабазанов М.М., Черкасов С.В., Бутузов В.В. Результаты разработки технического проекта для пилотной геотермальной станции на Ханкальском месторождении Чеченской Республики // Мат. Межд. науч.-практ. конф. «Geoenergy», Грозный, 2015. – С. 68-77.
7. Керимов И.А., Гайсумов М.Я., Гацаева Л.С. Геотермальные ресурсы Чеченской Республики // Материалы II Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа». – Грозный, 2012. – С.484-498.
8. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. – М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 206 с.

References

1. Alhasov A.B. Geothermal'naja jenergetika: problemy, resursy, tehnologii. – M.: Fizmatlit, 2008. – 376 s.
2. Butuzov V.A. Geothermal'noe teplosnabzhenie: rossijskie nauchnye i inzhenernye shkoly / V.A. Butuzov // Santehnika. Otoplenie. Kondicionirovanie. – 2018. – № 11. – S.52-61.
3. Gakaev R.A. Gidrogeologicheskie uslovija formirovaniya termal'nyh vod v Chechenskoj Respublike / R.A. Gakaeva, L.S. Gacaeva // Problemy regional'noj jekologii. – 2013. – № 6. – S. 26-28.
4. Gacaeva L.S. K istorii geotermicheskikh issledovanij v Chechenskoj Respublike // Godichnaja nauchnaja konferencija, Institut istorii estestvoznaniija i tehniki im. S.I. Vavilova. – 2015. – S. 256-260.
5. Gacaeva L.S. Perspektivy ispol'zovanija geotermal'nyh resursov Chechenskoj Respubliki // V sbornike: Aktual'nye problemy zashhity okruzhajushhej sredy i tehnosfernoj bezopasnosti v menjajushhihsja antropogennyh uslovijah – Belye nochi-2014. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – 2014. – S. 208-211.
6. Zaurbekov Sh.M., Mincaev M.Sh., Labazanov M.M., Cherkasov S.V., Butuzov V.V. Rezul'taty razrabotki tehničeskogo proekta dlja pilotnoj geotermal'noj stancii na Hankal'skom mestorozhdenii Chechenskoj Respubliki // Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf. «Geoenergy», Groznyj. – 2015. – S.68-77.
7. Kerimov I.A., Gajsumov M.Ja., Gacaeva L.S. Geotermal'nye resursy Chechenskoj Respubliki // Materialy II Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoi konferencii «Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geojekologii Severnogo Kavkaza», Groznyj. – 2012. – S.484-498.
8. Kurbanov M.K. Geotermal'nye i gidromineral'nye resursy Vostochnogo Kavkaza i Predkavkaz'ja. – M.: Nauka, MAIK «Nauka/Interperiodika», 2001. – 206 s.