

объемов и методики инженерно-геологических исследований, обеспечивающих разработку противооплзневых мероприятий и надежную эксплуатацию существующей и проектируемой застройки.

© Таранец В.И., Богун Л.Д., Заборин М.С., 2001

УДК 551.49 (477)

ЕРМАКОВ В.Н., УЛИЦКИЙ О.А. (ГК «Укруглеструктуризация»), ПИТАЛЕНКО Е.И. (ОФТПП ДонФТИ НАНУ), ГАВРИЛЕНКО Ю.Н., ТАРАНЕЦ В.И. (ДонНТУ)

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ЗАКРЫТИИ ШАХТ

В работе обобщается пятилетний опыт ликвидации угольных предприятий, подчеркивается, что гидродинамические изменения в горном массиве являются главным фактором, который необходимо учитывать при принятии технических решений, позволяющих управлять гидродинамическим режимом при закрытии шахт и осуществлять меры по обоснованию технологических параметров для конкретных условий закрываемых шахт. Анализируется характер разработанной модели и приводятся конкретные выводы.

Донбасс является основным угольным бассейном Украины. На его территории площадью в 87 тыс.км² функционирует 207 шахт, разрабатывающих 48 угольных пластов мощностью от 0,45 до 2,40 м. Углы падения пластов в некоторых районах достигают 75°, водопритоки колеблются от 60–890 м³/час, а относительная метанообильность — от 20 до 100 м³/тонну суточной добычи.

Закрытие угольных шахт Донбасса усложняется в связи с необходимостью решения различных гидрогеологических и геомеханических проблем, в первую очередь связанных с определением площади подтопления территорий, застроенных промышленными и гражданскими объектами и деформаций земной поверхности.

К сожалению, аспекты процессов подтопления, деформаций земной поверхности и их последствий в условиях массового закрытия шахт, как это происходит в Стахановском регионе, все еще остается малоизученными.

Горно-геологические условия шахт очень разнообразны. При средней глубине горных работ 635 м на глубинах свыше 600 м в настоящее время работают 105 шахт (48,2%) и на их долю приходится 47,9% всей добычи, 25 шахт (11,5%) работают на глубинах 1000–1300 м. К газоносным относится 74,2% шахт Украины, а 35,7% шахт — опасны по внезапным выбросам угля и газа.

В процессе ликвидации угольных шахт в Донбассе приходится решать многие проблемы, в частности:

1. Рациональное использование недр и охрана земельного фонда Украины.
2. Гидробезопасность смежных действующих шахт, подтопление территорий, гидрохимия, охрана водных объектов, управление гидродинамическим режимом.
3. Метаноносность: определение участков опасных и угрожающих по выделению газов, меры по предотвращению газовыделений, утилизация метана.
4. Деформации земной поверхности: активизация процесса сдвижения пород массива, характер и продолжительность процессов затухания и активизации, мероприятия по защите зданий и сооружений, определение затрат на ремонтно-восстановительные работы.

5. Мониторинг окружающей природной среды: контроль за гидродинамическим и гидрохимическим режимом подземной атмосферы, контроль за активизацией процессов сдвижений, контроль за интенсификацией газо-геомиграции, радиометрический контроль, наблюдения за качеством и динамикой загрязнения атмосферного воздуха.

Пятилетний опыт ликвидации угольных предприятий показывает, что гидродинамические изменения в горном массиве являются определяющим фактором, который необходимо учитывать при принятии технических решений по осуществлению закрытия шахт. Это обстоятельство определило необходимость разработки соответствующей модели, позволяющей реально оценивать гидрогеологические изменения в горном массиве. В этой связи была поставлена задача — разработать технические решения, позволяющие управлять гидродинамическим режимом при закрытии шахт и осуществлять меры по обоснованию технологических параметров для конкретных условий закрываемых шахт.

Первые шаги к разработке данной модели осуществлены учеными и специалистами Государственной Компании по реструктуризации предприятий угольной промышленности (ГК «Укруглеструктуризация», г.Донецк). В основу обоснования концепции по управлению гидродинамическим режимом затопления шахт легли данные о затоплении шахт в военный период. В результате проведенного анализа этих данных установлено, что переток шахтных вод в смежные шахты происходит неравномерно, вследствие чего скорость затопления выработок подвержена большому изменению во времени.

Если учитывать, что остановка горных работ может сопровождаться частичной или полной остановкой водоотливов, то при решении задачи управления гидродинамическим режимом затопления шахт необходимо обеспечить следующее:

- плановое отключение водоотливов на закрываемых шахтах;
- определение критического уровня затопления и количества откачиваемой воды;
- усиление водоотливных комплексов на соседних шахтах.

