

длиной 2,5...3 м со стороны лавы на высоте 2 м под углом 25°. При этом следует иметь в виду, что все паспорта на крепление, как с применением анкерных систем, так и без них, должны разрабатываться, согласовываться и утверждаться в установленном порядке.

Список литературы / References

1. Амусин Б.З. Метод конечных элементов при решении задач горной геомеханики / Б.З. Амусин, А.Б. Фадеев. – М.: Недра, 1975. – 144 с.
Amusin B.Z. Finite elements method in solution of problems of mining geomechanics / B.Z. Amusin, A.B. Fadeyev. – M.: Nedra, 1975. – 144 p.
2. Ержанов Ж.С. Метод конечных элементов в задачах механики горных пород / Ж.С. Ержанов, Т.Д. Каримбаев. – Алма-Ата.: Наука, 1975. – 238 с.
Yerzhanov Zh.S. Finite elements method in problems of rock mechanics / Zh.S. Yerzhanov, T.D. Karimbayev – Alma-Ata: Nauka, 1975. – 238 p.

Виконано аналіз умов експлуатації підготовчих виробок та характер роботи кріплення в різних гірничо-геологічних умовах. Наведено результати моделювання підготовчих виробок, які закріплені рамно-анкерним кріпленням, з використанням методу

скінченних елементів. Визначено раціональні параметри рамно-анкерного кріплення виробки, як поза зоною, так і в зоні впливу лави для підтримки їх у стійкому стані. Рекомендовано паспорт кріплення підготовчих виробок для гірничо-геологічних умов шахти „Комсомолец Донбасу“.

Ключові слова: *підготовча виробка, метод скінченних елементів, рамно-анкерне кріплення*

The analysis of the operating conditions of development workings and behavior of the support in different geological conditions is done. Simulation results of preparatory workings fixed with arch and roof bolt support, using the finite element method are shown. The rational parameters of arch and roof bolt support of workings, both outside and in the zone of drift for maintaining their stable state are defined. Passport of fastening of development workings for geological and mining conditions of the mine “Komsomolets Donbassa” is recommended.

Keywords: *development working, finite element method, arch and roof bolt support*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук А.М. Роєнком. Дата надходження рукопису 25.03.11.

УДК 622.333.013.3

Д.М. Логунов

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: lajana@inbox.ru

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УКРАИНЕ. ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

D.M. Logunov

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: lajana@inbox.ru

ON THE ISSUE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES USE IN UKRAINE. GEOTHERMAL ENERGY

Приведен исторический экскурс по направлениям использования геотермальной энергии. Описаны системы извлечения теплоты, разрабатываемые в странах СНГ. Рассмотрен опыт ведущих европейских стран по переработке геотермальной энергии. Проведен анализ результатов внедрения проектов, связанных с утилизацией тепла, реализуемых в настоящее время в Украине, с учетом действующей законодательной базы и существующих реалий украинской действительности. Показано, что разработки ученых стран СНГ, при поддержке со стороны государства, позволяют в будущем перейти на принципиально новый уровень в использовании нетрадиционных источников энергии.

Ключевые слова: *альтернативные источники энергии, альтернативная энергетика, геотермальная энергия, тепловой насос, „зеленая энергия“, налог на использование природных ресурсов*

Введение. В настоящее время основными энергетическими ресурсами являются уголь, нефть и природный газ, запасы которых хотя и огромны, но из-за интенсивной добычи заметно истощаются. Ограниченность топливных природных ресурсов со всё нарастающей остротой показывает необходимость пе-

рехода к так называемым альтернативным, или возобновляемым, источникам энергии. К сожалению, их стоимость слишком высока, а некоторые не могут генерировать энергию непрерывно, поэтому солнечная и ветровая энергии служат дополнением к традиционным способам ее получения [1]. Рост ВВП на душу населения в мире неизбежно начнет снижаться, как только ископаемое топливо будет исчерпано. Последние события, связанные со скачками цен на

большинство энергоносителей и существенными перебоями в снабжении, продемонстрировали слабость современной энергетической системы, на которой основывается как мировая, так и украинская экономика. Использование альтернативных экологически чистых источников энергии может предотвратить назревающий энергетический кризис в Украине.

