

УДК 622.33

*Ю.И. Кураков, И.Н. Маликов, А.М. Безуглов,  
В.Г. Суворов, Н.Н. Мельникова*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА РОССИЙСКОГО ДОНБАССА**

Семинар № 7

**Н**а потери угля при подземной разработке месторождений влияют как технологические факторы, так и эколого-социальные.

Бережное отношение к «черному золоту» диктует необходимость не только его рационального использования, но и изучение факторов, влияющих на экологический климат шахтерских городов и поселков.

Технология комплексного использования добываемой горной массы при разработке угольных месторождений должна сочетаться с процессами развития экосистемы. Закрытие угольных шахт в условиях спада экономики диктует необходимость изучения и внедрения новых биотехнологий, способствующих очистке шахтных вод, десульфуризации угля и т.д.

Мероприятия по уменьшению вредного воздействия на окружающую среду при подземной разработке угольных месторождений мало эффективны без горно-экологического мониторинга, включающего комплекс мероприятий системы контроля, анализа и оценки состояния окружающей среды.

ОАО «Компания «Ростовуголь» являлось до 1992 г. одним из крупнейших в угольной отрасли России, в его состав входили 26 шахт и шахтоуправлений, 10 углеобогатительных фабрик, ремонтно-механический завод, погружно-транспортное управление и др. предприятия.

Постоянными экологически опасными объектами следует считать 4 действующих породных отвала ОАО «Компания «Ростовуголь», 49 недействующих и не горящих, 6 горящих. Выбросы вредных веществ в атмосферу от породных отвалов ежегодно составляют по разным оценкам оксида углерода – более 120 т, двуокиси серы – около 13 т, оксида азота – 1 т, се-

роводорода – 6 т, неорганической пыли – более 13 т. Поскольку на оставшихся в эксплуатации шахтах образуется 900 тыс. т в год горной массы, а утилизируется около 200 тыс. т, то количество отходов угледобычи в ОАО «Компания «Ростовуголь» постоянно растет.

На предприятиях ОАО «Компания «Ростовуголь» ежегодно образуется до 90 млн. м<sup>3</sup> вод подлежащих очистке. Кроме того, эксплуатируются 84 промышленных и 174 коммунальных котельных. Все вышеперечисленные объекты являются источниками загрязнения атмосферы. Так под действием водной и ветровой эрозии с породных отвалов уносятся мельчайшие частицы породы, загрязняющие атмосферу и почву, при горении горная масса выделяет вредные для здоровья газы.

На горящем породном отвале шахты им. Артема в районе, где проживают жители машзавода, рабочем поселке и др. прилегающих поселков концентрация пыли превышала санитарную норму в 11 раз, сернистого ангидрида в 8,4 раза, оксида углерода в 10,4 раза, сероводорода в 12,5 раз.

Конические породные отвалы подвержены самовозгоранию, т. к. в настоящее время не разработана оптимальная технология по профилактике самовозгорания. Вместо конических отвалов организованы плоские породные отвалы с вывозкой породы автотранспортом. Эти отвалы организуются в оврагах, балках, отработанных карьерах по согласованию с землеиспользователями. Такие отвалы действуют на шахтах «Майская», им. Кирова, «Тацинская», «Наклонная», ШУ «Горняцкое». В ОАО «Ростовуголь» эксплуатируется 33 породных отвала, из которых 25 плоских. Ежегодно в эти отвалы вывозилось до 5 млн. м<sup>3</sup> породы. Рядом с крупными породными отвалами шахт им. Ленина,

им. газеты «Комсомольская правда», ШУ «Соколовское», ш. «Глубокая» организована эксплуатация глиняных карьеров. Глина является инертным материалом для профилактики процессов самовозгорания.

За время обследования на территории шахтного поля были обнаружены провалы земной поверхности на промплощадке шахты № 6 (провал размером 3,5×6,0 м глубиной до 6,0 м). на промплощадке шахты № 1 – бис (размер 2,0×1,0, глубиной до 10,0 м). на промплощадке бывшей шахты «Новая мойка» (провал размером 9,0×10,0, глубиной до 5,0 м), провал на промплощадке шахты № 8 (диаметр провала 4,5 м, глубиной до 1,0 м. Кроме этого были выявлены доступы в горные выработки – вентиляционный канал шурфа № 6.

