

УДК 622.834.1

ВРЕМЯ ЗАТОПЛЕНИЯ ШАХТ: ПРОГНОЗ И ФАКТ

Питаленко Е.И., Артеменко П.Г., Педченко С.В., Ягмур А.Б.
(УкрНИИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

У статті розглянуті й узагальнені дані за розрахунком коефіцієнтів заповнення гірничих виробок деяких шахт, що ліквідуються, необхідних для достовірного прогнозу часу їх затоплення.

Considered and generalized are data on calculation of fill factors for mine workings of some mines being liquidated necessary for reliable prediction of the time of their flooding.

На протяжении последних двух десятилетий формирование экологической обстановки в Донбассе и других угледобывающих регионах во многих случаях связывается с закрытием и затоплением шахт.

В результате длительного периода угледобычи произошли практически необратимые техногенные изменения состояния горного массива, смещение границ зон активного, замедленного и затрудненного обмена подземных вод, изменение степени и областей взаимосвязи их с гидрографическими поверхностными объектами и условий миграции [1, 2].

Последствия установления нового техногенного режима подземных вод при затоплении шахт могут быть весьма негативными и не всегда предсказуемыми. Среди них:

- развитие деформаций земной поверхности, связанных с обводнением горных пород и снижением их прочностных связей, образование провалов, воронок, оползней;

- активизация процесса сдвижения вследствие подъема уровня затопления, увлажнение и возобновление процесса обрушения горных пород вследствие уменьшения их прочности,

что приводит к нарушению метастабильного геомеханического состояния подработанного массива горных пород;

- подтопление и затопление подработанных территорий;
- повреждение зданий и промышленных сооружений;
- загрязнение подземных и поверхностных вод, в том числе и используемых для питьевого водоснабжения;
- засоление и загрязнение почвогрунтов сельхозугодий;
- возникновение и расширение ореолов загрязнения подземных вод и грунтов пестицидами и другими химическими отравляющими веществами вследствие бесконтрольного их складирования и хранения.

Слабая предсказуемость масштаба последствий ликвидации и затопления шахт обуславливается наложением других факторов длительного техногенного воздействия на окружающую среду – интенсивного развития промышленного и гражданского строительства, гидротехнических и гидромелиоративных сооружений, транспортных сетей.

Исходя из вышесказанного, важное значение приобретает необходимость в обоснованном прогнозе определения продолжительности времени затопления горных выработок шахт, который нужен для своевременного принятия необходимых мер по организации и строительству водоотливных установок, а также для обеспечения безопасности ведения горных работ на смежных действующих шахтах и защиты от подтопления и затопления земной поверхности.

При прогнозных расчетах продолжительности затопления ликвидируемых шахт используется коэффициент заполнения K_I , который характеризует степень сохранности выработок и численно равен отношению объема поступившей воды за период затопления W к номинальному объему выработанного пространства V ($K_I=W/V$). Расчеты по определению водопритоков и номинальных объемов, необходимые для установления времени затопления, основываются на фактических данных и имеют достаточную степень надежности. Коэффициенты заполнения в большинстве случаев принимаются на основании результатов, полученных при затоплении и откачке воды из шахт Донбасса в период 1941–1944 гг. [3, 4].

Коэффициенты K_I усреднены и, как правило, отличаются от фактических для конкретных шахт. Ошибки при определении прогнозного времени затопления шахт с использованием усредненных значений достигают 50 % и более.

Так, например, для затапливаемых шахт «Постниковская» и «Шахтерская» ГП «Шахтерскантрацит» (антрацитовый район Донбасса) величина расчетного значения $K_{Iр}$ составила 0,4. Анализ динамики затопления обеих шахт показал, что фактическое время затопления горных выработок по пластам h_2^I , h_3 и h_4 для рассматриваемых обособленных интервалов почти в два раза больше прогнозного (табл. 1).

