

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОГО РЕСУРСА ЗАТОПЛЕННЫХ ШАХТ

© 2014 г. И.А. Садовенко, А.В. Инкин

*Государственное высшее учебное заведение
«Национальный горный университет»
49005, г. Днепрпетровск, пр. Карла Маркса 19, Украина*

E-mail: inkin@ua.fm

Поступила в редакцию 12.03.2014г.

На основе анализа горнотехнических условий работы и геолого-гидрогеологических особенностей затопленной шахты „Новгородовская 2“ в программном комплексе „MODLOW v. 4.5“ создана численная модель, отражающая процессы геофильтрации на ее территории. По результатам решения обратной задачи доказана корректность разработанной модели, с помощью которой оценен тепловой ресурс шахты, заключенный в подземных водах и остаточных запасах угля. Показана возможность активизации этого ресурса путем подземного сжигания некондиционных и маломощных угольных пластов. По результатам расчетов установлено, что тепловая энергия, сосредоточенная в пределах шахтного поля, может разрабатываться по предложенным в работе технологическим схемам и полностью покрывать тепловые потребности близлежащего к ней города в течение отопительного периода.

Введение. Одним из кардинальных направлений реструктуризации угольной отрасли Украины и восстановления природного режима в угледобывающих регионах является консервация отработанных и нерентабельных шахт. Так, согласно „Инвестиционной программе развития угольной промышленности“ на территории Донбасса намечены к ликвидации 64 угольных предприятия, большая часть из которых уже закрыта (Краснопольский 2006), благодаря чему множество небольших шахтерских городов на фоне постоянно растущих цен на бензин и дизтопливо стали ощущать острую нехватку в тепловой энергии. Примером сложившейся ситуации может служить ликвидация шахты „Новгородовская 2“ в Красноармейском углепромышленном районе и вызванные этим перебои в отоплении и горячем водоснабжении зданий расположенных в городе Новгородовка находящемся в 10 км от шахты.

Мировой научно-практический опыт (Германия, Франция, Англия) показывает возможность рентабельного использования низкопотенциального тепла воды из затопленных шахт для обогрева одно-двухэтажных зданий (Wieber 2008). При этом подогрев шахтных вод до состояния приемлемого для теплоснабжения сооружений (60 – 70°C) осуществляется с помощью тепловых насосов требующих больших капитальных затрат на установку и обслуживание. Вместе с тем повышение их температуры до необходимых показателей может быть достигнуто путем подземного сжигания оставшихся в шахте запасов угля. В связи с чем, целью данной работы является моделирование гидротермодинамических процессов в

пределах затопленной ш. „Новгородовская 2“ для обоснования технологических вариантов использования теплового ресурса шахтных вод, активизированного за счет подземного сжигания угля, для теплоснабжения города путем отбора и закачки воды через вертикальные горные выработки на территории шахтного поля.

Материал и результаты исследований. В орогидрографическом отношении поле шахты представляет собой слабоволнистое водораздельное плато, абсолютные отметки которого плавно уменьшаются от +213 м на юго-востоке до +190 м – на северо-западе (Кузнецов и др. 1963). Его границами на севере является Новгородовский сброс, на западе – выходы пласта κ_8 под палеоген-неогеновые отложения, на востоке – изогипса пласта κ_8 -350 м. В строении участка принимают участие отложения свит среднего карбона C_2^6 и C_2^5 , перекрытые палеоген-неогеновыми песками и четвертичными суглинками. Учет потерь и забалансовых запасов показывает, что на сегодняшний день в пределах затопленной шахты „Новгородовская 2“ сосредоточено более 8 млн. тонн углей пригодных по своим физико-химическим характеристикам для разработки способом подземного сжигания (Крейнин 1982).

