

ПОДЗЕМНОЕ ТЕПЛО. ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

РАЗВИТИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В БЕЛАРУСИ

ВЛАДИМИР ЗУЙ,
главный научный сотрудник отдела геофизики РУП «Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт», д.г.-м.н., профессор БГУ

ОЛЬГА МАРТЫНОВА,
младший научный сотрудник отдела геофизики ГП «БелНИГРИ»

ВВЕДЕНИЕ

Геотермальная энергия – это внутренняя тепловая энергия Земли, содержащаяся в горных породах и подземных флюидах. Температура земных недр возрастает с глубиной, достигая во внутреннем ядре по различным оценкам до 5500–6200°C. Однако геотермический градиент (температура этого роста температуры) и значения температуры на сопоставимых глубинах различны в пределах разных блоков земной коры.

Оценено, что количество тепла, содержащегося в недрах земного шара до глубины 10 км, огромно. Оно превышает приблизительно в 50 тыс. раз энергию, содержащуюся во всех взятых вместе запасах месторождений газа и нефти мира. В отличие от неравномерного распределения месторождений нефти, газа и каменного угля, геотермальная энергия имеется в любом месте планеты. По мере

истощения традиционных видов топлива и роста расходов на его добычу возрастает роль возобновляемых источников энергии, в т.ч. геотермальной.

МИРОВЫЕ МАСШТАБЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Современный мир требует все больше энергии. Сегодня ее потребление вдвое больше, чем в начале 70-х годов, и, по оценкам специалистов, к 2020 г. оно должно вырасти еще на треть. Практически во всех развитых странах на протяжении последних 10–20 лет активизировались работы по использованию возобновляемых видов энергии. К ним относятся энергия ветра, солнца, гидроэнергия, биомасса, энергия морских приливов и отливов. Одним из них является и геотермальная энергия.

Уже в 2007 г. в мире действовало около 1,6 млн геотермальных установок, и увеличение их количества продолжается. К 2008 г. в мире установленная мощность геотермальных станций и установок достигла 40 ГВт. Страны североамериканского континента, Центральной Америки, Австралия, Индонезия, Исландия, Кения, Новая Зеландия, Турция,

Филиппины, Япония и др. занимают лидирующие позиции в практическом использовании подземного тепла не только для теплоснабжения, но и для выработки электроэнергии.

К 2010 г. прямое использование геотермальных ресурсов (отопление, горячее водоснабжение, все виды сушки, плавательные бассейны с подогреваемой водой и т.п.) уже велось в 78 странах мира при суммарной установленной мощности геотермальных установок до 50 ГВт. К 2015 г. ожидается увеличение выработки тепла до 250 ТВт в год. При этом теплонасосными установками выработано около 30% от этого количества. Ежегодно их установленная тепловая мощность увеличивается приблизительно на 12%.

Количество тепла, производимого геотермальными установками в странах Евросоюза, также неуклонно возрастает в последние годы, его рост прогнозируется и на ближайшую перспективу. На рис. 1 приведена эта тенденция по каждой из входящих в ЕС стран, выраженная в эквиваленте тонн условного топлива (т.у.т.).

Масштабы использования подземного тепла в странах Евросоюза существенно различаются от страны к стране. Наибольших успехов добились Германия, Франция, Австрия и Нидерланды, где также планируется быстрый рост в освоении этого природного источника тепла на ближайшие годы, тогда как эти темпы остаются сравнительно невысокими в Болгарии, Бельгии, Румынии, Великобритании.