При оценке динамики затопления шахт используются эмпирические зависимости:

$$Q \cdot t = kv + t(G_1 + G_2), \text{ м}^3/\text{сут.}; \quad (1)$$

$$Q_{np} = Q_{\phi} \cdot \sqrt{\frac{H_{np}}{H_{\phi}}}, \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (2)$$

где Q — общий водоприток в шахту для рассматриваемого интервала затопления; t — время затопления; v — объем горных выработок в рассматриваемом интервале; k — коэффициент заполнения ($\sim 0,4$); G_1 и G_2 — перетоки через целики в шахтах, расположенных на флангах, $\text{м}^3/\text{сут}$; Q_{np} и Q_{ϕ} — прогнозируемый и фактический водоприток в шахту ($\text{м}^3/\text{сут}$) при соответствующих глубинах горных работ H_{np} , H_{ϕ} , м.

Величина перетока шахтной воды через целики из затопляемой шахты в смежные оценивается по формуле Дарси:

$$G = k_{\phi} m \left(\frac{B}{L}\right) \Delta H, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (3)$$

где k_{ϕ} — коэффициент фильтрации песчанников, м/сут; m — мощность песчанников, участвующих в обводнении выработок пласта, м; B — ширина целика (фронт потока), м; L — длина целика (длина пути фильтрации), м; ΔH — перепад напоров, м.

Если в период эксплуатации шахт основное воздействие на земную поверхность оказывают процессы сдвижения, т.е. основным провоцирующим фактором является выемка угля и последующее сдвижение налегающей толщи, то при закрытии шахт основным фактором, который может оказать негативное воздействие на земную поверхность, являются подземные воды.

Установлено три основных вида гидрогеологического воздействия на окружающую среду при полном или частичном затоплении шахт:

- подтопление или затопление участков земной поверхности;
- увлажнение массива горных пород;
- дополнительные поступления воды в соседние шахты.

Подъем уровня подземных вод может вызвать подтопление или затопление территорий, увлажнение массива горных пород и сети сохранившихся горных выработок, а также дополнительные водопритоки в соседние действующие шахты. Первый вид воздействия оказывает непосредственное влияние на природные и инженерные объекты земной поверхности, второй — косвенное воздействие на состояние земной поверхности, а третий — только на безопасность ведения горных работ в соседних шахтах.

Отработка крутопадающих угольных пластов в различные годы, а следовательно на различных горизонтах, велась с применением различных способов управления горным давлением. В первую очередь это связано с развитием средств механизации угледобычи.

С момента создания очистных комбайнов для крутого падения широкое распространение получили прямолинейные очистные забои. Поэтому с начала 60-х годов достаточно широкое распространение получил способ полного обрушения кровли. Однако и при этом способе в выработанном пространстве оставлялась призабойная деревянная крепь, а также в ряде случаев и деревянные костры для поддержания призабойного пространства. Поэтому этот способ можно лишь с большой долей допущения считать аналогичным способу полного обрушения кровли на пологом падении, где в выработанном пространстве не остается крепи.

С внедрением в практику механизированных гидравлических крепей и совершенно новой для Центрального района Донбасса технологии выемки угольных пластов широкими полосами (60–70м) по падению с помощью щитовых агрегатов АЩ и АНЩ, применение комбайновых лав значительно уменьшилось. Также уменьшилось применение такого способа, как плавное опускание, что вызвано ухудшением устойчивости вмещающих пород.

Практически все шахты района ведут добычу под застроенными территориями. Сдвижение земной поверхности в Центральном районе Донбасса существенным образом отличается от процессов, происходящих в других геолого-промышленных районах. Эти отличия проявляются не только по сравнению с пологим залеганием, но и с деформированием при разработке крутых пластов в других районах. Основное принципиальное отличие состоит в образовании на земной поверхности ступенчатообразной мульды с сосредоточенными деформациями в виде уступов. Кроме того процесс сдвижения в толще горных пород происходит практически непрерывно, так как горные работы ведутся одновременно на нескольких пластах и на различных горизонтах, а зоны сдвижения от отдельных выработок при этом накладываются друг на друга.

В процессе длительного периода работы шахт Центрального района Донбасса углепородный массив в значительной степени изменил свои свойства: увеличилась

анизотропия, образовалась общая система водопроводящих трещин, уменьшилась прочность породных слоев, увеличились пластические свойства пород.

Намеченное массовое закрытие угольных предприятий может привести к существенному изменению гидрогеологической и экологической обстановки в регионе, которое проявится в поднятии уровня шахтных и грунтовых вод, активизации процесса оседания земной поверхности вследствие изменения геомеханического состояния массива над горными выработками, опасных выделений газа.

Отработанные участки шахтного поля не являются полностью уплотненными и имеют незаполненные полости различных размеров. Это подтверждается разведочным бурением и сбоями действующих шахт с погашенными старыми горными выработками. Причиной неполного уплотнения является беспорядочное обрушение пород в горные выработки, их частичное зависание, остатки различных видов крепления в горных выработках и т.д.

Изменение влажности и, как следствие, физико-механических свойств горных пород приводит к возобновлению процессов обрушения боковых пород вокруг выработанного пространства лав. Это связано в первую очередь с особенностями способов управления горным давлением.

Так при отработке пластов щитовыми агрегатами в верхней части полосы под угольным целиком образуется своеобразный купол, размерами по падению до 20–30 м и в высоту до 6–8 мощностей отработываемого пласта (рис. 1, а). В результате обрушения и перемещения вниз вслед за щитовым агрегатом пород кровли, за ограждением щитового агрегата образуется породная подушка, которая играет роль своеобразной дополнительной крепи.