Все обнаруженные провалы и оседания земной поверхности относятся к ранее действующим выработкам с незначительной глубиной.

Провалы и оседания земной поверхности, а также вскрытые горные выработки огорожены подручными средствами, о выявленных геологических нарушениях немедленно извещать председателю ликвидационной комиссии.

С мая начата рекультивация промплощадки шурфа № 4 шахты «Западная».

На территории угрожаемой зоны шахты им. Красина и шахтном поле провалов земной поверхности, проседаний зданий и сооружений, а также выхода подземных вод не наблюдалось. Жалоб со стороны населения нет. Однако на вентиляционном шурфе № 3 срезана газоотводная труба, в результате чего отсутствует возможность замеров концентраций выходящих газов. В результате обследований шахты «Глубокая» выявлено:

- на вентиляционных стволах № 1 и № 2 имеются доступы в канале;
- вентиляционный ствол № 21 – проседание засыпанной массы, доступ в канал, ведущий к стволу.

Следует отметить, что неоднократные перекрытия доступов в каналы местными жителями разбирались с целью поиска цветных металлов. Кроме этого неоднократно срезались газоотводные трубы и ограждения. Однако все эти нарушения вовремя выявлялись и ликвидировались по сообщениям председателю ликвидационной комиссии.

На остальной территории горного отвода шахты провалов и проседаний почв не обнаружено.

В результате обследований устьев горных выработок шахты «Наклонная» выявлено:

- центральный вентиляционный ствол – канал вентилятора вскрыт, имеется доступ в ствол глубиной до 4,0 м (в последствии доступ ликвидирован);
- главный и вспомогательный стволы – в 20 м от вспомогательного ствола проседание земной поверхности глубиной 0,5 м размерами 3,0×5,0 м.

Вблизи главного ствола в марте образовался провал диаметром около 5,0 м и глубиной до 4,0 м. Газовыделений из провалов не наблюдаются.

Повторные обследования устьев горных выработок, имевших ранее провалы и доступы в выработки, показали, что:

- центральный вентиляционный ствол перекрыт бетонными плитами, засыпан породой; главный и вспомогательный стволы – провалы ликвидированы;
- вентиляционная скважина № 1 – проседания почвы вокруг устья скважины не обнаружено, свободного доступа в горную выработку нет;
- вентиляционная скважина № 2 – имеются незначительные проседания почвы по диаметру скважины;
- вентиляционный шурф № 2 – в районе воздухоподающего канала имеются незначительные провалы, свободного доступа в устье шурфа нет, замеры концентраций воздуха составили: метан – 0 %, диоксид углерода – 2,0 %, кислород – 6,0 %.

Регулярные наблюдения за подъемом уровня затопления ШУ «Горняцкое» ведутся с 24.09.98 г., с отметки – 219,8 м. Наблюдения за возможным притоком воды из-за барьерного целика в шахту «Шолоховская» с момента начала затопления выработок ШУ «Горняцкое» (с 1997 года).

Гидрогеологические наблюдения проводятся по вентиляционной скважине диаметром 3,5 м, глубиной 324 м (устье – 69,7 м, забой – 254,2 м).

Существующие газо-гидрогеологические скважины № 1 и № 2 не позволяют судить об уровне затопления шахты. Скважина № 1 на глубине 76 м перекрыта посторонним материалом и выполнять замеры в ней невозможно. Уровень воды в скважине № 2 меняется в пределах 11 – 15 м от поверхности и характеризует сезонные колебания уровня грунтовых вод.

В течение 2000 г уровень затопления ШУ «Горняцкое» измерялся по вентиляционной скважине и поднялся с отметки 177,5 м (14.12.99 г.) до 136,8 м (17.11 2000 г.). Средний подъем уровня затопления за сутки в 2000 г составил 0,12 м.