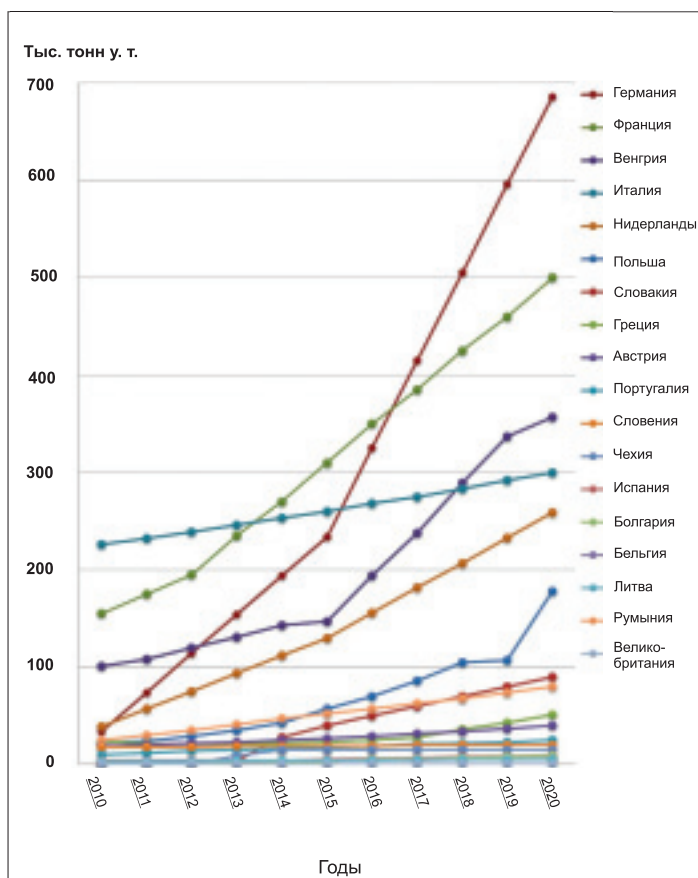


Рис. 1. Тенденция использования геотермальной энергии для отопления и кондиционирования в странах ЕС [1]

НАША СПРАВКА

ПРЕИМУЩЕСТВА ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

В отличие от углеводородных источников энергии, подземное тепло имеется везде.

Его использование дает ряд преимуществ:

- значительные ресурсы;
- это возобновляемый вид энергии;
- не приводит к загрязнению окружающей среды;
- в отличие от сжигаемых видов топлива, отсутствует выброс в атмосферу CO₂, являющегося парниковым газом;

- имеет место оздоровление среды обитания человека;
- происходит снижение количества «кислотных дождей»;
- возможность каскадного использования геотермальных вод;
- возможность попутного извлечения растворенных в воде компонентов, таких как бром, йод и др.

Суммарная инсталлированная мощность теплонасосных установок в Евросоюзе также растет быстрыми темпами. Они отражены на рис. 2 в виде эквивалента тысяч тонн условного топлива, которые экономят их эксплуатация. Здесь также приведен ожидаемый рост этого показателя на ближайшую перспективу до 2020 г. Оба графика демонстрируют устойчивый рост в освоении подземного тепла в странах Евросоюза.

ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ В БЕЛАРУСИ

Первая теплонасосная геотермальная установка в Беларуси, смонтированная на промышленном объекте (водозабор «Вицковщина» в окрестностях Минска), была введена в эксплуатацию в 1997 г. Она использует итальянский тепловой насос мощностью 43 кВт марки 140Z Thermocold. Почти одновременно началось строительство отдельных геотермальных установок на базе тепловых насосов импортного производства в коттеджах, однако детальных сведений об их количе-

стве и суммарной тепловой мощности до настоящего времени не имеется.

До 2005 г. учет инсталлированной мощности геотермальных установок в стране не проводили. В 2005 и 2010 гг. она оценивалась соответственно в 600 кВт [2] и около 2 МВт [3]. По состоянию на 2012 г. эта мощность увеличилась до 5–5,5 МВт [4]. В итоге можно констатировать, что в настоящее время всего в республике эксплуатируется около 100 геотермальных установок. Это на 1–3 порядка ниже, чем в отдельных странах Евросоюза (рис. 2).

