

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАКРЫТИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

к.т.н. Поштук А.З. (Минуглепром Украины), к.т.н. Спожакин А.И., инж. Улицкий О.В. (ГК «Укруглереструктуризация»)

Угольная промышленность является одной из экологически опасных отраслей производства: пожалуй, ни одна сфера хозяйственной деятельности не сопряжена со столь значительным ущербом на элементы геологической среды (ГС). И одним из важнейших компонентов этой среды – являются подземные воды.

Закрытие шахт, как это наблюдается сегодня, и то внимание, которое уделяется этому вопросу в средствах массовой информации (СМИ), вызывают большой интерес, а в отдельных случаях даже получен определенный резонанс (подтопление шахтерских поселков в городах Донецка, Краснодона и Червонограда).

Не секрет, что закрытие шахт в Донбассе привело к необходимости решения широкого круга практически важных и достаточно сложных инженерных задач. Их сложность определяется, в первую очередь, тесным переплетением гидрогеологических и инженерно-геологических процессов. Процессы, происходящие в недрах земли после закрытия шахт, привели к негативным последствиям, к числу которых относятся:

- деформации и просадки земной поверхности,
- подтопления,
- выход взрывоопасных шахтных газов на земную поверхность и в действующие шахты.

Вопрос оценки гидрогеологической обстановки при выводе из эксплуатации угольных шахт был поставлен еще в 1995 г. В этой связи институту «Донгипрошахт» было поручено разработать «Эталон проекта ликвидации шахт...». Однако, в указанном «Эталоне...» рассматривались лишь мероприятия по предотвращению прорыва воды в горные выработки граничащих шахт, продолжительности периода затопления и вредного влияния вод на водный бассейн прилегающих территорий.

Руководствуясь требованиями «Основных принципов закрытия и ликвидации шахт и разрезов в процессе реструктуризации угольной промышленности» необходимо разработать такие технические решения и природоохранные мероприятия, которые позволят (для каждой из закрываемых шахт) наиболее эффективно решить вопросы снижения негативного влияния ее закрытия на окружающую среду.

В настоящее время ликвидация шахт осуществляется путем затопления горных выработок. Этот способ преобладает в большинстве проектных решений. Но, учитывая сжатые сроки в разработке

проектов ликвидации шахт и отсутствие опыта подобных разработок, проектировщики не смогли, должным образом, отразить в проектах меры по обеспечению экологической безопасности населения, охране недр и окружающей природной среды. А именно – прогноз изменений экологических, инженерно-геологических и гидрогеологических условий и недопущение загрязнения источников водоснабжения. И как следствие, принятие экономически не верных решений (строительство дорогостоящих водоотливных комплексов на соседних шахтах, преждевременную засыпку стволов и других технических скважин, строительство неэффективных горизонтальных дренажных систем и т.д.).

Приступив к выполнению работ, по физическому закрытию шахт, Компания вынуждена заключать договора на проведение научно-исследовательских и инженерно-изыскательских работ по оценке гидрогеологической обстановки закрываемых шахт, вкладывая в эти работы значительную часть бюджетных средств. Хотя эти работы должны были быть выполнены на предпроектной стадии разработки проекта и за счет средств заказчика. Не останавливаясь на причинах и анализе происходящего, необходимо сказать, что уже по прошествии нескольких месяцев после начала ликвидационных работ в 1996 году (год создания ГК «Укрутлеструктуризация») специалистами компании выполнена работа по систематизации природных факторов, состояние которых может быть подвержено значительным изменениям. Можно сказать, что это была первая попытка по научному обоснованию процесса ликвидации шахт в плане обеспечения экологической безопасности. Работа по созданию «Типового плана управления окружающей природной средой» была выполнена учеными института «УкрНИМИ» совместно со специалистами Компании. В начале 1998 года этот «Типовой план управления...» рекомендован в качестве отраслевого нормативного документа и его положения являются обязательными при разработке раздела «Охрана окружающей среды» проекта ликвидации шахты.

В последнее время затопление горных выработок привело к осложнению гидрогеологической ситуации на территории закрываемых шахт в связи с выходом шахтных вод на дневную поверхность. Это произошло на закрываемой шахте им. С.Тюленина, где в результате самоизлива шахтных вод в объеме 150 куб.м/час (произошедшего в июле 1997 г. на отметке поверхности +54,8 м) было затоплено территории более 30 га, на которой расположено порядка 150 домостроений (пос. Первомайка, пойма реки Б.Каменка). Подобная ситуация угрожает и шахты Стахановского региона (шахты «Брянковская», «Замковская», «Центральная-Ирмино», им. Ильича, «Максимовска» и некоторым другим), а так же шахте «Донецкая» (ПО «Краснодонуголь»).