Наиболее сближенные горные работы шахты «Шолоховская» и ШУ «Горняцкое» – лава № 228 и лава № 6 находятся на расстоянии 60 м. Уровень затопления осевой части синклинали на ш. «Шолоховская» по пласту  $i_3$  – 270 м., уровень затопления ШУ «Горняцкое» на 17.11.2000 г – 136,8 м. Напор воды за барьерным целиком составляет 133,2 м, однако доп. полным целиком притока со стороны выработок ШУ «Горняцкое» не зафиксировано. Подъем уровня затопления ШУ «Горняцкое» происходит медленнее, чем предполагалось. Это связано с сокращением водопритока за счет гидравлического подпора. Расчетный водоприток, исходя из скорости подъема уровня воды 0,12 м/сут. составляет 26 м<sup>3</sup>/час., при фактическом на момент начала затопления 250 м<sup>3</sup>/час. Такой водоприток не может представлять серьезной угрозы для действующих выработок шахты «Шолоховская» ни в настоящее время, ни в будущем. Срок затопления выработок ШУ «Горняцкое» отметки 60 м, при сохранении скорости подъема 0,12 м/сут. составит 4,5 года. С 1998 года гидрогеологические наблюдения на шахте № 5 ШУ «Бело-калитвенское» ведутся по 3-м пробуренным газогидрогеологическим скважинам.

После прекращения водоотлива в 1996 году горные выработки шахты № 5 затопляются за счет естественно постепенно убывающего притока воды величиной не более 30–50 м<sup>3</sup>/час. Учитывая весьма значительный объем выработанного пространства, процесс затопления шахты столь небольшим по величине притоком займет не менее 8 лет, что подтверждается расчетными данными.

После начала наблюдений за уровнем воды в гидрогеологических скважинах № 1, 2, 3 с февраля по апрель 1998 года, произошло очень быстрое поднятие уровня по всем трем скважинам от забоя до глубин 16,0–23,0 м от земной поверхности. За столь короткое время не могло произойти такое быстрое затопление шахты № 5. Вероятнее всего, установившиеся в скважинах уровни свидетельствуют только о глубине залегания грунтовых вод, а скважины не имеют выраженной фильтрационной связи с горными выработками.

В 2000 г уровни воды в скважинах устанавливались на глубинах от 13,0 м – скважина 2 (апрель), до 22,1 м – скважина 3 (август). Графики изменения глубины уровня воды в скважинах от времени будут свидетельствовать только о сезонных колебаниях уровня грунтовых вод и не выполняют основной задачи наглядного изображения скорости затопления шахты.

Для обеспечения надежного контроля за положением уровня затопления шахты № 5, необходимо пробурить гидрогеологическую скважину на более глубокий горизонт, с попаданием забоя скважины и подготовительную выработку, охраняемую, хотя бы с одной стороны, предохранительным целиком.

Учитывая небольшой срок, прошедший после ликвидации шахты, и прогнозный срок ее полного затопления – 8 лет, с достаточной уверенностью можно предположить, что полного заполнения шахты не произошло и угрозы подтопления поверхности в ближайшее время нет.

Шахта «Наклонная» сбита с шахтой «Мирная» вентиляционной сбойкой на нижних горизонтах. Уровень затопления, измеряемый с периодичностью 1 раз в месяц на ВПШ ш. «Мирная», является общим для обеих шахт. В течение 2000 года вода поднялась с отметки – 710,2 м до – 617,8 м. Общий подъем составил 92,4 м или 0,25 м/сут. При существующей скорости затопления заполнение выработки водой произойдет не ранее, чем через 7 лет – в 2007 году.

Шахта «Наклонная» связана с действующей шахтой «Аютинская» коренным штреком № 14. В 1989 г. в штреке были проведены работы по созданию гидроизоляционной перемычки, способной препятствовать перетеканию воды с ш. «Наклонная» на шахту «Аютинская». Абсолютная отметка глубины расположения перемычки – 220 м. До этого уровня вода в шахтах «Наклонная» и «Мирная» будет подниматься не менее 4 лет.

Косвенным свидетельством надежности перемычки является то, что поступающая в штрек № 14, имеющий наклон в сторону шахты «Наклонная», вода с ш. «Аютинская» скапливается у перемычки и после заполнения свободного пространства штрека № 14 возвращается (с 1999 г.) по наклонному стволу № 2 ш. «Аютинская» в горные выработки последней.