В пределах шахтного поля промышленными являются два угольных пласта (рис. 1), залегающие под гидравлически связанными водоносными горизонтами на расстоянии 25-30 м друг от друга, представленными известняком L_1 мощностью до 5 м и песчаниками $L_{1s} l_1$ и $l_1 sl_3$ со средней мощностью 15 и 20 м соответственно. Верхнее расположение пласта l_1 , отрабатываемого до пласта κ_8 обусловило первоначальное поступление водопритоков в выше расположенные горные выработки. Такой характер залегания угольных пластов формировал водопритоки в каждую из рассматриваемых угольных пачек, что и определяет следующий подход к геофильтрационной схематизации шахтного поля.

Модель отображает два промышленных пласта, разделяющий слой между ними, а также кровлю пласта l_1 и подошву пласта κ_8 . В результате модель шахты „Новгородовская 2“ площадью 20 км² (4000x5000 м), созданная в лицензионном программном комплексе „MODLOW v. 4.5” (Schlumberger Water Services, Канада), содержит пять пластов с углами падения, соответствующими их горно-геологическим условиям. Мощности продуктивных толщ на модели принимались в соответствии с зависимостью проницаемости подработанного породного массива от кратности его подработки (в среднем равным 10-40 мощностям угольного пласта).

Для задания внешних границ моделируемой области использовались рекомендации, приведенные в работах (Ермаков и др. 1998), согласно которым тектоническое нарушение (Новгородовский сброс на севере шахтного поля) является экраном на пути движения подземных вод. Это определяет необходимость задания на участке сброса непроницаемой в гидродинамическом отношении границы. На юго-западе и юго-востоке, где угольные пласты имеют непосредственную гидравлическую связь с

обводненными палеоген-неогеновыми отложениями, необходимо задание граничного условия третьего рода, отражающего взаимосвязь величины расхода потока подземных вод палеоген-неогенового горизонта в продуктивную толщу с разностью гидродинамических напоров в них. При этом сопротивление, обуславливающее взаимосвязь расходов и разности напоров на выходах угольных пластов, определяется по суммарной величине проводимости пластов и палеоген-неогеновых отложений, пересчитанной в соответствии с размерами расчетных блоков.

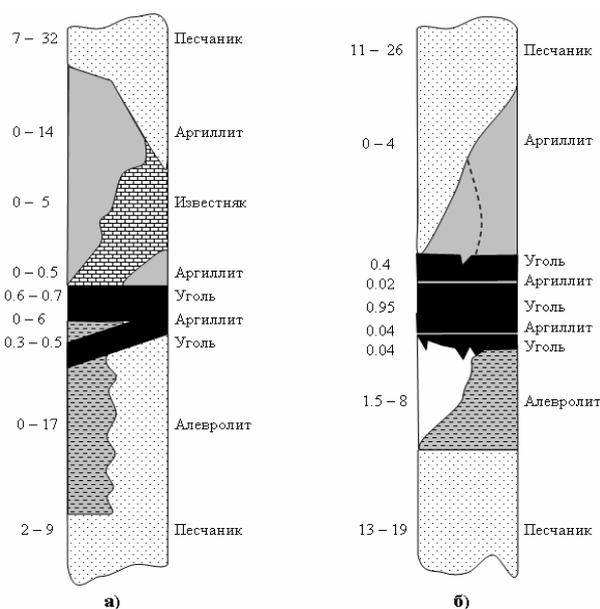


Рис. 1. Структурная колонка пласта κ_8 (а) и l_1 (б)

Внутренними границами в модели шахты „Новгородовская 2” являются очистные выработки, отображаемые граничными условиями первого рода с величиной гидродинамического напора, равной абсолютной отметке почвы угольных пластов. Положение этих границ на модели определялась путем построения плана горных выработок в программной среде AutoCAD и переноса контуров выемочных участков на моделируемые слои. При моделировании работы шахты после отключения водоотлива внутренние граничные условия не задавались.

Исходя из существующих теоретических представлений (Садовенко 1991) о проницаемости отработанного породного массива, величина пористости и коэффициента фильтрации в пределах моделируемых горных выработок была задана увеличенной в среднем в 7...10 раз по сравнению с зонами вне ведения горных работ. Шаг дискретизации модели по пространству составил 100x100 м (всего 2000 блоков), что позволило достаточно точно учесть конфигурацию выработок в пределах обрабатываемых пластов в масштабе шахты, при этом шаг по времени не превышал 20 сут. Инфильтрация атмосферных осадков в верхнем слое модели за-

давалась величиной 25% от их среднегодового количества в регионе (125 мм/год).

