

Применение оборудования ВВК, с последующей обработкой полученной цифровой фото и видео информации при помощи методики определения величины видимого раскрытия трещин, для исследования состояния горного массива, увеличит достоверность получаемого комплекса данных, и повысит оперативность их анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ состояния современных технических средств для визуального внутрискважинного контроля состояния горного массива. Зайцев М.С. Межвед. сб. научных трудов «Геотехническая механика». ИГТМ НАН Украины. Днепропетровск, - 2004. - Вып.48. - С. 199-205.
2. "Инструкции по визуальному и измерительному контролю". Постановление N 92 11 июня 2003 г (Д) Федеральный горный и промышленный надзор России.
3. Kamera introskopowa do badania struktury skal w otoczeniu otworu wiertniczego. Lukasz Stopyra "GASTOP", P. H. U. Krakow 2003. – 5 с
4. Система скважинного видео "HAWKEYE II™". "Argosy Technologies Ltd." М, 2004. – 5 с.
5. Видеокартаж. ЗАО "Союзгеопром Сервис" <http://www.sgps.ru>
6. Выбор средств документирования и обработки результатов эндоскопии УДК 621.43.(075) О.К. Безюков, С.В. Супруненко, А.В. Некрасов, Россия, Научно-технический центр "Оптические системы контроля", Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций, <http://www.endoskop.ru/publications/p3/index.html>
7. Технические эндоскопы – приборы для визуального контроля труднодоступных объектов, Сирота Геннадий Анатольевич Россия, Научно-технический центр "Оптические системы контроля", Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций <http://www.endoskop.ru/publications/p6/index.html>

УДК 622.51

Асп. О.Ю. Квашук,
асп. Н.А. Дьяченко (УкрНИМИ)

ДИНАМИКА ВОДОНАСЫЩЕНИЯ ПОДРАБОТАННОГО МАССИВА ТЕРРИТОРИИ ЛИКВИДИРОВАННЫХ ШАХТ ГОРОДА ДОНЕЦКА

У роботі розглянута і проаналізована динаміка водонасичення підробленого і затоплюваного масиву гірських порід території Пролетарсько-Будьоннівського району м. Донецька. Зроблена спроба вивчення й аналізу конкретної динамічної обстановки на базі реальних даних п'єзометричних спостережень і накопиченого досвіду в галузі застосування адекватних програмних засобів і методів інтерпретації одержаної інформації.

THE DYNAMICS OF UNDERMINED ROCK MASS WATER SATURATION AT THE AREA OF LIQUIDATED MINES IN DONETSK

The dynamics of water saturation of the undermined and flooded rock mass at the area of Proletarsko-Budyonnovsky district in Donetsk is considered and analyzed. An attempt was made to study and analyze specific dynamic conditions based on actual data of piezometric observations and accumulated experience in the field of application of appropriate software and interpretation methods of the data obtained.

Угледобывающая промышленность, как и весь горнопромышленный комплекс Украины, является мощным техногенным фактором воздействия на окружающую среду и вызывает ее негативное преобразование.

С середины 90-х гг. угольная отрасль Украины проходит этап реструкту-

ризации. В соответствии с программой «Уголь Украины», ряд нерентабельных шахт поставлен на «мокрую консервацию», которая подразумевает естественное восстановление уровней подземных вод путем отключения шахтных водоотливных установок. Последний способ закрытия шахт наиболее широко применяется на сегодня в Украине — 90% шахт консервируется мокрым способом.

Затопление шахты – долговременный процесс, протекающий в блочном массиве, нарушенном горными работами в сложных горно-геологических условиях. Протекающие при затоплении шахты гидродинамические процессы в системе «подработанный массив - шахтная вода» изучены еще весьма слабо, поэтому сегодня весьма актуально изучение гидродинамических и геомеханических процессов при ликвидации угольных предприятий. Результаты существующих математических моделей гидрогеологических процессов подтверждаются далеко не в каждом случае. Это и предопределило необходимость более тщательного изучения конкретной обстановки и накопления опыта анализа динамики обводнения нарушенного массива горных пород на базе реальных данных пьезометрических наблюдений в результате ликвидации угольных предприятий.

Исследованием этих процессов занимаются специалисты различных научных направлений: геологи, геомеханики, гидрогеологи [1-4]. Тем не менее, темпы роста фактического уровня подземных вод при консервации шахт Пролетарско-Буденновского района г. Донецка до настоящего времени не рассматривались. Территория Донецко-Макеевского угледобывающего района Донбасса в силу сложного геологического строения и структурно-тектонической позиции в данном аспекте изучена слабо.