Таблица 1

Сопоставление расчетных и фактических данных времени затопления шахт «Постниковская» и «Шахтерская»

Шахта, интервал затопления, пласт	Объем горных выработок V , м ³	Приток Q , м ³ /ч	$\frac{t_{РАСЧ.}}{t_{ФАКТ.}}$ мес.	$\frac{K_{IФ}}{K_{IР}}$
"Постниковская", минус 675,0 м – минус 479,0 м, h_2^I, h_4^B	1346853	114	$\frac{6,6}{12}$	$\frac{0,73}{0,4}$
"Шахтерская", минус 587,0 м – минус 436,8 м, h_3, h_2^I	3830968	210	$\frac{10,1}{18}$	$\frac{0,71}{0,4}$

Согласно таблице фактическая величина коэффициента заполнения составила: для шахты «Постниковская» – 0,73, для шахты «Шахтерская» – 0,71. Коэффициенты получены путем расчета по формуле:

$$K_{IФ} = \frac{tQ}{V}, \quad (1)$$

где $K_{IФ}$ – коэффициент заполнения, полученный по данным динамики затопления;

t и Q – соответственно время затопления и водоприток.

Такое существенное отличие расчетных и фактических значений коэффициентов $K_{Iр}$ и $K_{Iф}$ может быть объяснено, в первую очередь, горно-геологическими условиями ведения горных работ по вышеуказанным пластам h_2^1 , h_3 и h_4^B . Установлено, что из-за наличия в кровле этих пластов песчаников, песчаных сланцев и известняков (процентное содержание которых достигает 80 % и более, крепость (f) составляет 7–9), после посадок основной кровли образовались незаполненные пустоты и трещины, объем которых оказался больше расчетного. Жесткие породы – песчаники и известняки – в зоне обрушения над горными выработками разбиваются более или менее крупными трещинами и оседают в виде глыб. Количество измельченного материала при этом невелико, трещины легко заполняются водой. Доказательством возможности такой схемы заполнения, могут служить результаты наблюдений на наблюдательной станции в антрацитовом районе Донбасса.

Массив горных пород содержит три мощных слоя песчаника. Перед отработкой изолированной лавы в пласте l_2 , массив был подработан нижележащим пластом l_2^1 , без оставления целиков. В результате разлома песчаника, залегающего в кровле пласта, в центре лавы произошло его опускание и соприкосновение с породами почвы в центре выработки (рис. 1).

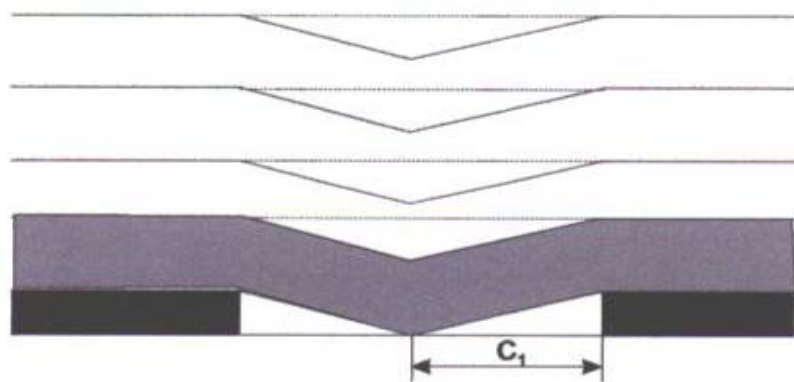


Рис. 1. Схема процесса обрушения пород в лавах в антрацитовом районе Донбасса

Описанный характер деформирования массива подтвержден результатами математического моделирования. Величина зависания пород может быть оценена как половина длины лавы, т.е.

$$C = \frac{D_1}{2}. \quad (2)$$

Кроме того, на величину коэффициента заполнения оказывает влияние и степень метаморфизма пород, в первую очередь, сланцев: более метаморфизованные сланцы обладают большей жесткостью и теряют способность к набуханию. Поэтому насыщение водой трещиноватой зоны в высокометаморфизованных породах происходит значительно легче и объем пустот, который должен быть заполнен водой, – больше.

Отличие расчетных и фактических значений коэффициентов заполнения зафиксировано на других шахтах Донбасса.

Для Торезско–Снежнянского района, по данным затопления шахт в 1941–1944 гг., средний коэффициент $K_j=0,62$. Для ликвидируемых шахт "Миусская" № 21 и "Объединенная" этого района получены значения расчетные коэффициенты K_{lp} , равные 0,4 и 0,8 соответственно. Работа на шахтах до затопления велась на верхних горизонтах на относительно небольшой глубине (300–350 м) при небольших размерах выработок (до 100 м), а также при прочных породах непосредственной или основной кровли с оставлением межлавных целиков. К моменту ликвидации горные работы были остановлены на глубине более 800 м и длина лавы достигала 200 м. Отработка пластов велась как по сплошной, так и по столбовой системам с расположением выемочных столбов в направлении простирания. Управление кровлей – частичная закладка выработанного пространства породой вручную.