Опыт затопления и восстановления шахт Донбасса в период 1941-1944 г.г. свидетельствует, что на начальном этапе затопление

отдельных шахт различных регионов происходило с различной скоростью, зависящей от соотношения емкости выработок и величины водопритока на нижних горизонтах каждой шахты. После подъема зеркала затопления до нижних сбоек началось выравнивание уровня воды и увеличение скорости затопления более глубоких шахт за счет перетоков воды из смежных. Средние скорости затопления шахт (Стахановского региона, Горловско-Енакиевской группы шахт Центрального района Донбасса) за весь период наблюдений были примерно одинаковы – от 0,3 до 0,42 м/сутки. Учитывая этот опыт, основные усилия, предпринимаемые геологами ПО «Укрутгеология» и ряда других специализированных геологических организаций, должны быть направлены на изучение гидродинамической обстановки закрывающихся шахт, а именно:

- в условия полного затопления выработок шахт;
- в условиях поддержания уровня шахтных вод на определенной отметке, исключающей возможность образования подтопленных территорий.

Ряд работ, выполненных этими организациями, по оценке влияния затопления шахт («Замковская» (Стахановский регион); «Красный Октябрь» (ЦРД); «Селидовская» (Красноармейский регион) и ш/у им. Газеты Правда (Донецко-Макеевский регион) показывают о наращивании научного и методологического обоснования закрытия шахт. Вместе с тем, принятия действенных мер по недопущению изменения гидродинамической обстановки, напрямую связанной с подтоплением территорий нет.

Это наглядно просматривается на примере шахт им. С. Тюленина и «Донецкая» ПО «Краснодонуголь». В результате изучения инженерно-геологических и гидрогеологических условий полей закрываемых шахт, проводимых как ПО «Укрутгеология» и Отделением угля, горючих сланцев и торфа АГН Украины, установлено, что на подтопление поселков Первомайка, Гавриловка, Ново-Александровка, Нижнедуваный большое влияние оказывают ранее погашенные и затопленные шахты №№ 173, 178, 21, 5-Сорокино и т.д.

В период работы водоотливов шахт им. С.Тюленина и «Донецкая» вышеупомянутые шахты, имеющие тесную гидравлическую связь между собой (наличие сбоек и водоспускных скважин), перепускали свою воду в выработки тогда еще действующих шахт им. С.Тюленина и «Донецкая». Средний приток воды в ш. им. С.Тюленина, с учетом сбитых с нею шахт, составил 680 куб.м/час., в ш. «Донецкая» – 310 куб.м/час. Последние откачивали шахтную воду и по организованному сбросному коллектору осуществляли сброс шахтных вод соответственно в речки Б.Каменка и Дуванная в объеме суточного водопритока. После принятия решения об остановке водоотливов шахт им. С.Тюленина и «Донецкая» началось неконтролируемое затопление этих шахт.

Шахта им. С.Тюленина к моменту передачи в УДКР – январь-март 1997 года, была затоплена и уровень затопления горных работ достигал абсолютной отметки - минус 46,2м.

Проектом ликвидации шахты предусматривалось плавное затопление горных выработок шахт им. С.Тюленина и «Донецкая» в течение 5-6 лет. Указанные шахты имеют гидравлическую связь через горные работы ранее закрытой шахты «Молодая Гвардия» на абсолютной отметке – минус 188,0 м.

В июле 1997 года, гораздо раньше - на 4-5 лет, чем предусмотрено проектом, начался самоизлив шахтных вод на поверхность. Первоначально было подтоплено около 8 га поверхности территории. В дальнейшем площадь подтопления увеличилась до 30 га, где расположено порядка 150 домостроений (пос. Первомайка, пойма реки Б.Каменка), излив шахтных вод при этом зафиксирован в объеме 150 куб.м/час на абсолютной отметке поверхности +54,8м.

Замеры уровня затопления, производимые во вспомогательном стволе ш. им. С.Тюленина, показали, что за период с января месяца по июль месяц 1997 г. зеркало воды поднялось на 100 метров относительно уровня горных работ с абсолютной отметкой минус 46,2 м до точки самоизлива шахтных воды на поверхность (абсолютной отметка +54,8 м). Скорость затопления горных выработок шахты колебалась в пределах 0,7-1,2 м/сут. По состоянию на 13.10.97 г уровень зеркала воды в клетевом стволе был зафиксирован на абсолютной отметке +75,97 м, что на 21,17 м превышало отметку самоизлива шахтных воды на поверхность.

В связи с продолжающимся поднятием уровня шахтных вод при затоплении шахты было принято решение:

- выполнить работы по откачке воды погружными насосами из вспомогательного ствола шахты им. С.Тюленина;
- осуществить осушение подтопленной территории города.
- выполнить первоочередные работы по бурению серии скважин, произвести опытно-фильтрационные работы.

Принято целесообразным поручить ПО «Укрутгеология» пробурить серию скважин и представить гидрогеологическое заключение для разработки комплексного проекта снижения уровня шахтной воды с целью недопущения подтопления территории города.