В данной работе предложен анализ гидродинамической обстановки, сложившейся на территории исследования за период 2003-2005 гг., с учетом осложняющих факторов.

Исследуемый район (рис. 1) расположен на застроенной территории г. Донецка и охватывает отработанные площади ликвидированных шахт Пролетарско-Буденновского района: №9 «Капитальная», №6 «Красная Звезда», ш/у им. газеты «Правда» (№12/18, №2, №8, №13), №8 «Чулковка», №8 «Наклонная». Общая площадь составила 40 км².

Недра района сложены породами каменноугольного возраста, представленными его верхними и средними отделами (свиты C_2^1 , C_2^2 , C_2^3 , C_2^4 , C_2^5 , C_2^6 , C_2^7 , C_3^1), почти повсеместно перекрыты маломощными отложениями четвертичного и местами палеоген-неогенового возрастов.

В таблице 1 представлены сведения об отработанных угольных пластах.

В тектоническом отношении район исследований приурочен к юго-восточной части Кальмиус-Торецкой котловины, к ее крупному тектоническому блоку, ограниченному на западе и юге Первомайским и Мушкетовским надвигами, а на востоке и севере дизъюнктивной зоной, состоящей из серии разрывов: Надвиг № 2, Восточный надвиг.

Секущее положение в блоке занимает надвиг Провиданс. Первомайский

надвиг имеет простирание, варьирующее в пределах $20 - 30^\circ$, угол падения плоскости сместителя в приповерхностной части разреза 50° , с глубиной имеет тенденцию к выполаживанию до 20° . Стратиграфическая амплитуда смещения изменяется от 70 до 450 м. Надвиг Провиданс имеет простирание $270 - 310^\circ$, амплитуду смещения до 40 м, угол падения $60-20^\circ$, выполаживание происходит при пересечении с Мушкетовским и Первомайским надвигами. Надвиг состоит из серии ветвей. Сброс и надвиг Провиданс образуют сложную взаимодействующую систему сбросо-надвига. Наряду с крупными тектоническими формами широкое распространение получила система мелкоамплитудных разрывов, соосных простиранию региональных дизъюнктивов. Простирание каменноугольных отложений преимущественно северо-западное, почти широтное. Углы падения пород в блоке изменяются от 3° до 15° , в зонах тектонических нарушений достигают 25° . Наиболее крупные разрывные нарушения – Мушкетовский и Первомайский надвиги характеризуются наличием значительных зон дробления пород: для Мушкетовского надвига она составляет в среднем 46,7 м, для Первомайского – 63 м. [5].