Регулярные наблюдения за положением уровня затопления шахты «Глубокая» прово-

дятся регулярно с 1998 г. В 2000 году замеры выполнялись на 3-х стволах: клетьевом, воздухоподающем и № 21, что обеспечивало получение всей информации о положении уровня в центре шахтного поля и на его флангах. С августа 1999 года после реконструкции водоотлива положение уровня затопления регулируется в камере водоотлива клетьевого ствола (го-ризонт – 241м). Изменения положения уровня затопления в обе стороны не превышают 1,5–2,0 м. Замеры положения уровня в камере водоотлива производятся ежедневно, замеры положения уровня на флангах – 1 раз в месяц. Превышение уровней по стволам № 21 и ВПС – 3 относительно уровня клетьевого ствола составляет 0,5–0,6 м, что связано с образованием депрессионной воронки и естественным гидравлическим уклоном.

В течение 2000 г. водоприток к водоотливу горизонта – 241 метр ш. «Глубокая» менялся в пределах 10 м<sup>3</sup>/час (декабрь) до 2186 м<sup>3</sup>/час (март).

Столь существенная разница объясняется огромной водосборной площадью ш. «Глубокая», гидравлически связанной с десятками старых и ликвидированных шахт и сезонными колебаниями величин поверхностного стока и притоков в горные выработки.

Уровень затопления на горизонте – 241 м ш. «Глубокая» будет поддерживаться до прекращения работы ш. им. «Октябрьской революции» (ориентировочно 10–15 лет), с которой возможна гидравлическая связь на отметке – 175 м. Шахтные воды «Глубокой» без очистки сбрасываются в реку Кадамовка. Объем сбрасываемых вод до 2000 м<sup>3</sup>/час.

Горные выработки шахты им. Красина затопляются с августа 1997 года. Замеры положения уровня затопления в шахте производятся по скважине, ранее используемой для энергоснабжения (т.н. «энергетическая») и газогидрогеологической скважине № 1. Газогидрогеологическая скважина № 2 забита на глубине 20,4 м и для получения достоверных результатов необходим ее ремонт.

Поступление части водопритока ш. им. Красина в выработки бывшей ш. «Нежданная» (горный отвод ш. «Южная») через междупласть  $k_2^{18}$ ,  $k_2^{11}$  мощностью 90 м, отмечено с февраля 1999 г. Водоприток на западный ствол ш. «Нежданная», из которого производится откачка воды, стал увеличиваться от 100 м<sup>3</sup>/час в 1998 г. до 360–440 м<sup>3</sup>/час в настоящее время. Разница в замерах соответствует сезонным ко-

лебаниям количества поступающей в выработку воды. Так во втором квартале 2000 года из-за обильных дождей приток с ш. им. Красина на ш. «Нежданная» достиг максимальных значений и составил 290 м<sup>3</sup>/час,

Дополнительного увеличения притока с ш. им. Красина на горный отвод ш. «Южная» в дальнейшем, вероятно, не произойдет, т.к. горные выработки ш. им. Красина практически полностью затоплены, а динамика замеров количества откачиваемой воды и положение уровня затопления на западном стволе свидетельствуют об установившемся гидрогеологическом режиме.

В течение 2000 г. уровень затопления ш. им. Красина поднялся с отметки 23,1 м до 7,0 м. Подъем уровня составил 16,1 м или 0,04 м/сут., причем с ноября 2000 г. подъем составляет 0,025 м сут. По сравнению с 1999 г. происходит постепенное уменьшение скорости подъема уровня – с 0,06 м/сут. до 0,04 м/сут., что подтверждает предположение об установившемся гидрогеологическом режиме. Срок полного затопления ш. им. Красина будет зависеть от продолжительности тампонажных работ на шахтах «Южная» и «Майская», а соответственно и продолжительности водопонижения на западном стволе ш. «Нежданная».