Для адекватного прогноза водопритоков в процессе затопления шахты на разрабатываемой модели было выполнено эвристическое моделирование, цель которого состояла в корректировке гидродинамической роли внешних границ водоносных пластов и их фильтрационных свойств. При этом значения гидродинамических параметров водоносных пластов были характерны гидрогеологическим условиям шахты „Новгородовская 2”. Основой для вариации этих параметров послужили результаты опытно-фильтрационных работ и измерений, шахтных водопритоков, полученные „Артемовской гидрогеологической партией” во время работы шахты (Краснопольский 2006).

Решение обратной (эвристической) задачи производилось в условиях нестационарного режима фильтрации, основным критерием правильности решения которой являлось сходство фактических и модельных величин затопления шахтного ствола. Результаты решения показывают, что на модели удалось практически полностью отразить динамику подъема уровня воды в системе горных выработок в период затопления шахты. При этом абсолютная погрешность между фактическими и модельными данными уровней находится в пределах 3-11 м, а относительная погрешность не превышает 10 % (табл. 1). Анализ распределения уровня подземных вод на модели показал, что до отключения водоотлива воронка депрессии повторяла контуры зон отработки. Наибольшие понижения приурочены к зонам, где объем выработанного пространства больше. По мере затопления отмеченные закономерности сглаживаются, подъем уровня подземных вод происходит неравномерно, с замедлением в интервалах наибольшей концентрации горных выработок. Таким образом, разработанная геофильтрационная модель шахты „Новгородовская 2” адекватно отображает динамику затопления выработок с учетом специфики горно-геологических и гидрогеологических условий участка.

С помощью разработанной модели был выполнен прогноз положения уровня шахтных вод на настоящий момент времени (15.01.2014 г) и предполагаемое время запуска в работу теплового модуля (01.06.2014 г), а также определен естественный тепловой потенциал шахты. Для этого в первом приближении принималось (Лялько 1971), что гидродинамические параметры пластов не зависят от процессов теплопереноса, а температура воды и скелета пород совпадают в каждой точке. Считаем, что в пределах шахтного поля движение шахтных вод осуществляется по затопленным выработкам, теплообмен в расчетной плоскости отсутствует (Гончаров 2002), ось H направлена вниз. Снизу из глубины в обводненные горные выработки поступает тепловой поток q , вызванный выделением тепла в земных недрах. Сверху ниже 6-7 м от дневной поверхности залегает нейтральный слой пород, температура которого постоянна и равна среднегодовой температуре в регионе ($\approx +10^\circ\text{C}$). При данных условиях дифференциальное уравнение теплопроводности относительно оси H с учетом

конвекции имеет вид

$$\frac{\partial^2 T}{\partial H^2} - \frac{V}{a} \cdot \frac{\partial T}{\partial H} = 0, \quad (1)$$

при следующих граничных условиях

$$T = T_1 \text{ при } H = H_1,$$

$$q = -\lambda \partial T / \partial H \text{ при } H = H_2.$$

Таблица 1

Погрешность определения динамики подъема уровня воды в системе горных выработок при затоплении шахты „Новгородовская 2” по результатам моделирования

Время с начала затопления, сут	Абс. отм. зеркала затопления, м		Абсолютная погрешность, м	Относительная погрешность, %
	Фактическая	На модели		
300	-120.5	-110.45	10.05	8.34
900	-1.15	-1.05	0.1	8.69
1200	25.4	22.9	2.5	9.84
1500	95.1	92.12	2.98	3.13
1800	110.8	99.85	10.95	9.88
2000	109.72	113.3	3.58	3.16

Общее решение уравнения (1) при заданных граничных условиях имеет вид (Гончаров 2002)

$$T = T_1 + \frac{q}{\lambda B} [\exp B(H - H_2) - \exp B(H_1 - H_2)], \quad B = \frac{V}{a} \quad (2)$$