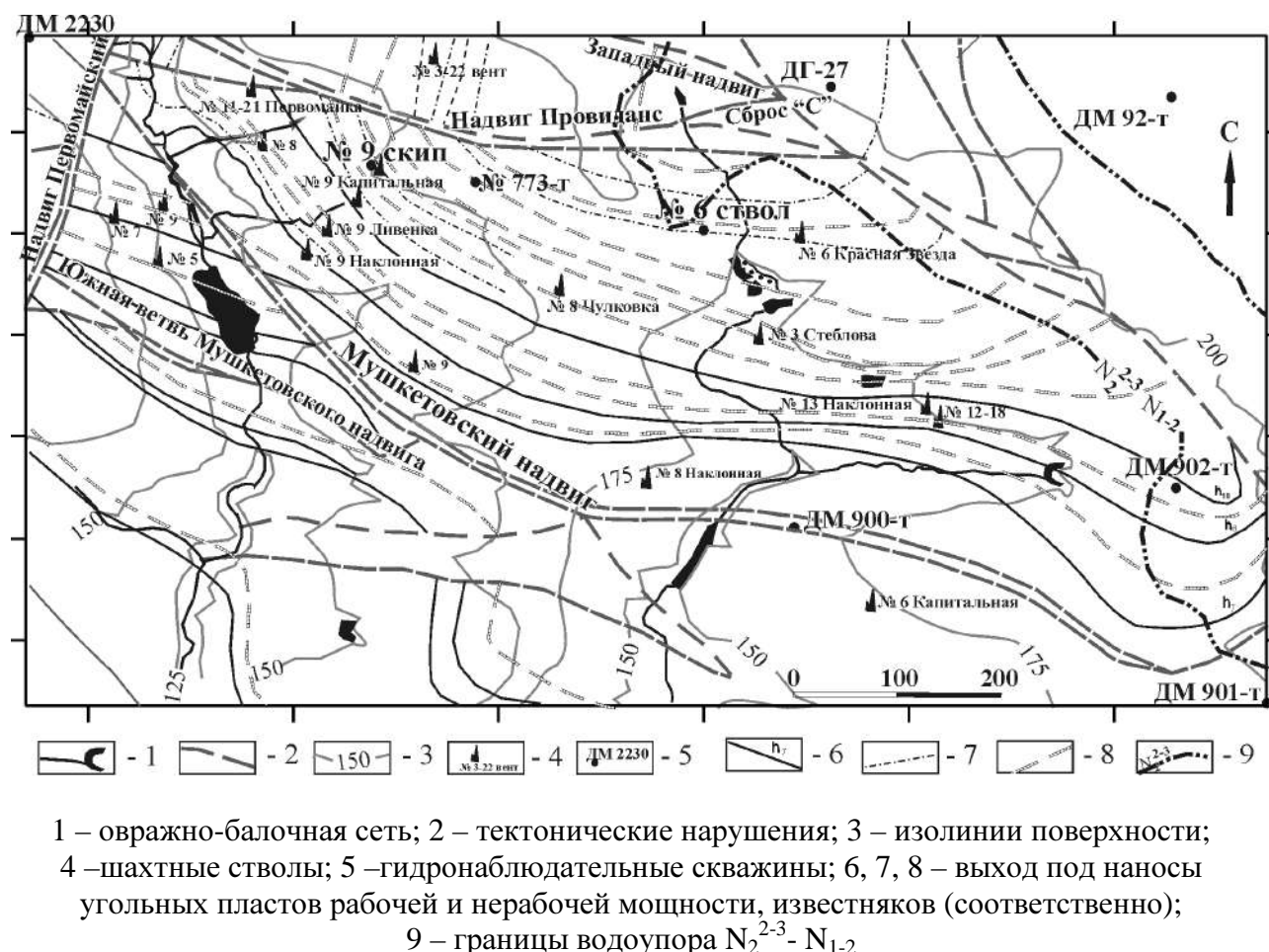


Рис. 1 - Геологическая карта территории исследований с детализацией сети гидронаблюдательных скважин

Таблица 1 – Краткая характеристика ликвидированных шахт и отработанных угольных пластов исследуемой территории.

Шахта	Наименование пласта	Абс. отметка отработки, от /до, м	Ср. мощность угольного пласта, м	Годы отработки от-до
№ 12 Наклонная	g_2	-20 /-150	0,78	1983 - 1998
	h_3	+120 /-350	0,91	1955 - 1991
№ 6 Красная Звезда	h_6	-200 /-310	0,87	1940 - 2000
	h_7	-135 /-292	1,33	1914 - 1996
	h_8	-125 /-181	0,88	1949 - 1981
	h_{10}	+10 /-155	1,19	1915 - 1970
№ 9 Капитальная	h_2^1	-90 /-380	0,61	1952 - 1996
	h_3	-60 /-412	0,71	1950 - 1995
	h_6	-20 /-300	1,04	1913 - 1998
	h_7	-70 /-280	0,93	1912 - 1989
	h_{10}	+90 /-192	0,87	1904 - 1973
№ 6	h_7	+138 / +98	0,93	1904 - 1932
№ 12-18	h_3	+115 /-255	0,67	1955 - 1989
	h_4	+120 /-380	1,07	1974 - 1995
	h_7	+110 /-110	1,10	1909 - 1940
	h_8	+110 /-140	0,70	1945 - 1964
	h_{10}	+120 /-20	1,21	1908 - 1956
№ 8 Наклонная	h_3	/ -390	0,66	1909 - 1974
№ 8	h_8	/ -200	1,09	1904 - 1956
№ 2 (два крыла) (два крыла)	h_3	+125 /-370	0,68	1900 - 1984
	h_2^1	+80 /-370	0,66	1958 - 1990
	h_2	+75 /-345	1,07	1961 - 1988
	g_2	-250 /-360	0,82	1990 - 1994
№ 11-21	h_8	/ -250	1,18	1914 - 1967
	h_6	/ -20	1,52	1904 - 1959
№ 12	h_8	/ -172	1,2	1915 - 1956
№ 9 Наклонная	h_8	/ -140	1,23	1912 - 1950