Одним из перспективных направлений альтернативной энергетики является использование тепла Земли – геотермальной энергии. Запасы тепла, аккумулированного горными породами на глубине первых 3–5 км, во много раз превышают суммарную теплотворную способность мировых запасов минерального топлива [2].

Наиболее распространенным и весьма мощным источником тепловой энергии Земли является теплота водонасыщенных и „сухих“ горных пород, температура которых на глубине 3–5 км составляет 150–200 °С. Теплота таких горных пород может быть эффективно использована для выработки электроэнергии. Стоит отметить, что теплота водонасыщенных и „сухих“ горных пород в значительных количествах нигде не извлекалась, хотя идея о возможности ее использования была высказана еще в 1920 г. Академиком В.А. Обручевым [2].

Целью статьи является анализ трудностей и проблем, связанных с использованием геотермальной энергии в Украине, на фоне опыта в этом вопросе ведущих европейских стран.

История появления общего понятия теплоты уходит корнями в далекое прошлое. Первой научной работой о теплоте можно считать философскую поэму „О природе вещей“ римского поэта и философа Лукреция Кара, жившего в I веке до нашей эры, который писал о том, что при катании по твердой поверхности свинцовый шарик нагревается [3].

В настоящее время промышленное применение геотермальной энергии идет по пути использования термальных вод и паротерм, приурочено, в основном, к районам вулканической деятельности. Эта энергия используется для выработки электроэнергии на геотермальных тепловых электростанциях – ГеоТЭС, и для теплоснабжения различных бытовых, промышленных, сельскохозяйственных объектов. Общая мощность ГеоТЭС в мире, использующих парогидротермы, составляет около 0,25% от общей мощности электростанций мира.

Для иллюстрации можно привести следующий пример. Скважина 160 в г. Махачкала дает 2000 м³ воды в сутки при температуре 63⁰С. 1 кг этой воды содержит на 50 ккал тепла больше, чем 1 кг речной, имеющей среднегодовую температуру 13⁰С. Чтобы нагреть такое количество воды, потребовалось бы затратить 13,3 т топочного мазута, используемого на махачкалинской ТЭЦ [4].

Разработка систем извлечения теплоты „сухих“ горных пород и использование ее для выработки электроэнергии и теплоснабжения началась в СССР в 1964 г. Такие системы представляют собой подземные тепловые котлы (ПТК), образованные в е-

стественном коллекторе с проницаемостью пород более 10–15 мД или в искусственно нарушенных зонах горного массива с природной проницаемостью пород менее 10–15 мД. Через скважины, расположенные по определенной схеме, вода с поверхности нагнетается в ПТК, где в процессе теплообмена с горными породами нагревается до определенной температуры, а через другие скважины извлекается на поверхность и используется для различных целей. Объем таких ПТК составляет от нескольких миллионов кубических метров до нескольких кубических километров [2].

В статье [5] предлагается увеличить объемы извлекаемой из недр энергии, благодаря использованию теплового потенциала выработанных пространств угольных шахт. Основанием для этого послужили данные многолетних наблюдений за температурой воздуха, движущегося по протяженным выработкам. Отечественные и зарубежные исследователи установили, что воздух, проходящий несколько километров по подземным выработкам, нагревается до температуры окружающего массива. Такой режим может оставаться постоянным в течение десятилетий [6] за счет потока теплоты, поступающей из недр планеты. Инертности процесса, кроме прочих факторов, способствует подпитка теплым воздухом (температура превышает среднегодовой уровень, составляющий для Донбасса 9⁰С) в летний период. Извлекать энергию можно, создавая в отработанных частях горного массива, так называемые, геотермальные теплообменники [7], представляющие собой систему каналов-выработок в выработанном пространстве, по которым движется теплоноситель.