При этом тепловой потенциал шахтных вод, содержащихся в затопленных выработках определяется из выражения:

$$Q = c \cdot \rho \cdot t \cdot V_{об} \quad (3)$$

В соотношениях (1)-(3): T_1 , H_1 – соответственно температура и расстояние до нейтрального слоя; H – глубина залегания; a , λ – температуропроводность и теплопроводность водонасыщенных пород соответственно; V – вертикальная скорость фильтрации; Q – количество теплоты; c , ρ , t , $V_{об}$ – удельная теплоемкость, плотность, температура и объем шахтных вод соответственно.

На рис. 2 показана рассчитанная по формулам (2) - (3) температура и естественный тепловой потенциал шахтных вод содержащихся в затопленных выработках. Необходимо отметить, что результаты расчетов хорошо согласуются с фактическими данными, полученными производственным геологоразведочным предприятием „Артемовская гидрогеологическая партия” в ходе замеров температуры на различных горизонтах, а общее количество тепловой энергии аккумулированной шахтными водами в среднем составляет 1300 ТДж.

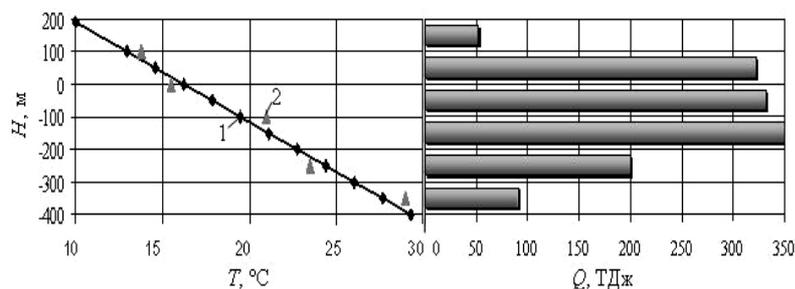


Рис. 2. Изменение температуры (T) и количества теплоты подземных вод (Q), находящихся в затопленных выработках шахты „Новгородовская 2”: 1, 2 – соответственно расчетные и фактические данные

Использование низкопотенциального тепла шахтных вод затопленных горных выработок с помощью геомодуля может рассматриваться в двух технологических вариантах. Первый связан с освоением естественного теплового ресурса шахты „Новгородовская 2”, второй – с его дополнительной активизацией за счет подземного сжигания остаточных запасов угля в пределах шахтного поля (рис. 3). Для достижения максимальной эффективности обе технологические схемы должны быть согласованы с годовым графиком потребления энергоносителей в г. Новгородовка..

Ввод модуля в работу планируется 01.06.2014 г. В этот период подземные воды, сосредоточенные в затопленных горных выработках в интервале $\pm 0 \div +100$ м и имеющие среднюю температуру $+10$ °С (рис. 2) через куст „холодных” скважин расположенных на территории шахтного поля (№ 1411, 1817, 1874, 2113, 2224), откачиваются на дневную поверхность и поступают в оросительные форсуночные камеры для охлаждения воздуха. После чего, нагретыми в результате кондиционирования зданий до температуры наружного воздуха ($25-30$ °С) они через куст „теплых” скважин (№ 3665, 3661, 3367, 3929, 3973) возвращаются в затопленные выработки, но уже на горизонт $-300 \div -400$ м и температурой 30 °С (рис. 3). Спустя два месяца после прекращения охлаждения зданий (окончание лета) вода из нижних горизонтов через „теплые” скважины вновь подается на дневную поверхность для обогрева сооружений по системе „теплый пол”. Отдав низкопотенциальную тепловую энергию и остыв до 7 °С отработанные воды через „холодные” скважины вновь поступают на горизонт $\pm 0 \div +100$ м. Продолжительность этого этапа эксплуатации гидрогеотермального модуля составляет пять месяцев (ноябрь-март), после чего следует двухмесячный период простоя, на протяжении которого могут проводиться ремонтно-профилактические работы. Усредненные данные о предполагаемых годовых дебитах 10 скважин на территории поля шахты „Новгородовская 2” приведены в табл. 2, знак "+" в которой соответствуют закачке воды в горные выработки, а "-" – ее отбору.