Подземные воды на описываемой территории приурочены к четвертичным, палеоген-неогеновым и каменноугольным отложениям. Основным водоносным комплексом являются средне-верхнекаменноугольные отложения $C_2^1-C_3^1$. Они развиты повсеместно и приурочены, в основном к трещиноватым песчаникам и известнякам. Коэффициент фильтрации известняков составляет в среднем 1,2 м/сут (максимально 3,36 м/сут), песчаников – в среднем 0,048-0,096 м/сут (максимально 4,8 м/сут). В зоне активного выветривания пород карбона, которая развита до глубины 30-70 м, разобщенных водоносных горизонтов нет. Всю эту зону можно считать одним горизонтом со свободной поверхностью. Ниже этой зоны песчаники и известняки разделены водоупорными сланцами и являются напорными трещинно-пластового типа. Пьезометрический уровень подземных вод находится на абсолютной отметке +155 м. Питание комплекса атмосферное в местах выхода пород на поверхность. В той части района, где карбон покрыт кайнозойскими отложениями,

водоносные горизонты угленосной толщи обеспечиваются постоянным источником питания покровных отложений, что обуславливает стабильность водопритоков в существующие горные выработки. Немаловажную роль в формировании водопритоков играет овражно-балочная сеть, широко развитая в пределах района исследований, предопределяющая гидродинамическую связь с подземными водами коренных отложений (рис. 1).

Основные горные работы приходятся на зону активного водообмена (до 500 м). В связи с неравномерным развитием трещиноватости, водообильность горизонтов карбона по глубине и площади различна. С глубиной она уменьшается в связи с затуханием открытой трещиноватости. По данным ГП «Донуглереструктуризация» водопритоки по шахтам варьируют в пределах 70-470 м³/ч.

По данным [6] следует, что на момент закрытия на полях шахт, входящих в состав шахтоуправления «Красная Звезда» и шахтоуправления им. газеты «Правда» сформировались обширные депрессионные воронки, которые объединились в одну общую. Диаметр этой воронки достигает 10-12 км. Однако, нельзя утверждать, что поверхность образовавшейся депрессии имеет правильную форму. В связи с неоднородностью массива и различной степенью подработки, коническая форма воронки неравномерно искажена. Ведущим процессом формирования и развития локальных и региональной депрессий уровней подземных вод является долговременная дестабилизация режима подземных вод при эксплуатации горнодобывающих предприятий, которая привела к изменению конфигурации и направлений потоков подземных вод, источников формирования их ресурсов и к объединению их в единый водоносный горизонт с последующим изменением природных гидродинамических условий. К сожалению, точный расчет объема затапливаемого свободного пространства практически невозможен. Степень геомеханической нарушенности горного массива различна, водой заполняется не полный объем выработок. При таком расчете необходимо учитывать множество факторов, как то: задавленность вследствие обрушения пород кровли и пучения почвы, последующие оседания земной поверхности, наличие оставшегося на фланговых участках выработок воздуха – "воздушные пузыри" [7] и локальные скопления газа [8] (сокращение объема пустот); развитие техногенной трещиноватости и наличие средне- и малоамплитудной тектонической нарушенности, суффозионные процессы (увеличение объема). После Великой Отечественной войны, был введен термин "коэффициент заполнения выработанного пространства", который варьирует в широких пределах от 0,3 до 0,8.

При затоплении шахт эти факторы предопределяют формирование напорно-безнапорной фильтрации в затапливаемом массиве. Немаловажным в распределении напоров является и контролируемый сброс воды с одной шахты на другую, который приводит к возникновению локальных аномальных зон гидравлических градиентов.

В настоящей работе для анализа динамики пьезометрического уровня подземных вод использованы данные наблюдений, проводимых ГП «Донуглереструктуризация» по сети наблюдательных скважин, расположенных на полях

ликвидированных шахт. Частота замеров – 2 раза в месяц. В период интенсивного выпадения осадков – ежедневно. Нами обобщены трехлетние наблюдения замеров уровня подземных вод за 2003-2005 гг. (таблица 2).

Таблица 2 – Сведения о режимных наблюдениях по гидронаблюдательным скважинам на горных отводах ликвидируемых шахт участка исследований

Поле шахты	№ скв.	Абс. отм. устья, м	Абс. отм. уровня воды в скв., м		
			04-2003 г.	04-2004 г.	04-2005 г.
№ 20	901-г	+199,3	193,5	196,3	196,4
№ 12-18	902-г	+189,1	-111,9	-104,0	-97,5
№ 12 Наклонная	92-Г	+203,1	-225,0	-217,3	-217,2
№9 Капитальная	773-г	+181,1	-265,9	-180,0	-63,1
	скип. ст. №9	+175,8	сухая	-135,63	-56,28
Мушкетовская	ДМ-2230	+170,2	-192,8	-188,2	-181,4
№6 Кр. Звезда	ст. №6	+185,8	-190,0	-130,2	-70,5