Также в настоящее время все большее распространение получают системы тепловых насосов (ТН), позволяющие существенно экономить на отоплении помещений.

В основе функционирования теплового насоса лежат принципы цикла Карно, которые были предложены им еще в 1824 году. В соответствии с циклом Карно, тепловой насос переносит тепло из одного места в другое. Наиболее известным примером такой передачи тепловой энергии является работа холодильника, при этом морозильная камера охлаждается, а радиатор на задней стенке нагревается. По такой же схеме работает и тепловой насос.

Тепловые насосы используют в различных отраслях промышленности, жилом и общественном секторе. На сегодняшний день в мире эксплуатируется более 10 млн тепловых насосов различной мощности: от десятков киловатт до мегаватт. Ежегодно парк ТН пополняется примерно 1 млн штук. Так в Стокгольме тепловая насосная станция мощностью 320 МВт, используя зимой морскую воду с температурой +4⁰С, обеспечивает теплом весь город [9].

В Швеции 50 % всего отопления обеспечивается геотермальными тепловыми насосами (ГТН). По прогнозам Мирового энергетического комитета, к 2020 г. доля геотермальных тепловых насосов составит 75%. Срок службы ГТН составляет 25–50 лет. Перспек-

тивность применения тепловых насосов в Украине показана в [1].

Но так ли легко внедряются новые технологии, основанные на использовании возобновляемых источников энергии, на территории Украины? Если обратиться к законодательству, то создается впечатление, что уже много лет проводится активное внедрение программ по поддержке населения, желающего использовать „зеленую энергию“ [9,10]. Финансирование мероприятий в этой сфере проводится за счет средств, предусмотренных в оптовых тарифах на электрическую и тепловую энергию, за счет средств государственного и местного бюджетов и других средств, не запрещенных законодательством. Но при общем дефиците бюджета реализовать эту программу практически нереально.

В реальности же поддержки рынка альтернативных источников энергии не происходит. Человек со средним достатком не может позволить себе купить дорогостоящее оборудование. Механизм действия закона о закупке излишков электроэнергии у населения не проработан.

В 90-х годах прошлого столетия президентом Украины Л.Д. Кучмой была инициирована программа по внедрению на одном из отечественных предприятий линии по производству ветровых генераторов. Впоследствии программу свернули. По непроверенным данным это произошло в связи с тем, что в себестоимость „ветряка“ включили задолженность предприятия по зарплате за последние годы, задолженность по уплате налогов и тому подобные пункты, не имеющие прямого отношения к проекту, которые сделали опытную модель дороже в несколько раз, чем зарубежные аналоги.

В соответствии с существующим законодательством, налоги при использовании приборов по переработке „зеленой энергии“ не предусмотрены. Но в отзывах людей, использующих такие технические решения, в частности – ветряки, обнаруживается неприятный момент: налоговые инспекторы приходят к этим людям, пытаясь получить с них „налог на использование природных ресурсов“. В статье „Налог на ветер“ Вячеслава Горобца, размещенной на интернет-ресурсе [11], можно ознакомиться с расширенным комментарием квалифицированного юриста на тему „налогов на использование природных ресурсов“.

Также имеет смысл обратить внимание на пункты законов Украины [9,10], обязывающие использовать только сертифицированные приборы по переработке „зеленой энергии“. Возьмем для примера обыкновенный дачный „летний душ“. По большому счету, он является уменьшенным вариантом солнечного коллектора. Не совсем ясно, как его сертифицировать. Многие люди самостоятельно изготавливают и устанавливают солнечные коллекторы большого размера вместо покупки дорогостоящих заводских установок, за счет чего существенно экономят свои деньги и природные ресурсы, затрачиваемые на централизованный подогрев воды. Процедура сертификации является

долгой и дорогостоящей, целесообразность ее применения для таких случаев сомнительна. Напрашивается вывод: законы об использовании альтернативных источников энергии требуют серьезной доработки.