Эффективность создания и эксплуатации геомодуля напрямую зависит от соотношения его горнотехнических, гидрогеологических и термо-

динамических параметров с технологическими условиями работы и возможными тепловыми нагрузками, возникающими при отоплении г. Новогородовка. Согласно результатам, полученным в работе (Садовенко и др. 2012) среднее потребление тепловой энергии во время отопительного периода в поселке городского типа с 3 тысячами жителей в подобных климатических условиях составляет 5 ГДж/час. Для города Новогородовка с населением 15 тыс. чел эта величина соответственно будет равна 25 ГДж/час, что составляет приблизительно 100 ТДж тепла за весь период отопления и менее 10 % естественного теплового ресурса затопленной шахты (1300 ТДж). Однако, несмотря на имеющийся значительный запас тепловой энергии, вызванный разностью между теплом заключенным в обводненных выработках и необходимым для обогрева зданий, использование шахтных вод по первому технологическому варианту на практике сопряжено с рядом трудностей. Прежде всего, это связано с недостаточной температурой воды обуславливающей малую теплопроизводительность и эффективность геомодуля. Увеличение дебитов и числа скважин на территории шахтного поля не приведет к необходимым результатам в виду несоответствия температуры шахтных вод показателям, необходимым для теплоснабжения сооружений без дополнительного подогрева.

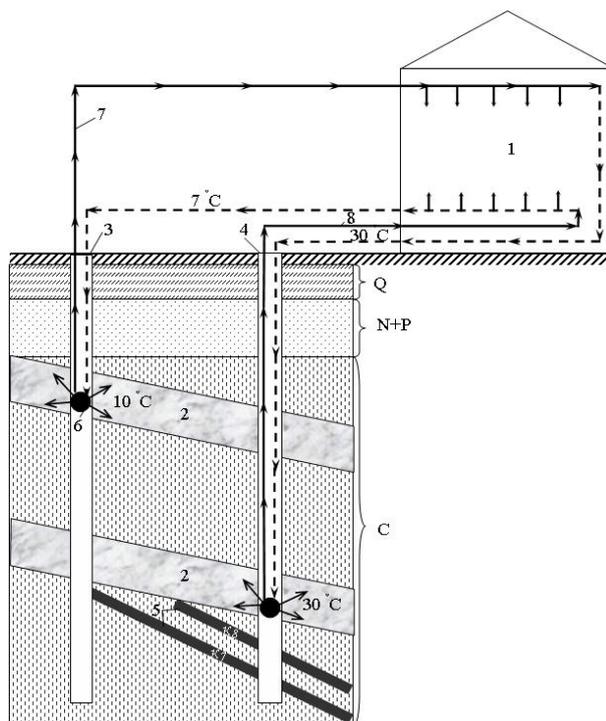


Рис. 3. Технологическая схема гидрогеотермального модуля на территории поля шахты „Новогородовская 2”: 1 – здание; 2 – продуктивная толща с затопленными горными выработками; 3, 4 – соответственно „холодная” и „теплая” скважина; 5 – некондиционные угольные пласты, предназначенные для подземного сжигания; 6 – пакер; 7, 8 – путь движения шахтных вод из „холодной” и „теплой” скважины соответственно

Таблица 2

Годовой цикл суммарного расхода шахтных вод по скважинам теплового модуля ш. Новогородовская 2”.