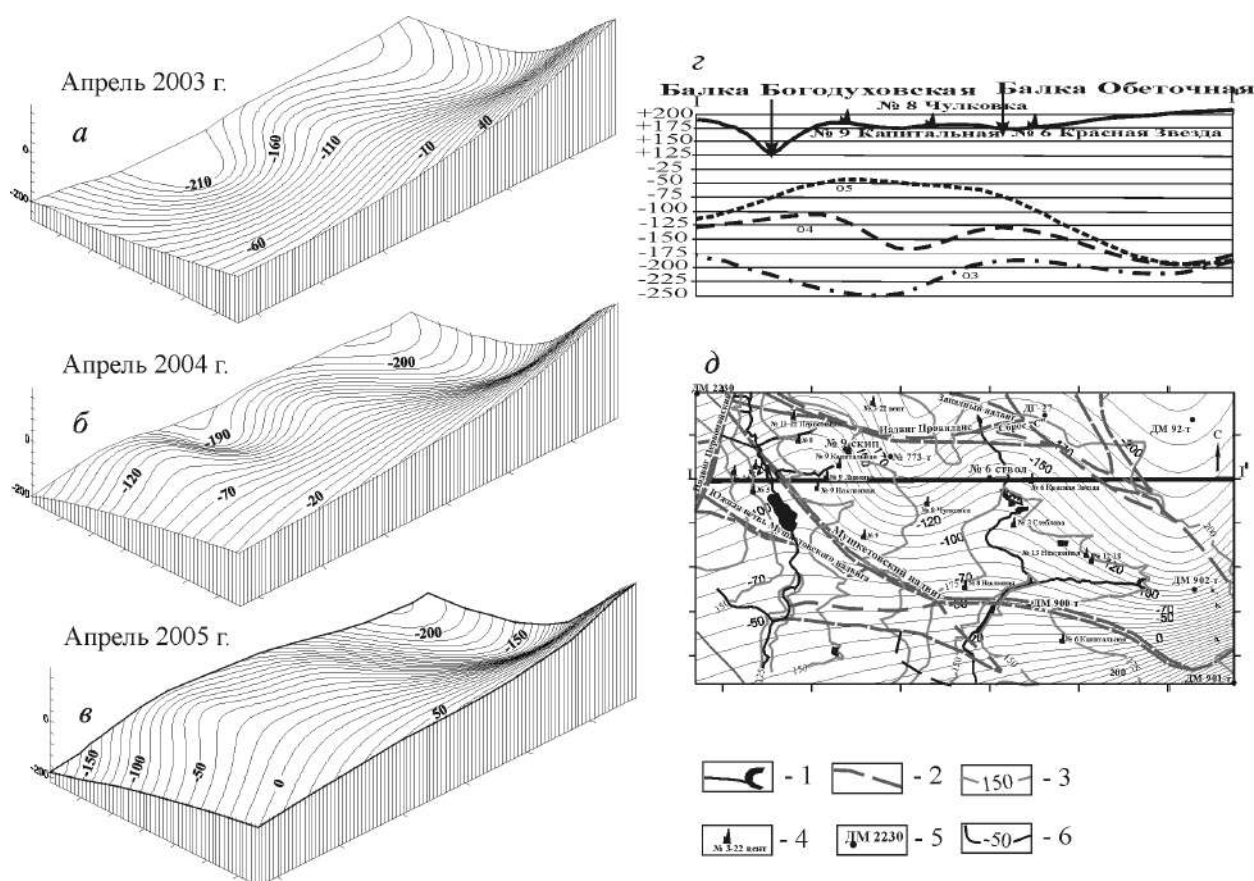
С целью корректности используемой информации, анализу подвержены фактические замеры за один и тот же временной период (1 год), выполненные в апреле 2003 – 2005 гг.

Современные методы компьютерной обработки позволили использовать в качестве формального признака реальную физическую характеристику исследуемого процесса (абсолютные отметки положения уровня подземных вод) и произвести оценку характера проявления гидрогеологических процессов в виде зависимости ее проявления не только в разрезе, но и по площади.

По результатам обработки пьезометрических наблюдений построены карты уровня подземных вод каменноугольных отложений (рис. 2, а-в) с использованием интерполирующей функции, задача которой найти такую поверхность, которая проходит непосредственно через точки наблюдений и отражает количественную характеристику уровня подземных вод. При построении основным методом, обеспечивающим вычисление показателей на всем участке, является метод мультиквадриковой интерполяции [9]. Данный метод обеспечивает высокую точность интерполяции и позволяет визуализировать распределение того или иного параметра по площади в виде изолинии.