Теплонасосные установки позволяют отбирать тепло из грунта либо из подземных вод с температурой всего 7–10°C для теплоснабжения потребителей. Подземные воды с такой невысокой температурой распространены практически на всей территории в платформенном чехле Беларуси, в т.ч. и в окрестностях Минска.

С точки зрения более эффективного использования подземного тепла в стране лучше рассматривать более глубокие геотермальные горизонты. Однако в них увеличивается и минерализация

термальных рассолов, осложняющих извлечение подземного тепла. Поскольку рассолы после снятия тепла необходимо возвращать в подземные горизонты, то необходимо бурение дополнительных скважин. Последнее приводит к увеличению затрат на создание геотермальных установок.

С технологической точки зрения наиболее благоприятные условия для извлечения подземного тепла существуют в горизонтах платформенного чехла, содержащих пресные воды, где не требуется бурение дополнительных скважин для закачки «отработанных» вод.

Глубина залегания подошвы пресных подземных вод на территории Беларуси изменяется от 150–300 м в ее северной и восточной частях до более чем 400 м в западной части. В приграничной с Польшей части Подляско-Брестской впадины она опускается до глубины 1000 м.

С целью получения сопоставимых данных по плотности геотермальных ресурсов, заключенных в зоне пресных вод, было целесообразно рассмотреть интервал глубины 100–200 м, где эти воды имеются на всей территории Беларуси. В этом интервале существует ряд водоносных толщ, разделенных слабопроницаемыми отложениями с многочисленными гидрогеологическими окнами. С этой точки зрения в первом приближении интервал глубины 100–200 м можно рассматривать как единый геотермальный горизонт.

По существу, геотермальные ресурсы – это та часть геотермальной энергии, которая может быть экономически рентабельно извлечена в ближайшем будущем. Среди многих методов количественной оценки плотности геотермальных ресурсов нами при расчетах была выбрана модель объемного содержания тепла, предполагающая извлечение геотермальной энергии системой дублетов скважин (эксплуатационная и нагнетательная). Эта методика используется в странах Западной Европы, для ее применения необходимо знать распределение температуры на верхней границе изучаемого интервала (в нашем случае – на глубине 100 м), пористость, объемную теплоемкость скелета пористой среды, мощность толщи (в нашем случае 200 – 100 = 100 м).

Перспективы использования подземного тепла из интервала глубины 100–200 м

Полученные результаты определения плотности извлекаемых геотермальных ресурсов пред-

ставлены на рис. 3. В западной части страны к первоочередным участкам для использования природного тепла следует рекомендовать районы, прилегающие к Гродно, для строительства геотермальных установок для децентрализованного отопления зданий и сооружений, а также всю территорию Подляско-Брестской впадины, простирающуюся от Домачева до Столина и Давид Горodka с плотностью геотермальных ресурсов 18–20 кг.т./м². В этом регионе выделяется также положительная аномалия между населенными пунктами Иваново – Дрогичин – Новогрудок. В южной части страны весьма перспективна территория Припятского прогиба с плотностью извлекаемых ресурсов до 25–28 кг.т./м².

В Витебской и Могилевской областях выявлены зоны с возобновляемыми ресурсами геотермальной энергии, пригодные для практического использования. Однако их значение изменяется приблизительно от 12 до 20 кг.т./м² в пределах региона. Они в значительной степени зависят от особенностей геологического строения конкретных блоков земной коры. В Могилевской области по мере приближения к Припятскому прогибу плотность извлекаемых ресурсов увеличивается до 18–20 кг.т./м², и ожидаемая эффективность геотермальных установок на базе тепловых насосов возрастает. Современные тепловые насосы имеют сравнительно высокий коэффициент преобразования, достигающий 3–4, а в отдельных случаях и 5. Это означает, что на 1 кВт электрической мощности, необходимой для привода компрессора теплового насоса, вырабатывается как минимум 3–4 кВт тепловой мощности.