Скважины	Расход шахтных вод по месяцам, м ³ /сут											
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	Отопление					Простой		Охлаждение			Простой	
"Холодные"	+ 2000					-	-	- 3350			-	-
"Теплые"	- 2000					-	-	+ 3350			-	-

Вместе с тем, нагрев вод затопленных выработок до кондиционного состояния (например, без применения тепловых насосов) возможен при работе геомодуля по второму технологическому варианту, предполагающему повышение их температуры за счет подземного сжигания остаточных запасов угля. Сжигание некондиционных и маломощных пластов залегающих в пределах поля шахты „Новогородовская 2” (k_7^5 , k_8^H , l_4 и l_5) предполагается производить во время отопительного периода по технологии подробно описанной в работах (Садовенко 2012), с одновременным отбором нагретых вод из вышерасположенных затопленных выработок. При этом установление пространственно-временной динамики формирования термальных ореолов в затопленном массиве вызванных отбором и закачкой разнотемпературных вод, а также тепловым потоком, поступающим из реакционного канала при подземном сжигании угля, позволит наиболее полно использовать тепловой потенциал шахты и минимизировать потери термальной энергии, связанные с взаимовлиянием "холодных" и "теплых" гидрогеотермических полей.

Моделирование процессов теплопереноса при использовании шахтных вод в качестве теплоносителей выполнено на основе разработанной и протестированной геофильтрационной модели шахты «Новогородовская 2». Необходимо отметить, что адекватность и корректность такого подхода к решению задач аккумуляции тепловой энергии в водоносных горизонтах была обоснована в работах (Садовенко и др. 2013). По результатам моделирования получены гидрогеотермальные поля, формирующиеся в затопленных горных выработках при использовании шахтных вод в качестве теплоносителей и подземном сжигании некондиционных угольных пластов для повышения их теплового ресурса. Их анализ позволяет количественно оценить длительность периодов прогрева подземных вод и их охлаждения в процессе отбора теплой воды. Согласно расчетам, к моменту завершения отопительного периода (спустя 2 месяца после прекращения сжигания угля) температура воды в затопленных горных выработках не опустится ниже 65 °С и останется пригодной для отопления гражданских и промышленных объектов. Из этого следует вывод, что суммарные потери тепла (диссипация) через кровлю и подошву вмещающих пород в период аккумуляции тепловой энергии в затоп-

ленных горных выработках весьма незначительны. Более заметны потери тепла после двухмесячного простоя и закачки воды летом. Так, в результате смешения вод нагретых при подземном сжигании углей ($\approx 80-90^\circ\text{C}$) и охлаждении зданий ($\approx 30^\circ\text{C}$) температура воды в затопленных выработках не превышает 48°C . Однако на эффективность работы геомодуля это скажется незначительно в виду их последующего нагрева до кондиционных показателей путем сжигания угля в отопительный период. В целом теплопроизводительность скважин может быть определена из выражения:

$$Q_{\text{скв}} = c \cdot q_{\text{скв}} (t_{\text{носм}} - t_{\text{отп}}),$$

где $q_{\text{скв}}$ – суммарный дебит куста скважин; $t_{\text{носм}}$, $t_{\text{отп}}$ – температура поступающей и отработанной воды соответственно.

Количественные показатели тепловой энергии вырабатываемой тепловым модулем, расположенным на территории поля шахты „Новгородовская 2” при его работе в отопительный период по первому и второму технологическому варианту представлено на рис. 4. Там же, для сравнения, показана в тепловом эквиваленте мощность, затрачиваемая тепловым насосом для нагрева шахтных вод, полученных по первому варианту до кондиционных показателей и теплопотребление г.Новгородовка. Коэффициент преобразования теплового насоса принимался в соответствии с разностью температур эксплуатируемых теплоносителей равным трем.