Сопоставление полученных карт на различные периоды времени, позволяет говорить о том, что фильтрационный поток направлен с ЮВ на СЗ и соответствует направлению уклона земной поверхности (рис. 2, а-в). В данном направлении он переходит из плано-пространственного в радиальный. На 1-ом этапе основная депрессия соответствует горным работам поля шахты №9 «Капитальная» с абсолютной отметкой –250 м. Впоследствии наблюдается смещение депрессионной воронки к СВ на границу шахтных полей №9 «Капитальная» и №6 «Красная Звезда», подработавших систему сбросо-надвиг Провиданс как в висячем, так и лежащем крыльях и ранее действующей шахте № 8 «Чулковка», достигнув абсолютной отметки –168 м. В то же время начинает формироваться локальная депрессия, пространственно соответствующая горным работам шахты №6 «Красная Звезда», абс. отм. –195 м.

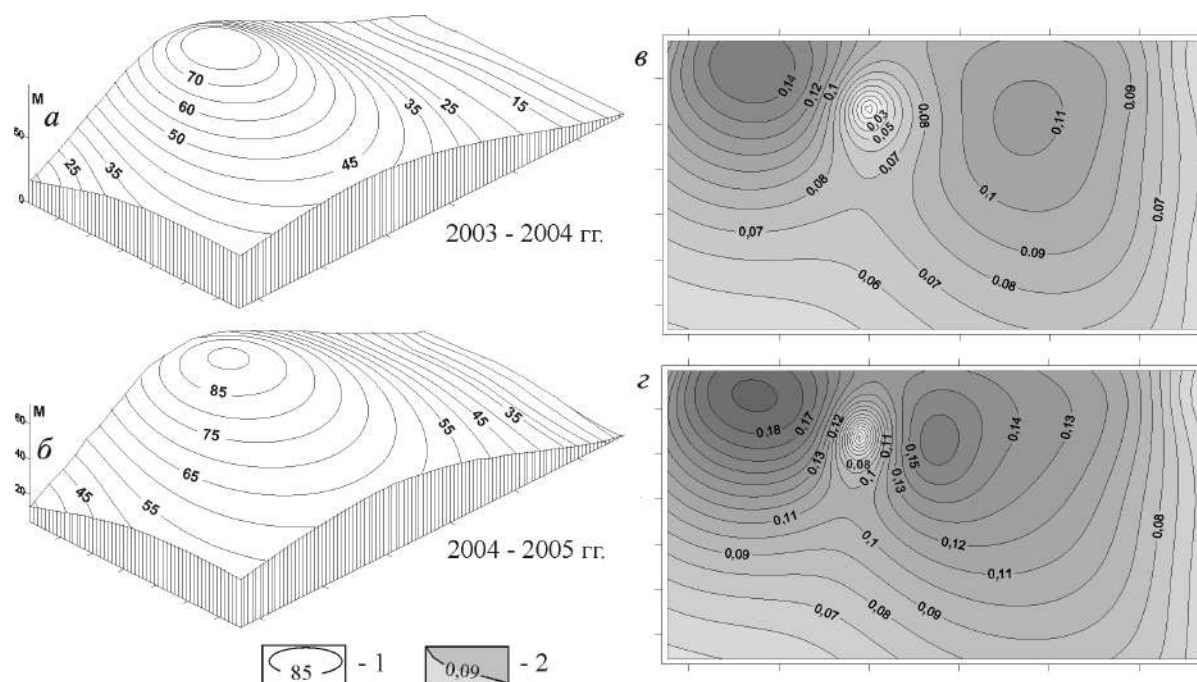
Данный участок наиболее интенсивно подработан (табл. 1), что определило сдренированность подземных вод на значительную глубину. На период 2005 г. отмечается смещение депрессии в северном направлении, по всей видимости обусловленное сбросом воды на эксплуатируемую шахту «Глубокая» (рис. 2, з). Языкообразная вытянутость изолиний в плане в СЗ направлении контролируется простиранием и площадным расположением тальвегов балок Обеточная и Богодуховская, ●●●●●●●● механизм дренажа поверхностных вод в зону выработанного пространства (рис. 2, д). Соответственно характеру изменения напоров изменяются и величины их градиентов, наибольшие значения которых отмечаются в ЮВ части участка.



а – в) картограммы уровня подземных вод на различные периоды наблюдений; г) разрез по линии I-I' с совмещением пьезометрического уровня на различные моменты времени и рельефа земной поверхности; д) совмещенная тектоническая карта и карта гидроизопез (за 2004 г.): 1 – овражно-балочная сеть; 2 – тектонические нарушения; 3 – изолинии поверхности; 4 – шахтные стволы; 5 – гидронаблюдательные скважины; 6 – изолинии уровня подземных вод

Рис. 2 – Динамика уровня подземных вод каменноугольных отложений

Для количественной оценки скорости затопления, а также выявления возможных аномальных локальных участков, более полезны картограммы разностей уровней поверхностей за определенные промежутки времени (рис. 3, а-б). Они позволяют визуализировать в плане участки максимального и минимального затопления массива горных пород и их интенсивность.