Кроме этого стоит отметить, что альтернативная энергетика считается децентрализованной энергетикой, поскольку в основном строятся электростанции малой мощности, базирующиеся на местных источниках энергии. Учитывая специфику государственной власти в Украине и её стремление к централизации любой власти и ресурсов, в особенности энергетических, вряд ли следует ожидать бурного развития альтернативной энергетике в настоящее время. Вместе с тем, учитывая стремление Украины к интеграции ее в Европейское экономическое пространство, следует серьезно присмотреться к опыту ведущих Европейских стран в этом вопросе.

Например, немцы пошли по пути использования энергии солнечных батарей. В Германии существует государственная программа по установке солнечных батарей „Миллион домов“. Желающий купить батареи мощностью от 3 до 5 киловатт получает беспроцентную ссуду на десять лет. С помощью такой батареи, установленной на крыше, можно отапливать дом, а при подключении аккумуляторов она становится автономной мини-электростанцией.

По информации Финансового форума по геотермальной энергии (GEA Geothermal Energy Finance Forum 2011), правительство США планирует инвестировать от 6 миллионов долларов в это направление за ближайшие несколько лет, за счет чего планируется увеличить мощность действующих альтернативных источников энергии на 1000 МВт.

Приближенные расчеты петрогеотермальных ресурсов СНГ показывают, что если использовать эти ресурсы в количестве лишь 1%, то и в этом случае ежегодно в течение многих столетий можно экономить минеральное топливо в несколько сотен миллионов тонн условного топлива. По прогнозным данным, в ряде районов Закарпатья возможно создание ПТК соответствующей теплопроизводительности, на базе которых в течение 30–35 лет могут эффективно работать ГеотЭС общей мощностью до 20 млн кВт [2].

Выводы.

1. Наблюдается вынужденная стойкая тенденция к переходу мирового сообщества на новые экологически чистые возобновляемые виды энергии.

2. Одним из наиболее перспективных направлений (среди возобновляемых источников энергии) является использование геотермальной энергии.

3. Опыт развитых европейских стран задает вектор направления исследований и внедрения систем переработки тепловой энергии.

4. Украинские реалии не во всех аспектах дружелюбны к внедрению новых энергетических программ, направленных на уменьшение доли использования традиционных источников энергии в масштабах страны.

5. Разработки ученых стран СНГ, при поддержке со стороны государства, позволяют в будущем перейти на принципиально новый уровень в использовании нетрадиционных источников энергии.

Список литературы / References

1. *Ширин И.Г.* Ветроэнергетика и другие альтернативные источники энергии / И.Г. Ширин., А.Н. Ткачук // Уголь Украины.–2007.–№4.

Shirin I.G. Wind power and other alternative energy sources / I.G. Shirin., A.N. Tkachuk // Ugol Ukrainy.–2007.– No.4.

2. *Системы извлечения тепла земной коры и методы их расчета* / Щербань А.Н., Цирульников А.С., Мерзляков Э.И., Рыженко И.А.– К.: Наукова думка, 1986.– 240 с.

Systems of extraction of the heat of the Earth crust and methods of their calculation / Shcherban A.N., Tsi-rulnikov A.S., Merzlyakov E.I., Ryzhenko I.A.– K.: Naukova dumka, 1986.– 240 p.

3. *Драгун В.Л.* В мире тепла / В.Л. Драгун, С.В. Конев– Минск: Наука и техника, 1991.– 175 с.

Dragun V.L. In a world of warmth / V.L. Dragun, S.V. Konev – Minsk: Nauka i tekhnika, 1991.– 175 p.

4. *Джамалов С.А.* Тепло Земли и его практическое использование / С.А. Джамалов, Р.А. Левкович, В.В. Суетнов.– М.: Наука, 1965.– 109 с.