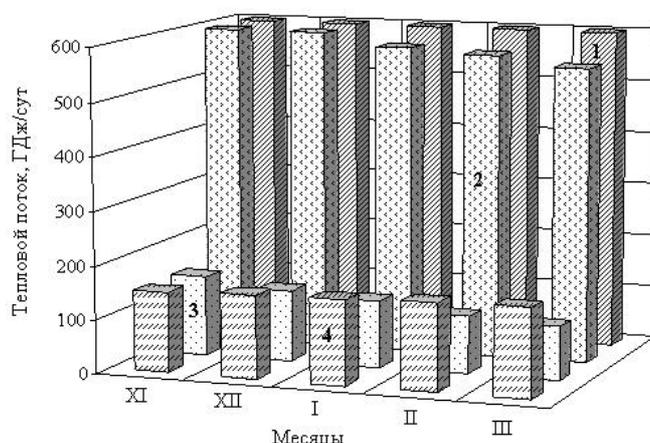


Рис. 4. Производительность теплового модуля на территории поля шахты „Новгородовская 2” в отопительный период: 1 – тепловой поток необходимый для обогрева города Новгородовка; 2, 3 – соответственно количество тепловой энергии вырабатываемое модулем по второму и первому технологическому варианту; 4 – эквивалент мощности, необходимой для нагрева шахтных вод используемых по первому варианту работы геомодуля в тепловом насосе до кондиционных показателей

Анализ рис. 4 показывает, что тепловой ресурс, вырабатываемый геомодулем по второму варианту, практически полностью покрывает тепло-

вые потребности, возникающие во время отопительного периода в г. Новогородовка. Это дает основание рассматривать данную технологическую схему как наиболее перспективную для использования ресурса затопленной шахты „Новгородовская 2”. В случае работы геомодуля по первому варианту получаемый тепловой поток не превысит 150 ГДж/сут, что создаст дефицит теплоснабжения около 450 ГДж/сут. Эффективность первой технологической схемы может быть повышена путем отопления сооружений по системе "теплый пол" или дополнительного нагрева шахтных вод тепловыми насосами. При этом затраты энергии на подогрев теплоносителей до кондиционных показателей в насосах в среднем составят 130-160 ГДж/сут, что втрое меньше возникающего дефицита теплоснабжения.

Выводы. Моделированием процессов геофильтрации и теплопроводности рассчитана температура и естественный тепловой потенциал подземных вод, содержащихся в затопленных выработках шахты „Новгородовская 2”. Показано, что результаты расчетов хорошо согласуются с фактическими данными, а общее количество тепловой энергии, аккумулированной шахтными водами, в среднем составляет 1300 ТДж. Для эффективного использования низкопотенциального тепла шахтных вод обоснованы два технологических варианта работы геомодуля. Первый связан с освоением естественного теплового ресурса шахты. Второй – с его дополнительной активизацией за счет подземного сжигания остаточных запасов угля.

Моделирование теплопереноса при использовании шахтных вод в качестве теплоносителей, выполненное с учетом изменения интенсивности теплового потока поступающего из реакционного канала в затопленные горные выработки, позволило установить, что тепловая энергия, вырабатываемая геомодулем, может полностью покрыть тепловые потребности города с населением 15 тыс. жителей в течение отопительного периода. Использование естественных тепловых ресурсов шахтных вод для отопления зданий без подземного сжигания угольных пластов возможно путем устройства обогрева сооружений по системе "теплый пол" или их дополнительного нагрева в тепловых насосах.

ЛИТЕРАТУРА

- Гончаров С.А. Термодинамика: Учебник. М: Издательство Московского государственного горного университета, 2002, 440 с.
- Ермаков В.Н., Улицкий О.А., Спожакин А.И. Изменение гидродинамического режима шахт при затоплении. Уголь Украины. 1998, № 6. с. 11-13.
- Краснопольский Н.А. Заключение о результатах работы "Прогноз изменения эколого-гидрогеологических условий в границах горных отводов шахты № 2 "Новгородовская", которая ликвидируется, ликвидированной шахты "Селидовская" и шахты им. Д.С. Коротченко, которая подлежит ликвидации, а также смежных с ними действующих шахт (Отчет Артемовской гидрогеологической партии). Артемовск. 2006, 130 с.
- Крейнин Е.В. Подземная газификация угольных пластов. М.: Недра, 1982, 151 с.