Наиболее низкими значениями плотности геотермальных ресурсов – 11–13 кг.т./м² – для рассматриваемого интервала глубины характеризуются северо-восточная часть Оршанской впадины (Витебская область) и отдельные зоны в центральной части Белорусской антеклизы, в частности районы, прилегающие к Минску. Однако и здесь возможно использование геотермальной энергии и уже действуют геотермальные установки на базе тепловых насосов для отопления зданий и сооружений различного назначения, в т.ч. жилых зданий и промышленных сооружений.

Примеры использования геотермальной энергии

Одна из наиболее мощных геотермальных установок тепловой мощностью 330 кВт действует в д. Новый Двор возле Минска на

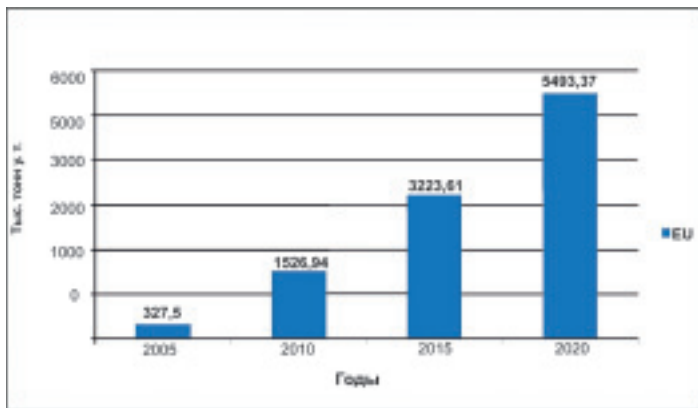


Рис. 2. Тенденция роста геотермальных теплонасосных установок для отопления и кондиционирования в странах Евросоюза, выраженная в тысячах т.т.

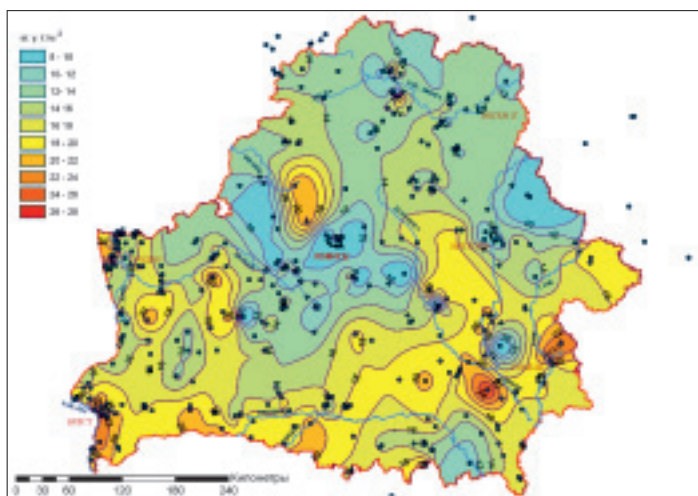


Рис. 3. Сводная схема распределения плотности ресурсов геотермальной энергии для интервала глубины 100–200 м в пределах Беларуси



Фото 1. Общий вид теплонасосной установки на КНС № 24, действующей на подрусловой воде р. Свислочь



Фото 2. Здание канализационной станции КНС № 24 (д. Новый Двор), отапливаемой теплонасосной установкой



Фото 3. Устье скважины «Вычулковская 201» для получения теплой воды



Фото 4. Тепловые насосы Daikin геотермальной станции «Берестье»



Фото 5. Тепловой насос Carrier Global Chiller 30HXC 080-375 на пограничном переходе «Новая Рудня» в Ельском районе Гомельской обл.

канализационной станции КНС № 24 (фото 1).

На фото 2 показано двухэтажное здание с подвальными помещениями, где установлено технологическое оборудование, и пристройками, которые эта установка отапливает. На заднем плане видна дымовая труба местной газовой котельной, которая была остановлена после ввода в эксплуатацию теплонасосной установки. Температура подземной воды, подаваемой на вход теплового насоса, не превышает 10°C.