Для Донецко–Макеевского района средний коэффициент $K_j=0,4$, а для шахты "Мушкетовская" – 0,2. Для Кадиевско–Лутугинского района коэффициент $K_1=0,5$, для шахты "Родина", по данным динамики затопления выработок, фактический коэффициент $K_{l\phi}=0,35$. Согласно данным таблицы, расчетное и

фактическое время подъема уровней воды (даже в пределах небольших интервалов затопления) существенно отличаются.

Таблица 2

Расчетные и фактические значения коэффициентов затопления,
 полученные по данным динамики затопления шахт

Шахты, интервалы затопления, пласты	K_I средний для района	$K_{I\phi}$ по данным динамики затопления	Время затопления, мес.	
			расчетное, с учетом K_I	фактическое, с учетом $K_{I\phi}$
"Мушкетовская", минус 223 м – минус 186,3 м, h_3, h_6, h_7, h_8	0,4	0,20	9,6	4,8
"Объединенная", минус 237 м – минус 131 м, h_2, h_2^2, h_4^1	0,62	0,80	24,8	32
"Миусская" № 21, минус 183,2 м – минус 168,5 м, h_2^{1A}, h_3^1	0,62	0,40	4,7	3
"Родина", минус 411 м – минус 331 м, $k_8^6, l_2^1, l_3, l_8^H, l_8^B, m_3$	0,5	0,35	13,6	9,5

В случаях отсутствия данных по динамике затопления, следует использовать скорректированный с учетом горно-геологических параметров отработки средний коэффициент K_I , принятый для района.

Основными факторами, влияющими на определение величины K_I , являются:

- а) литологический состав вмещающих пород;

- б) степень метаморфизма;
- в) условия залегания (угол падения пластов);
- г) количество разрабатываемых пластов;
- д) объем выработанного пространства;
- е) глубина разработки.

Помимо этих факторов, по данным наших исследований [1, 2], величина коэффициента заполнения зависит также от мощности разрабатываемых пластов, влияющей на высоту зоны обрушения, от времени и системы разработки, а также способа управления кровлей.

Перечисленные выше факторы очень тесно связаны между собой, и влияние каждого из них в отдельности проследить практически невозможно. Например, для шахты "Октябрьская" ГХК "Донецкуголь" средний коэффициент K_I составляет 0,4, уточненный по горно-геологическим параметрам – 0,5. Применение коэффициента K_I , полученного на шахте, расположенной в том же геолого–промышленном районе и взятой в качестве аналога, может привести к серьезным ошибкам.

При больших объемах выработок и продолжительности процесса затопления более года целесообразно уточнять коэффициент K_I по начальной динамике затопления и корректировать расчеты времени затопления, что позволит во многих случаях избежать непредвиденных осложнений, своевременно принять меры защиты.

ВЫВОДЫ

1. Применяемые при расчетах времени затопления коэффициенты заполнения горных выработок для шахт, подлежащих ликвидации, основанные на данных откачки воды из затопленных шахт после освобождения Донбасса в 1943 г. (малые глубины, камерные системы отработки, короткие лавы) в современных условиях дают погрешность до 50 %.

2. По результатам замеров притоков воды в шахтах при затоплении, нами получены новые значения коэффициентов заполнения (по метаморфизму) для ряда шахт Донбасса.

3. Для более точного расчета времени затопления горных выработок необходим нормативный документ, который должен включать полный анализ горно–геологических, горно–технических, гидрогеологических условий отработки угольных пластов, что позволит избежать непредвиденных осложнений и своевременно принять меры защиты, как для смежных действующих шахт, так и для защиты от подтопления и затопления земной поверхности.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Решение геоэкологических и социальных проблем при эксплуатации и закрытии угольных шахт / Янукович В.Ф., Азаров Н.Я., Алексеев А.Д., Анциферов А.В., Питаленко Е.И. – Донецк, Изд-во ООО "АЛАН", 2002. – 480 с.
2. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины / Гавриленко Ю.Н., Ермаков В.Н., Кренида Ю.Ф., Улицкий О.А. – Донецк, Изд-во "НОРД-ПРЕСС", 2004.-632с.
3. Гидрогеология СССР: в 34 т. / НИИ ВСЕГИНГЕО.– М., 1971.– Т. VI: Донбасс. – 480 с.