- Кузнецов И.А.** Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 1. Угольные бассейны и месторождения юга Европейской части СССР. (Лагутина В.В., Левенштейн М.Л., Попов В.С. и др.). М.: Госгеолтехиздат, 1963, 1210 с.
- Лялько В.И.** Тепло- и массоперенос в подземных водах юго-запада русской платформы и сопредельных регионов: автореф. дис. на соиск. учен. степени докт. геол.-мин. наук: спец. 04.125 "Гидрогеология". Инст. геол. наук АН УССР. К., 1971, 70 с.
- Садовенко И.А., Инкин А.В.** Миграция и теплоперенос вокруг подземного газогенератора. Днепропетровск: "Грани", 2012, 282 с.
- Садовенко И.А., Инкин А.В.** Оценка эффективности теплового модуля на основе ресурсного потенциала затопленной шахты. Вестник Кременчугского национального университета им. Михаила Остроградского, 2013. Вып. 3 (80), с. 123-127.
- Садовенко И.А., Рудаков Д.В., Инкин А.В.** Моделирование теплопереноса в водоносном горизонте при аккумуляции и отборе тепловой энергии. Научный вестник НГУ, 2012, № 1, с. 40-45
- Садовенко И.А.** Синтезирование численных моделей при решении задач управления геофильтрационным состоянием горного массива. Известия вузов. Геология и разведка. 1991, № 12, с. 19-22.
- Садовенко И.А.** Численное исследование особенностей теплового поля вокруг подземного газогенератора // Сборник научных трудов НГУ, 2012, № 39, с. 11-20.
- Wieber G. A.** Source of Geothermal Energy – Examples from the Rhenish Massif. Mine Water: In: Technical University of Ostrava Faculty of Mining and Geology, In: Proceedings of the 10th IMWA Congress –2008.in Karlovy Vary, Check Republic, p.113-116.

Рецензент Муридджанян Р.

**ՈՂՈՂԱՏԱՐՎԱԾ ՀԱՆՔԱՀՈՐԵՐԻ ԶԵՐՄԱՅԻՆ
ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ
ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ**

Ի.Ա. ՍԱԴՈՎԵՆԿՈ, Ա.Վ. ԻՆԿԻՆ

“Նովոգրադովսկայա 2” ողողատարված հանքահորի երկրաբանա-ինժեներատրակրաբանական առանձնահատկությունների և աշխատանքի լեռնատեխնիկական պայմանների վերլուծության հիման վրա “MODLOW v. 4.5” ծրագրային համալիրում ստեղծվել է թվային մոդել, որն արտահայտում է նրա տարածքում գեոֆիլտրացիայի պրոցեսները: Հակադարձ խնդրի լուծման արդյունքում սպացուցվել է մշակված մոդելի ճշտությունը, որի օգնությամբ գնահատվել է ստորգետնյա ջրերում և ածխի մնացորդային պաշարներում պարփակված հանքահորերի էներգետիկ ռեսուրսները: Ցույց է տրված փոքր հզորության և ոչ կոնդիցիոն ածխային շերտերի ստորգետնյա այրման ճանապարհով այդ ռեսուրսի ակտիվացման հնարավորությունը: Հաշվարկների արդյունքում բացահայտված է, որ ջերմային էներգիան, որը կենտրոնացված է հանքահորերի դաշտի սահմաններում, կարող է շահագործվել աշխատանքում առաջարկված տեխնոլոգիական սխեմաներով և ամբողջությամբ կծածկի նրա մոտակա քաղաքի ջերմաէներգետիկ պահանջարկը ջեռուցման ժամանակաշրջանի ընթացքում:

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITIES OF USING THERMAL RESOURCES OF FLOODED MINES

I.A. Sadovenko and A.V. Inkin

Based on the geological and engineering-geological characteristic features of “Novogradskaya 2” flooded mine and on the analysis of the mining-engineering conditions, “MODLOW v. 4.5” software package was applied to create a numerical model that reflects the geo-filtration processes in its area. The accuracy of the developed model is proved by the results of solution of the inverse problem; the model helped to assess energy resources of the mines enclosed in ground waters and residual coal reserves. The possibility of activating this resource through underground combustion of not thick and off-grade coal seams is demonstrated. The calculations proved that the thermal energy concentrated in the mining field area could be exploited according to the technological schemes proposed in the work and would -cover the thermal energy needs of the nearby town throughout the heating period.