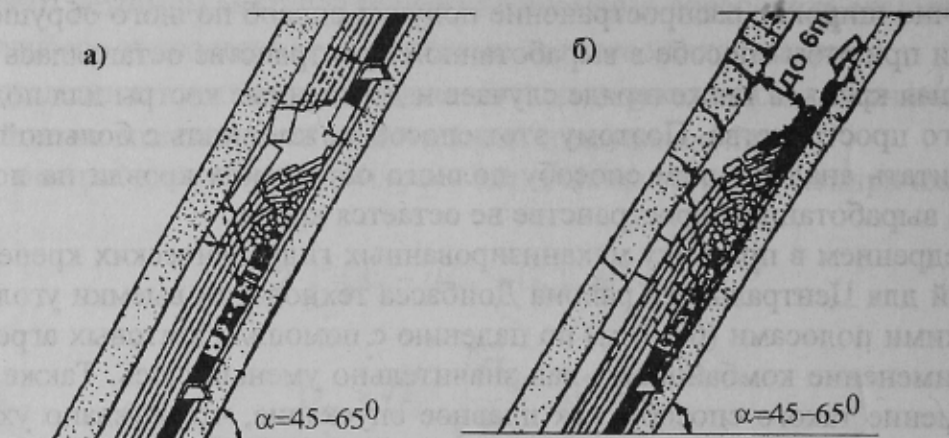


Рисунок. Геомеханическая схема сдвигения при затоплении отработанного горизонта

При изменении физико-механических свойств горных пород при их увлажнении следует ожидать активизацию геомеханических процессов в выработанном пространстве лав, особенно при способах управления кровлей «удержание на кострах» и щитовой выемке. Из-за намокания глинистых сланцев будет теряться контакт оставшейся деревянной крепи и, следовательно, будет происходить ее обрушение с перепуском зависших пород. При щитовой выемке следует ожидать увеличение зон обрушения над монтажными нишами до высоты более 6 мощностей пласта и перепуск пород с вышележащего горизонта из-за намокания и обрушения угольного целика (рис. 1, б).

В результате гидродинамических изменений массива прочностные свойства горных пород, как указано выше, уменьшаются, что может привести к активизации процесса сдвигения всего массива. В результате чего возникнут дополнительные сдвигения и деформации земной поверхности.

Размеры зоны влияния от активизации процесса сдвижения над старыми горными выработками и характер сдвижения зависят от следующих факторов:

- мощности отработанного пласта, угла падения и глубины расположения очистных выработок;
- размеров очистных выработок, расположения и размеров оставленных целиков;
- физико-механических свойств пород;
- структурных особенностей массива горных пород (наличие мощных крепких слоев пород).

Прогноз оседаний земной поверхности, обусловленных процессами в массиве горных пород, можно осуществлять с использованием «мощности активизации», которая зависит от отработанной мощности пласта; степени метаморфизма углей и пород; типа пород непосредственной кровли; от глубины горных работ и способа управления кровлей. При этом величина «мощности активизации» составляет около 5–20% от вынутой мощности пласта.

Однако в связи со слабой изученностью данного вопроса, следует признать целесообразным постепенное затопление горных работ с обязательным контролем сдвижений и деформаций с помощью маркшейдерских наблюдений.

При контроле процессов затопления с помощью маркшейдерских наблюдений важно разграничить затухающие сдвижения от горных работ перед закрытием шахты и сдвижения активизации.

ВЫВОДЫ

1. Прекращение шахтного водоотлива сопровождается постепенным подъемом уровней подземных вод. На стадии восстановления уровней подземных вод расход подземного потока идет на восполнение статических и упругих запасов глубоких водоносных горизонтов. По мере подъема уровня подземных вод абсолютное значение глубинной составляющей водного баланса уменьшается, а инфильтрационная и речная — изменяется в зависимости от интенсивности атмосферного питания.

2. При изменении физико-механических свойств горных пород в результате их увлажнения следует ожидать активизации геомеханических процессов в выработанном пространстве лав.

3. Активизация геомеханических процессов при увлажнении горных пород может привести к дополнительному оседанию земной поверхности, соответствующему извлечению до 20% общей мощности угольных пластов, а максимальные оседания при затоплении одного горизонта горных работ могут достигать 20–40 см.

4. Период затухания сдвижений земной поверхности после закрытия шахт в Центральном районе Донбасса составляет 7–10 лет.

5. Отсутствие длительных инструментальных данных о величине остаточных сдвижений и деформации земной поверхности, а также о сдвижениях, связанных с активизацией геомеханических процессов вследствие уменьшения физико-механических свойств горных пород при закрытии и затоплении шахт не позволяет выработать общие требования к организации наблюдений и разработке эффективных мер защиты к объектам поверхности.

© Ермаков В.Н., Улицкий О.А., Питаленко Е.И., Гавриленко Ю.Н.,
Таранец В.И., 2001