

неупругих деформаций, а следовательно, не изменяет и вероятностный показатель  $\mu$ .

Охрана выработки, начальное состояние которой характеризуется низким показателем устойчивости, гораздо менее эффективна. При ухудшении начального состояния выработки, связанном, например, с переходом на большие глубины увеличивается область разрушения при полном обнажении пространства лавы, а также и зона разрушения, соответствующая охранному элементу с определенными параметрами (длиной и жесткостью). Относительная же величина изменяется при этом незначительно (рис.3). Более комплексно состояние подготовительной выработки, сопряженной с выработанным пространством характеризует

произведение вероятностного показателя эффективности охранного мероприятия  $\mu$  и показателя начального состояния выработки  $K_0$ .

#### Список литературы

1. Сдвижова Е.А. Выбор вероятностного критерия оценки устойчивости выработки в зоне влияния очистных работ//Науковий вісник НГАУ.-1999. - №4. - С.81-85.
2. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела. - М.: Мир, 1987. - 326 с.
3. Шашенко А.Н., Сургай Н.С., Парчевский Л.Я. Методы теории вероятностей в геомеханике. - К.: Техника, 1994. - 209 с.

УДК 622.848:551.493

Л.Л.Бачурин, А.К.Носач, Н.А.Рязанцева

### ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВОДОПРИТОКОВ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

У статті розглянуті екологічні і технологічні проблеми, пов'язані з дренажем шахтами підземних вод. Запропоновані шляхи захисту шахт від підземних вод, сприяючи мінімізації екологічного збитку ресурсам підземних вод.

В статье рассмотрены экологические и технологические проблемы, связанные с дренажом шахтами подземных вод. Предложены пути защиты шахт от подземных вод, способствующие минимизации экологического ущерба ресурсам подземных вод.

In article the ecological technological problems considered, related to drainage by mine of underground waters. Are Offered the mine defense ways from underground waters, cooperant minimization of ecological detriment to resources of underground waters.

Эксплуатация шахты неизбежно приводит к взаимодействию сети её горных выработок с водоносным комплексом угленосных отложений. Шахтные воды требуют постоянной выдачи на поверхность, при этом энергозатраты на водоотлив составляют значительную долю в общешахтном энергопотреблении, поскольку при средней водообильности шахт Донбасса 2,6 м<sup>3</sup>/т водоприток в шахты достигает величин от 40 до 1600 м<sup>3</sup>/ч при суммарном водоотливе около 88 тыс. м<sup>3</sup>/ч. При этом теряется 6500 м<sup>3</sup>/ч слабоминерализованных вод, пригодных для целей водоснабжения [1]. Сбрасываемые в гидрографическую сеть высокоминерализованные воды (соленость шахтных вод Красноармейского угленосного района Донбасса достигает 20 г/л) способствуют засолению земель и загрязнению поверхностных и подземных вод.

Интенсивный непрерывный дренаж привел к образованию обширных депрессионных воронок глубиной до 300-400 м и протяженностью до 10 км. Истощение водоносных горизонтов приводит к осушению колодцев и других водозаборов. С другой стороны, уменьшение объема пород за счет закрытия пор и трещин при дефлюидизации [2], а

также уменьшение взвешивающего действия подземных вод на массив пород [3] является одной из составляющих процесса оседания подрабатываемой толщи пород. Просадки земной поверхности приводят к подтоплению и заболачиванию территорий (подтоплению подвергаются отдельные улицы г. Белозерска, угодья КСП).

Обводненность угольных месторождений усложняет вскрытие, подготовку и выемку запасов угля. Доля обводненных лав в Красноармейском районе Донбасса составляет около 70%. Величины притоков в очистные забои обычно не превышают 4-5 м<sup>3</sup>/ч, но даже меньшие притоки, выраженные в виде капеза, способствуют снижению нагрузки на очистной забой, производительности труда, ухудшают безопасность и эффективность очистных работ. На тонких пластах, пластах с неустойчивой кровлей и почвой, склонной к размоканию, обводненность может привести к остановке лавы. Так на шахтах №2 «Новгородовская» и №1/3 «Новгородовская» водоприитоки в лавы пл. I достигают 10-15 м<sup>3</sup>/ч, а известняк L<sub>1</sub>, залегающий в кровле пласта k<sub>2</sub>, настолько закарстован и обводнен, что дальнейшая разработка весьма затруднена.

Таким образом, необходим поиск эффективных решений по устранению дренирующего влияния выработок и, в идеале, ликвидации шахтного водоотлива.

Следует рассматривать такие технологические решения, которые препятствовали бы истощению подземных вод и в то же время предотвращали водопритоки в горные выработки шахт, исключая или сводя к минимуму тем самым экологический ущерб гидросфере и отрицательное воздействие на горные работы. Следовательно, дренаж, как специальный, так и попутный, исходя из вышеизложенного, не должен рассматриваться, и может быть применен только как временная мера при проведении горных выработок в сложных гидрогеологических условиях.

Наиболее перспективными способами водозащиты шахт представляются барраж подземных вод инъекционными и инфузионными противодиффузионными завесами (ПФЗ) и предотвращение вскрытия подземных вод [4-6].

Инъекционные завесы устраиваются путем тампонажа водоносных горизонтов на пути основного потока определенными составами (цементными, глинистыми, силикатными, глиноцементными, смоляными) через скважины, пробуренные с поверхности либо из подземных выработок. Инфузионные завесы сооружаются путем заполнения водонепроницаемым материалом щели или траншей, пересекающей водоносный слой на всю мощность и заглубленной в водоупорный слой.

ПФЗ может быть незамкнутой и замкнутой. Но, как показывают исследования [7], незамкнутые ПФЗ даже при весьма низких фильтрационных параметрах приводят к незначительному снижению водопритока; ощутимого эффекта можно достичь только путем создания замкнутой ПФЗ. Для сооружения таких ПФЗ путем барража необходимы десятки и сотни тысяч кубических метров тампонажных растворов [8]; к тому же недостатки существующих тампонажных составов, как синтетических (высокая стоимость, токсичность), так и основанных на минеральных компонентах (невозможность тампонирувания пористых пород и пород с раскрытием трещин менее 0,1 мм) [9], учитывая объемы работ, являются существенным препятствием на пути масштабного применения барража. Поэтому необходимы поиски новых, экономически более эффективных способов снижения водопроницаемости горных пород.

Перспективным на этом пути представляется способ пневматического оттеснения подземных вод и его комбинирование с тампонажем (двухфазное тампонирувание). Сущность первого способа заключается в создании пневмозавесы путем закачки воздуха в водонапорный горизонт и снижения тем самым его водопроницаемости [6]. Первоначальное насыщение воды газом под давлением приводит к возникновению градиента сил, направленного в

сторону с меньшим гидростатическим напором, который способствует замедлению скорости движения подземных вод. После прекращения закачки и снижения давления растворенный в воде воздух выделится в виде пузырьков, которые препятствуют фильтрации за счет эффекта газовой коагуляции. Сопротивление движению подземных вод возрастет, если в водоносный горизонт подается больше воздуха, чем растворяется. После прекращения нагнетания пневмозавеса продолжает существовать определенное время. Циклической подачей воздуха можно добиться полного прекращения фильтрации подземных вод. Необходимо исследовать условия эффективного применения этого способа, разработать технологию и методику устройства пневмозавес в различных породах, учитывая особенности их неоднородного строения.

Второй способ может быть реализован в различных вариантах: последовательным применением пневмооттеснения и тампонажа (на завершающей стадии), использованием тампонажных растворов, насыщенных газом под давлением, а также, возможно, с использованием добавок, вызывающих газовыделение в растворе после нагнетания. Такая система будет сочетать свойства пневматической и инъекционной завес – возможность снижения проницаемости массивов пород, обладающих как поровой, так и трещинной проницаемостью.

Предотвращение вскрытия подземных вод при очистных работах может быть достигнуто следующими путями:

- временным снижением вынимаемой мощности отработываемого угольного пласта;
- уменьшением длины лавы;
- применением частичной или полной закладки выработанного пространства;
- мягкая посадка кровли;
- применение камерно-столбовой системы разработки.

Все эти способы основаны на снижении высоты распространения зоны водопроницающих трещин (ЗВТ) в подработанном массиве. С экологической точки зрения, наиболее предпочтительной является полная закладка, которая позволяет оставить в шахте пустые породы. Эффективность и обоснованность применения того или иного способа предотвращения вскрытия водоносных горизонтов зависит от точности оценки высоты ЗВТ. Следует заметить, что исследования, выполненные на шахтах Западного Донбасса и Красноармейского угленосного района, показывают, что в кровле очистных выработок открытая трещиноватость распространяется до 20 м в интервале глубин 100-600 м [10]. По другим оценкам [11] – на высоту до 20м, что, тем не менее, в 2-3 раза меньше норм подработки водных объектов, регламентируемых Правилами безопасности и Правилами технической эксплуатации шахт.

Во многих случаях значительную долю общешахтного водопритока составляют поступления

подземных вод через крупные разрывные нарушения и вскрытые капитальными и подготовительными горными выработками водоносные слои. Поэтому в пределах зон влияния тектонических нарушений следует использовать либо тампонаж вмещающих пород, либо водонепроницаемые крепи, конструктивные особенности большинства их видов обуславливают к тому же более высокую несущую способность и устойчивость.

Особое внимание следует уделить тщательному тампонажу разведочных и других неиспользуемых скважин, которые могут служить резервуарами значительных масс воды, находящихся под давлением. Вскрытие незатмпонированной скважины очистным забоем или его ЗВТ может привести к катастрофическим последствиям.

Очевидно, что наибольший эффект в борьбе с водопритоками в шахту даст комплексное использование вышеперечисленных мер, возможность и характер применения которых определяется конкретными горно-геологическими условиями и гидрогеологическими особенностями месторождения, а также технологией очистных и подготовительных работ, особенностями планировки шахтного поля и, в первую очередь, экономической и экологической эффективностью.

#### Список литературы

1. Антропцев А.М., Антонов Ю.И., Пасечный В.Г., Кузнецов В.Г. Геозкологические проблемы угледобывающей промышленности Украины и основы концепции природоохранной деятельности// Уголь Украины. - 1995. - №4. - С. 9-14.
2. Nosach A.K., Ryazantseva N.A., Isayenkov A.A., Ryazantsev N.A. Fluids distribution in massif and their influx to mine developments regularities/ Mine Planning and Equipment Selection 1999 (MPES 99) and Mine Environment and Economical Issues 1999 (MEEI 99)-Dnipropetrovsk: NMUU. - 1999. - P.883-886.
3. Кипко Э.Я., Соболев Е.Г., Савченко О.В. О предотвращении экологического ущерба при мокрой консервации шахт// Уголь Украины. - 1997. - №10. - С.27-31.
4. Костенко В.И., Скворцов А.Г., Луцько Е.В. Защита очистных забоев от воды// Уголь Украины. - 1989. - №12. - С.37-41.
5. Момчилов В.С. Защита шахт от подземных вод. - М.: Недра, 1989. - 189 с.
6. Рудаков В.С., Бабаянц Г.М. Защита горных предприятий от подземных вод. - М.: Недра, 1986. - 182 с.
7. Лушников О.Ю., Шилин Г.Ф. Моделирование процесса фильтрации подземных вод при сооружении протяженной противофильтрационной завесы// Горный журнал. - 1990. - №12. - С.17-21.
8. Спичак Ю.Н. Тампонаж обводненных тектонических нарушений при ведении очистных работ// Уголь Украины. - 1988. - №11. - С.39-41.
9. Тампонаж обводненных горных пород: Справочное пособие/ Э.Я. Кипко, Ю.А. Полозов, О.Ю. Лушников и др. - М.: Недра, 1989. - 318 с.
10. Субботин В.П. О высоте распространения искусственных трещин в кровле очистных выработок// Уголь Украины. - 1985. - №3. - С.41-42.
11. Лисица И.Г., Головчанский И.Е. Сдвигение горных пород и земной поверхности при разработке угольных пластов// Уголь Украины. - 1995. - №6. - С.41-44.