Самой крупной в стране является геотермальная станция тепличного комбината «Берестье», расположенного на восточной окраине Бреста. Здесь глубокая скважина «Вычулковская 201» обеспечивает отбор теплой пресной воды из кембрийских отложений, распространенных до глубины около 1000 м. Ее дебит достигает 42 м³/ч, температура воды на устье 24–25°C (фото 3). На станции установлены 2 тепловых насоса Daikin типа EWWD 440MBYN мощностью по 505 кВт (фото 4). Система теплоснабжения обеспечивает в осенне-весенний период отопление площади ≈1,5 га, а в зимнее межсезонье – до 2 га теплиц. Тепловые насосы могут поднимать температуру на выходе до 50–55°C.

Еще одним примером может служить геотермальная установка на пограничном и таможенном переходе «Новая Рудня» в Ельском районе.

Здесь пробурены 3 скважины глубиной по 20 м, извлекающие воду с температурой около 9°C для питания первичного контура теплового насоса типа Carrier

тепловой мощностью 273 кВт. Он обеспечивает отопление четырех зданий. Развиваемая температура – до 63°C в зависимости от температуры наружного воздуха. Переход расположен в лесном массиве в стороне от крупных населенных пунктов, где нет действующих источников теплоснабжения. При резком понижении температуры наружного воздуха ниже –20°C либо при остановке теплового насоса из-за перебоев в электроснабжении имеются 2 пиковых котла, работающих на дизельном топливе. В течение последних 4-х лет они не использовались.

ВЫВОДЫ

На всей территории Беларуси в зоне распространения пресных вод выявлены ресурсы подземного тепла, пригодные для практического использования. В стране на протяжении ряда лет наблюдается рост количества (около 100 шт.) эксплуатируемых установок геотермального теплоснабжения и их суммарной установленной мощности до 5–5,5 МВт.

Это ничтожно мало, если учесть тот факт, что в соседних странах смонтированы тысячи установок (например, в Эстонии – около 5 тыс. шт., в соседней Польше – около 11 тыс. шт., в Швеции – более 30 тыс. установок). Ежегодно в Беларуси потребляется около 35 млн т.т. для выработки энергии, часть потребности в тепле можно покрыть, используя геотермальную энергию, имеющуюся повсеместно в недрах на территории всей страны. ☺

ЛИТЕРАТУРА

1. EGEC Final Evaluation of the National Renewable Energy Action Plans, Brussels, 14th July 2011 (<http://egec.info/wp-content/uploads/2011/03/NREAP-Evaluation-August-2011.pdf>) Доступ 20.11.2012 г.

2. Zui V.I. and Mikulchik D.A. Resources of Geothermal Energy within Intersalt Deposits of the Pripyat Trough, Belarus / Proceedings World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005. 8 p. Compact Disk.

3. Zui V.I. Geothermal Resources and their Utilization in Belarus / Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 25-29 April 2010. 9 p. Compact Disk.

4. Зуй В. И., Павловская О. А. Перспективы использования геотермальной энергии в Беларуси: технологические и экономические аспекты /

III Международная конференция «Энергосбережение и повышение энергоэффективности. Актуальные направления. Инвестиции. Стимулирование. Практический опыт». Минск, 11 октября 2012 г. В рамках XVII Белорусского энергетического и экологического форума 9–12 октября 2012 г. Компакт-диск. 5 с.

5. Atlas of Geothermal Resources in Europe / European Communities, Leibniz Institute for Applied Geosciences (GGA); eds.: S. Hurter, R. Haenel. – Hannover, Germany, 2002. – 92 p. + 89 plates.

6. Lund, J. W., D.H. Freeston, and T.L. Boyd, 2010. Direct Utilization of Geothermal Energy 2010 Worldwide Review // Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 25-30 April 2010. Compact Disk.