Пробы воды отбирались из газогидрологических скважин, шахтных стволов, оставленных для гидрологического и газодинамического контроля, а также поверхностные водотоки (родники, ручьи в балках и т.п.), колодцев и скважин личного пользования, находящихся на площади горных отвалов ликвидируемых шахт.

Места отбора проб привязаны к местной системе координат, данные о водоисточниках внесены в каталог экологических наблюдений ликвидируемых шахт. Отбор проб производился с периодичностью согласно разработанным рабочим проектам или по аналогии с имеющимися проектами. По химическому составу вода из газогидрологических скважин является шахтной, на что указывает высокая степень минерализации, большое содержание железа (до 5.3 мг/дм<sup>3</sup>), наличие нефтепродуктов, тяжелых металлов, таких как медь, цинк, марганец, характерных для шахтных вод.

Однако следует сказать, что содержание меди и марганца в отчетном году несколько снизилось по сравнению с предыдущим. По химическому составу воды из колодца, являются грунтовыми, незначительные колебания химического состава носят сезонный ха-

ракти. Влияние шахтных вод на поверхностные источники за период ведения экологического мониторинга не выявлено в связи с тем, что уровень затопления горных выработок не достиг поверхностных отметок на всех ликвидируемых шахтах.

Состав шахтных вод формируется в результате контакта подземных вод с горными породами посредством контактного обмыва. Подземные шахтные воды разнообразны по химическому составу. Они содержат минеральные, органические и бактериологические загрязнения. Загрязнение механическими примесями происходит при вымывании из горных пород частиц песка, глины, минеральных включений углей (кварц, пирит, марказит и т.п.).

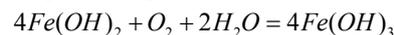
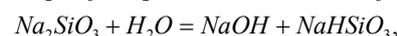
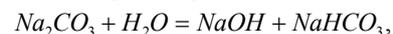
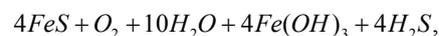
На некоторых ликвидированных шахтах происходит изменение химического состава подземных вод. Так, например, на ДАО ШУ «Горняцкое» водородный показатель pH в начальный период затопления составлял около 10,0 единиц, а на конец 2000 года – около 7,0, т.е. происходит нейтрализация вод. Минеральный состав подземных вод колеблется в течение года, уменьшаясь в летний период. Содержание марганца в 2000 г не зафиксировано. Из сказанного можно предположить, что грунтовые воды оказывают незначительное влияние на минерализацию подземных вод.

Анализ поверхностных вод из-под породного отвала ш. «Глубокая» показывает высокую кислотность (pH = 3,0), Cu – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Очень высокая токсичность вод, сбрасываемых ш. «Глубокая» в реку Кадамовка.

Содержание загрязнителей в этой воде по отдельным показателям превышает предельно допустимую концентрацию на 2 порядка.

Одним из факторов, влияющих на состав шахтной воды, является взаимодействие ее с

минералами горной породы. При вскрытии угольного пласта восстановительная среда становится окислительной. В присутствии воды и растворенного в ней кислорода происходят следующие реакции:



В шахтной воде обнаружены железо, медь, алюминий, марганец.

Таким образом, не решаемые в течение ряда лет проблемы очистки воды, защиты воздушного бассейна (80 % загрязненных веществ выбрасываются стационарными источниками угольной отрасли) привели к чрезвычайно опасной экологической ситуации в шахтерских городах и поселках.

Затопление шахт в связи с их ликвидацией приводит к труднопредсказуемым изменениям геохимического равновесия, особенно в районах геологических аномалий. Шахтные воды приведут к снижению несущей способности фундаментов, их разрушению, затоплению канализационных систем и т.д.

Чтобы решить назревшие проблемы, необходимо финансирование научно-исследовательских работ для создания экологически рациональных, ресурсосберегающих технологий, а также работ по комплексному изучению отходов добычи и обогащения углей как сырья для производства новых видов композиционных материалов с заданными физико-химическими свойствами. Проблем много и их решение необходимо для решения экологической безопасности в первую очередь.

### **Коротко об авторах**

Кураков Ю.И., Маликов И.Н., Безуглов А.М., Суворов В.Г., Мельникова Н.Н. – Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт).