

устойчивости, как в случае, когда она закреплена только набрызгбетоном, т.к. фибробетон в отличие от набрызгбетона характеризуется вязким деформированием без лавинообразной потери устойчивости.

Рассматривая варианты крепления выработки набрызгбетоном и фибробетоном в сочетании с тампонажем, также наблюдается тенденция увеличения коэффициента устойчивости от 4 до 12% с увеличением глубины расположения выработки и экономией строительных материалов.

Выводы.

1. Использование численного моделирования хотя и имеет определенные ограничения по использованию, однако позволило получить зависимости изменения напряженно-деформированного состояния от глубины расположения выработки и марки используемого набрызгбетона.

2. При креплении выработки набрызгбетоном в условиях ненарушенных вмещающих пород анализом установлено наиболее целесообразное использование набрызгбетона марки М 300 для крепи выработки на глубине 500м, проектной марки М 400 – для выработки на глубине 600м и набрызгбетона марки М 500 – для выработки, расположенной на глубине 700м.

3. При креплении выработки набрызгбетоном и проведении тампонажа с позиций численного моделирования наиболее целесообразно уже на глубине 500 м использование набрызгбетона проектной марки М 400, на глубине 600 м – набрызгбетона марки М 500, а на глубине 700 м использование в качестве элементов усиления фибр, металлической сетки и анкером.

4. Использование фибробетона в сочетании с набрызгбетоном позволяет добиться повышения устойчивости выработок, а также значительной экономии строительных материалов в результате снижения толщины крепи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шашенко А.Н., Сдвижкова Е.А., Гапеев С.Н. Деформируемость и прочность массивов горных пород: Монография. – Д.: Национальный горный университет, 2008. – 224 с.
 2. Коваленко В.В. Исследование устойчивости выработки с набрызгбетонной крепью с использованием численного моделирования методом конечных элементов / Геотехническая механика: межвед. Сб. науч. Трудов / Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 91. – с. 218-225.
 3. Ержанов Ж.С., Айталиев Ш.М., Шилкин П.И. Конструирование и расчет набрызгбетонной крепи. М., Недра, 1971.
- Каринцев И.Б. О предельных напряжениях при растяжении и изгибе / Вісник СумДУ. Серія Технічні науки, 2009, №1, с. 162-166.

УДК 622.333.013.3

Логунов Д.М., асп., каф. СГМ, НГУ, г. Днепропетровск, Украина

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЯ

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 с всё нарастающей остротой показывает необходимость перехода к так называемым альтернативным или возобновляемым

источникам энергии. К сожалению, их стоимость слишком высока, к тому же некоторые не могут генерировать энергию непрерывно, поэтому солнечная и ветровая энергии служат дополнением к традиционным способам ее получения [1,2].

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 [3].

Для иллюстрации можно привести следующий пример. Скважина 160 в г. Махачкале 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].

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 [5].

В настоящее время промышленное применение геотермальной энергии идет по пути использования термальных вод и паротерм и 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.

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 Со. 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 высказана еще в 1920 г. Академиком В.А. Обручевым [3].

Разработка систем извлечения теплоты сухих горных пород и использование ее для выработки электроэнергии и теплоснабжения начались в СССР с 1964 г. Такие системы представляют собой подземные тепловые котлы (ПТК), образованные в естественном 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 [3].

В статье [6] предлагается увеличить объемы извлекаемой из недр энергии, благодаря использованию теплового потенциала выработанных пространств угольных шахт. Основанием для чего 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 [7] 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 [8], 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 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 на 1 млн. штук. Так, в Стокгольме тепловая насосная станция мощностью 320 МВт, используя зимой морскую воду с температурой +4°C, 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. Перспективность применения тепловых насосов в Украине показана в [1].

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 течении 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 течении 30-35 лет могут эффективно работать ГеоТЭС общей мощностью до 20 млн. кВт [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пять шагов на пути к избавлению от метановой зависимости//Отопление Водоснабжение Вентиляция + кондиционеры, 2006, №1, с. 30–41.
2. *Ширин И.Г., Ткачук А.Н.* Ветроэнергетика и другие альтернативные источники энергии//Уголь Украины.-2007.-№4.
3. Системы извлечения тепла земной коры и методы их расчета/ Щербань А.Н., Цирульников А.С., Мерзляков Э.И., Рыженко И.А.-Киев: Наукова думка,1986.-240 с.
4. *Джамалов С.А., Левкович Р.А., Суетнов В.В.* Тепло Земли и его практическое использование.-М.: Наука, 1965.-109 с.
5. *Драгун В.Л., Конев С.В.* В мире тепла.- Минск: Наука и техника, 1991.-175 с.
6. *Костенко В.К.* Перспектива повышения эффективности работы глубоких угольных шахт//Уголь Украины.-2007.-№6.
7. *Кнетль Ю.* Изучение возможности использования геотермального тепла, выносимого шахтным воздухом на поверхность // Научные труды Политехники силезской. Сер. Горное дело.-2005.-Т.270.
8. 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.
9. Овчаренко В.А. Овчаренко А.В. Використання теплових насосів//Холод М+Т, 2006, №2.