1 – изолинии скорости затопления; 2 – изолинии градиентов интенсивности затопления
 Рис. 3 - Картограммы разностей уровней поверхностей (скорости затопления) за определенные промежутки времени (а, б) и их градиентов (в, г)

Расчетный приток по шахте №9 Капитальная составил $471,92 \text{ м}^3/\text{час}$ и соответствует фактическому ($473 \text{ м}^3/\text{час}$), что позволяет убедиться в правильности построений. При расчете учитывалась площадь выработанного пространства и средняя скорость затопления по картограмме (рис. 3, а).

Практически линейная форма изолиний при анализе картограммы градиентов скорости затопления (рис. 3, в-г) позволяет говорить о контролирующем влиянии плоскости сместителя Мушкетовского надвига на формирование интенсивности затопления на данном участке, разделяя его на два различных гидродинамических блока. Наибольшие перепады градиентов соответствуют СВ блоку. Максимумы градиентов (0,14 и 0,11) – первый период наблюдений, образуя градиентные воронки в СЗ и СВ части территории, в последствии смещается к центру с увеличением значений соответственно: 0,19 - 0,17, в то время как ЮВ блок лежащего крыла Мушкетовского надвига образует практически «плоское дно» со значением градиента 0,05-0,07. Данная тектоническая структура раннего заложения с зоной дробления 80-140 м вскрыта большим количеством горных выработок и разведочных скважин. При вскрытии дизъюнктива притоков не наблюдалось (табл. 3) как и в большинстве крупных надвигов Донецко-Макеевского района (Итальянский, Французский) [10]. Подобное распределение изолиний градиентов обусловлено наличием в массиве горных пород выработанного нарушенного пространства, образовавшего этажные перепады собственно водного потока. Минимум значений градиентов (0,01-0,05) соответствует максимальной скорости затопления именно выработанного пространства. Следовательно, чем меньше значение градиента интенсивности затопления, тем выше скорость затопления горных выработок.

Таблица 3 – Вскрытие зон тектонических нарушений горными выработками

Тектоническое нарушение	Шахта	Пласт	Вскрывающая выработка	Абс. отм., м	Приток, м ³ /ч
Сброс Провиданс	№ 6 Красная звезда	h_8	Накл. вспом. кв-г 1 сев. укл.	- 136,8 / -137,2	капеж
Надвиг Провиданс	№ 6 Красная звезда	h_8	Накл. вент. кв-г 1 сев. укл.	- 125,0 / -136,3	капеж
Надвиг Провиданс	№ 6 Красная звезда	h_8	3 вост. бис вент. штр. и лава	- 102,3	вода из почвы
Оперение н-га Провиданс (серия трещин)	№ 6 Красная звезда	h_{10}	1 южная лава	-98,0	до 5 (кратковременно)
Оперение н-га Провиданс (серия трещин)	№ 6 Красная звезда	h_{10}	10-бис северная лава	-90,0	до 5 (кратковременно)
Надвиг Провиданс (459 м – трещина)	№ 12 Наклонная	g_2	Корен. отк. штр.	-142,0	100
Мушкетовский н-г (висячее крыло)	№ 2	h_3	Вент. ход. и тр. уклон 1 юж. пан.	-180,6	сухо
Мушкетовский н-г	№ 12-18	h_2	Накл. кв-г с №6 Капитальная	-5,0	незнач. капеж
Апофиза Мушкетовского н-га	№ 8 Наклонная	$g_2 - h_2$	Гор. кв-г с № 8 и № 2	-108,4	сухо

В данной работе не ставилась цель всеобъемлющего анализа динамики водонасыщения подработанного и затапливаемого горного массива с учетом влияния возможных осложняющих факторов. Авторами предпринята попытка изучения и анализа конкретной динамической обстановки обводнения нарушенного массива горных пород на базе реальных данных пьезометрических наблюдений и накопления опыта в области применения адекватных программных средств и методов интерпретации полученных данных. Важность и актуальность изучения динамики и изменения направления движения подземных вод в затопленных выработках несомненны.

Анализ полученных результатов и их сопоставление с данными горных и геологоразведочных работ, позволяет констатировать следующие закономерности развития современной гидродинамической ситуации на участке исследований.