В результате выполненных работ определены фильтрационные характеристики гидрогеологического разреза шахтного поля. Для расчетов гидрогеологических параметров использовались как зависимости установившегося режима фильтрации, так и нестационарного для неограниченного изолированного водоносного пласта.

Коэффициент водопроницаемости при использовании исходных данных установившихся дебитов и понижений определялись по формуле для опытной и одной наблюдательной скважин, но в напорных условиях:

$$KM = \frac{0,366Q \lg \frac{r}{r_0}}{S - S_1}$$

где:  $Q$  - расход воды, м<sup>3</sup>/сут;  
 $KM$  - водопроницаемость, м<sup>2</sup>/сут;  
 $S, S_1$  - величина понижения в опытной и наблюдательной скважинах, м;  
 $K$  - коэффициент фильтрации;  
 $M$  - мощность водоносного горизонта, м;  
 $R$  - радиус влияния скважины, м;  
 $r$  - расстояние между опытной и наблюдательной скважинами, м;  
 $r_0$  - радиус скважины, м.

В качестве исходных данных неустановившегося движения обработка результатов опытных откачек производилась расчетами по формуле Ч.Тайса в ее логарифмической аппроксимации для условия квазистационарного режима:

$$H - H_0 = S_1 = \frac{0,183Q}{KM} \lg 2,25 \frac{aT}{r^2}$$

где:  $T$  - время от начала откачки, сут.  
 $H, H_0$  - динамический и статический уровни, м.

По данным опробования разведочных скважин на горные работы выявлено довольно пестрая фильтрационная характеристика:

Водопроницаемость изменяется от 0,877 до 916,6 м при этом, определенной связи между величиной водопроницаемости зон водопроницающих трещин (ЗВТ) и глубиной расположения горных выработок (от 70 до 550 м) не наблюдается. В фонтанирующих скважинах №1874г и 1876г зарегистрировано падение уровня воды при вскрытии горных выработок до глубины 50-110 метров. Из этого следует, что процесс затопления шахты им.С.Тюленина и граничащих с ней старых но ранее закрытых еще продолжается и подъем уровней в них и в ЗВТ не закончился. Таким образом, на поле шахты им. С.Тюленина техногенный режим подземных вод пока сохраняется. В зоне выветривания карбона и ЗВТ уровненный режим ближе к естественному.

Основное питание подземных вод атмосферное. Осадки инфильтруются в горизонт грунтовых вод, которая в свою очередь питает водоносный горизонт карбона и формируется подземный сток в реку Б.Каменка. Движение подземного потока согласуется с уклоном местности и направлено к реке. Пьезометрические уровни в ЗВТ под долиной реки Б.Каменка располагаются выше дневной поверхности и создают угрозу подтопления.

Выводы: По результатам откачек из скважин установлены следующие зависимости дебита от понижения.

Скважина № 1874г  $Q=3,48S$

Скважина № 1876г Q=2,04S  
Скважина № 1877г Q=52,7S

Для обширного дренажа в районе подтопленной территории целесообразно ориентироваться на глубокое водопонижение в высокопроизводительных буровых скважинах (пример скв. №1874г).

**УДК:622.273**

## **ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ КРОВЛИ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ МАЛОМОЩНЫХ ПОЛОГОПАДАЮЩИХ ПЛАСТОВ ДОНБАССА**

**к.т.н Кузьменко Н.С.** *(Отделение физико технических горных проблем ДонФТИ НАНУ)*

Эффективность работы очистного забоя в значительной степени зависит от рационального принятия технико-технологических решений при управлении горным давлением. Нередко в практике эти решения заимствуются из опыта работы других лав данного пласта на этой же шахте или же на соседних шахтах, хотя условия эксплуатации в данной лаве могут существенно отличаться от условий "эталонных" лав и к тому же отсутствуют убедительные обоснования тому, что в этих лавах выбраны действительно наиболее рациональные способы управления кровлей и крепления. Производственники принимают решения с учетом имеющихся рекомендаций, которые в значительной степени нуждаются в корректировке с учетом конкретной геомеханической обстановки. Последняя же оценивается приблизительно и весьма укрупненно в силу недостаточной изученности механических процессов протекающих в массиве вблизи очистных выработок, а также условий, определяющих состояние и поведение боковых пород. Многочисленные исследования о характере поведения пород вблизи очистного забоя указывают на недостаточную изученность напряженно-деформированного состояния массива на этих участках, хотя известно, что именно в пограничной зоне массива, примыкающей к очистному забою, формируются основные нарушения сплошности кровли, оказывающие доминирующее влияние на поведение пород.

Прочностные свойства пород в полной мере однозначно не могут определять поведение боковых пород, хотя они и играют весьма существенную роль при этом [1]. Наиболее достоверной оценкой состояния кровли является ее способность к вывалообразованиям и нарушенности (трещинообразованию).

Трещиноватость сильно меняет свойства среды, иногда значительно сильнее, чем изменения свойств материала из которого она