Dzhamalov S.A. Earth heat and its practical use / S.A. Dzhamalov, R.A. Levkovich, V.V. Suetnov.– M.: Nauka, 1965.– 109 p.

5. *Костенко В.К.* Перспектива повышения эффективности работы глубоких угольных шахт. / Костенко В.К. // Уголь Украины.– 2007.– №6.

Kostenko V.K. The prospect of enhancing the effectiveness of deep coal mines. / Kostenko V.K. // Ugol Ukrainy.– 2007.– No.6.

6. *Кнетгль Ю.* Изучение возможности использования геотермального тепла, выносимого шахтным воздухом на поверхность. / Кнетгль Ю. // Научные труды Политехники силезской. Сер. Горное дело.– 2005.– Т. 270.

Knetgl Yu. Study of the possibility of using geothermal heat carried out on the surface by the mine air. / Knetgl Yu. // Nauchnye trudy Politekhniky silezskoy. Ser. Gornoe delo.– 2005.– Т. 270.

7. *Пат. 17751 України*, МПК F 24j 3/08. Спосіб одержання геотермальної енергії / В.К. Костенко, О.В. Костенко, Т.В. Костенко. // Опубл. 16.10.06, Бюл.№10.

Patent. 17751 of Ukraine, МПК F 24j 3/08. A method of production of geothermal energy / V.K. Kostenko, O.V. Kostenko, T.V. Kostenko. // Opubl. 16.10.06, Byul.№10.

8. *Овчаренко В.А.* Використання теплових насосів / В.А. Овчаренко, А.В. Овчаренко // Холод М+Т, 2006, №2

Ovcharenko V.A. The use of heat pumps / V.A. Ovcharenko, A.V. Ovcharenko // Kholod M+T, 2006, No.2

9. *Закон України про альтернативні джерела енергії* // Відомості Верховної Ради України. – 2003.– №24, С. 155

Law of Ukraine on alternative energy sources // Vidomosti of Verkhovna Rada of Ukraine. – 2003.– No.24, P. 155

10. *Закон України про альтернативні джерела енергії* // Відомості Верховної Ради України. – 2009, №32–33, С. 496

Law of Ukraine on alternative energy sources // Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. – 2009, No.32–33, P. 496

11. *Налог на ветер*.– [электронный ресурс]: / Вячеслав Горобец // Налог на ветер.–2009 – Режим доступа: <http://vetronet.com/налог-на-ветер/> – название с экрана

Wind charge.– Vyacheslav Gorobets // Wind charge.– 2009 – URL: <http://vetronet.com/nalog-na-veter/>

Наведено історичний екскурс за напрямками використання геотермальної енергії. Описано системи вилучення теплоти, що розробляються в країнах СНД. Розглянуто досвід провідних європейських країн з переробки геотермальної енергії. Проведено аналіз результатів впровадження проєктів, пов'язаних з утилізацією тепла, що реалізуються в даний час в Україні, з урахуванням діючої законодавчої бази та існуючих реалій української дійсності. Показано, що розробки вчених країн СНД, за підтримки з боку держави, дозволяють у майбутньому перейти на принципово новий рівень у використанні нетрадиційних джерел енергії.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, альтернативна енергетика, геотермальна енергія, тепловий насос, „зелена енергія“, податок на використання природних ресурсів

The history of the geothermal energy use is reviewed. The heat removing systems developed in the CIS countries are described. The experience of leading European countries in processing of geothermal energy is considered. The results of implementation of heat recovery projects which are currently being realized in Ukraine with account taken of the existing legislative framework and Ukrainian reality are analyzed. It is shown that the projects of scientists of CIS countries supported by the government allow moving to a new level in the use of alternative energy sources in future.

Keywords: alternative energy sources, alternative power engineering, geothermal energy, heat pump, “green energy”, use of natural resources tax

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук. О.В. Солядяніним. Дата надходження рукопису 10.03.11.