Вследствие затопления шахт уровень подземных вод на момент 04. 2005 г. поднялся до абсолютной отметки: $\min = -217,2\text{ м}$; $\max = +196,4\text{ м}$. В центральной части исследуемого района абсолютная отметка уровня составляет $-63,1\text{ м}$ (поле шахты № 9 Капитальная). На момент 2005 г., в основном, практически затоплены горные работы шахт по угольным пластам h_6, h_7, h_8 , (поле шахты № 6 Красная Звезда); h_2^1, h_3, h_7 , (поле шахты № 8 Капитальная); в стадии затопления находятся горные работы шахт № 12-18 (по пластам h_8, h_7), № 8 Наклонная, № 12 Наклонная, № 6, № 2, № 8 (соответственно по пластам $h_3, g_2, h_4, h_2^1, h_2$). Фильтрационный поток направлен с ЮВ на СЗ и соответствует направлению уклона земной поверхности. Скорость затопления в централь-

ной северной части участка достигла 80 м/год за период 2003-2004 гг и 90 м/год за период 2004-2005 гг. Система сбросо-надвига Провиданс не выполняет функцию гидрогеологического экрана и образованная вследствие ее развития зона интенсивной трещиноватости способствует свободному перетеканию воды в нарушенном массиве. Значение градиента интенсивности затопления обратно пропорционально скорости затопления горных работ. При затоплении шахт сформировался напорно-безнапорный режим фильтрации в затапливаемом массиве.

Построение предложенных карт и картограмм с целью изучения динамики движения подземных вод при «мокрой консервации» позволит в кратчайшие сроки восстановить истинную картину основных тенденций гидродинамического поведения массива горных пород в ходе решения вопросов строительства, природоохранных мероприятий, защиты зданий и сооружений на подработанных и законсервированных территориях.

Анализ процесса восстановления гидростатического уровня и проблем обводнения техногенно-осушенных зон на подработанных территориях в случае прекращения перетока шахтных вод на ликвидируемых шахтах, является чрезвычайно актуальным, в связи с чем возникает необходимость использования для исследования ArcGIS, имеющей более 20 функций, предназначенных для гидрологического моделирования (Flowdirection, Flowaccumulation, Streamorder) по данным фактических наблюдений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.С. Четверик, Е.В. Андрощук. Теория сдвижения массива горных пород и управления деформационными процессами при подземной выемке угля. Днепропетровск: РИА «Днепр –VAL».- 2004. – 148 с.
2. Ермаков В.Н., Улицкий О.А., Котелевец Е.П. Изменение гидродинамических условий и их роль в подтоплении при закрытии Брянковской группы шахт. Уголь Украины. - 2000. - №1.- С. 13-15.
3. Гавриленко Ю.Н., Ковалев К.В., Ермаков В.Н., Шиптенко А.В. Геомеханический мониторинг при затоплении горных выработок ликвидированных шахт Стахановского региона. - Уголь Украины. – 2004. - №9. – С. 20-25.
4. Беседа Н. И., Сляднев В. А., Яковлев Е. А. Проблемы экологии в Донбассе в связи с реструктуризацией угольной промышленности. - Уголь Украины.- 1997.- № 6. – С. 11-13.
5. Дьяченко Н.А., Дуброва Н.А. Блочная делимость и современные геодинамические процессы в Донецко-Макеевском районе Донбасса. / 36. наукових праць НГУ №23 – Дніпропетровськ: РВК НГУ. – 2005. – С. 110-120.
6. Фондовые материалы геологоразведочных и производственных организаций (Отчет по эколого-гидрогеологическому изучению и обследованию шахт Буденовского и Пролетарского районов г. Донецка // ПО «Укрруглегеология» /Донецк, 2000).
7. Ермаков В.Н., Семенов А.П., Улицкий О.А., Котелевец Е.П., Тарахкало А.В. Развитие процессов подтопления земной поверхности под влиянием закрывающихся шахт. Уголь Украины.- 2001.- №6.- С. 12-13.
8. Білокопитова Н.А., Подвігіна О. О., Синах В.Ю. Оцінка впливу газонасиченості порід на фільтрацію підземних вод гірничо-видобувних районів Донбасу. / 36. наукових праць НГУ №23 – Дніпропетровськ: РВК НГУ. – 2005. – С. 169-178.
9. Шульмин М.В., Миттельман Е.Я. Мультиквадриковый метод аппроксимации топографической поверхности // Геодезия и картография.- 1974 - № 2. - С. 40-52.
10. Гидрогеология СССР. Том 6. Донбасс. Под. ред. Сидоренко А.В.– М.: «Недра». – 1971. –338 с.