

при разработке ВВ вводить в их состав минеральные соли, влияющие на протекание реакции взрывчатого разложения и уменьшающие образование токсичных газов в продуктах взрыва;

применять специальные добавки – нейтрализаторы путем введения их в забойку или оболочку патронов таким образом, чтобы они, находясь в момент взрыва в распыленном виде, нейтрализовали образующиеся токсические газы;

применять катализаторы – например, окислы меди, никеля, титана;

использовать известковую забойку из гашеной извести взамен глиняной.

Это позволит снизить содержание токсических газов на 30–40 %, (в зависимости от типа ВВ и условий проведения взрыва);

применять глиняную забойку с добавками:

а) 10 %-го раствора двуххромистого калия, что позволяет снизить содержание токсических газов на 15 %;

б) 10 %-го раствора перекиси патрия, что позволяет снизить содержание токсических газов на 40 %;

применять частично или полностью водяную забойку, позволяющую значительно снизить содержание в газах взрыва окислов азота;

применять заряды ВВ диаметром 36 вместо 32 мм и массой 150 вместо 100 г, что приводит к снижению содержания СО и NO_x в газовой смеси, образующейся в результате взрыва.

1. *Вовк А.А., Воеводка А., Кужея Е.* Некоторые проблемы экологии в горнодобывающей промышленности. – Киев: НТУУ «КПИ», 1996. – Ч. 1. – 64 с.

УДК 622. 231

РОЗРОБКА ПЛАСТОВИХ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН ПІД ВОДОЙМИЩАМИ

*О.А. Пирський, докт. техн. наук,
Н.А. Сидоренко, О.О. Вовк, аспіранти (НТУУ «КПІ»)*

При выемке полезных ископаемых подземным способом под водоемами деформация дна может сопровождаться прорывом воды в подземные выработки через трещины, а также вызывать изменения водного режима подземных вод и затопление пойм рек и озер из-за опускания дна. В статье рассмотрен механизм сдвижения горных пород над выработанным пространством и трещинообразования вышележащих пластов в зависимости от их физико-механических свойств. Даны рекомендации по последовательности ведения очистных работ, способствующей уменьшению их вредного воздействия на поверхности.

При веденні очисних робіт виникає загроза деформування поверхні під водоймищами (річками, озерами, затоплюваними балками). Це може призвести

до прориву води в підземні виробки крізь тріщини, які утворюються при зсуванні породних пластів, і затоплення заплав річок, прибережних територій озер, ставів та інших водоймищ внаслідок опускання земної поверхні.

Для запобігання таким явищам, як правило, залишають охоронні цілики вугілля. Проте такий спосіб захисту водоймищ має суттєві недоліки: мають місце втрати вугілля, в багатьох випадках цілики заважають нормальному розвитку гірничих робіт, можливе самозаймання вугілля тощо. Крім того, у міру заглиблення очисних робіт розміри ціликів зростають, а, отже, збільшуються збитки. Зараз все частіше удаються до відробки залишених раніше ціликів, що потребує розв'язання ряду науково-інженерних задач для запобігання та зменшення впливу гірничих робіт на поверхневій водоймища. Ці заходи сприяють зменшенню абсолютних значень деформацій земної поверхні під водоймищами і запобіганню нерівномірності зсування окремих частин дна та берегів водоймищ.

Зсування супроводжується розтріскуванням гірських порід. Тріщини виникають на контактах окремих шарів і всередині шарів внаслідок розтяжних зусиль, що виникають поблизу межі зони зсування. Розміри тріщин коливаються від часток міліметра до кількох дециметрів.

Процес зсування порід протікає в такій послідовності. При проведенні робіт з обваленням покрівлі безпосередньо над виробкою породи обвалюються. У подальшому відбувається прогин шарів порід, що супроводжується утворенням тріщин в місцях розтягання. Ця зона може досягати 100 м (m – потужність пласта). Далі йде зона прогину шарів породи, в якій видимі тріщини можуть і не виникати.

При малих глибинах розробки процес зсування порід може закінчуватись утворенням воронко (провалів) на земній поверхні. Утворення тріщин на земній поверхні залежить від багатьох факторів – від відношення глибини розробки H до потужності пласта m , кута падіння порід, їх властивостей. Провальні воронки проявляються звичайно при $H/m < 10$, тріщини виникають при $H < 100$. Ширина останніх може становити 30–50 см; зі збільшенням глибини розробки тріщини, як правило, зменшуються і зникають на глибині від 2–5 до 10 м. Розробка більшої кількості пластів, у тому числі й потужних, призводить до утворення тріщин на поверхні землі при глибинах залягання 300 і навіть 500 м.

Часто причиною появи тріщин є розшарування порід на контактах окремих шарів в місцях їх виходів під наноси. При потужності наносів до 8–10 м тріщини на земній поверхні утворюються, а при великій потужності наносів в умовах невеликих загальних зсувань вони можуть і не з'являтися. Потужність наносів та їх фізико-механічні характеристики є важливими факторами у прогнозуванні наслідків виймання ціликів під водоймищами і мають враховуватися при розробленні рекомендацій технологічного характеру (вибір системи розробки, послідовності відробки пластів чи шарів, швидкості просування забоїв тощо). Слід відзначити, що наноси вирівнюють різкі деформації корінних порід і сприяють пом'якшенню деформацій земної поверхні (дна водоймища).

На процес зсування істотно впливають фізико-механічні властивості порід. Наявність у товщі неміцних порід, наприклад глинистих сланців, приводить до більш плавного розподілу деформацій земної поверхні. Навпаки, потужні шари міцних пісковиків чи вапняків при великих площах їх підробки (особливо за відсутності закладки) викликають на земній поверхні різкі посування і скачки при розподілі деформацій.

Характер зсування порід залежить і від послідовності залягання шарів порід з різними властивостями. Так, якщо над міцними породами (пісковиками, вапняками) знаходиться потужна товща шарів слабкіших порід (глинистих сланців, глин, пісків), то різкі деформації та тріщини, які виникають при зламванні пісковиків чи вапняків, не виключать таких же різких деформацій на земній поверхні. Якщо ж слабкіші породи залягають нижче міцних, то тріщини, що виникають на останніх, викличуть небезпечні деформації на земній поверхні і розшарування порід буде більшим, ніж у першому випадку.

Підробка на поверхні може проявитися як повністю, так і в неповній мірі. При повній підробці утворюється плоске дно мульди зсування, в межах якої точки поверхні переміщуються по нормалі до пласта приблизно на одну й ту ж величину. При неповній підробці плоске дно не виникає. У першому випадку тріщини, як правило, не утворюються, тому заходи по захисту водоймищ зводяться до попередження їх розливу шляхом влаштування дамб і протифільтраційних екранів. Деформації можна зменшити в потрібному місці, якщо викликати накладання деформацій різних знаків (рис. 1). Розтягання на ділянці ad , викликане виробкою M_1N_1 , значно зменшилось завдяки тому, що виробка MN у цьому ж місці сприяла стиску. Для зменшення деформацій поверхні намагаються досягти максимального виположування осідання.

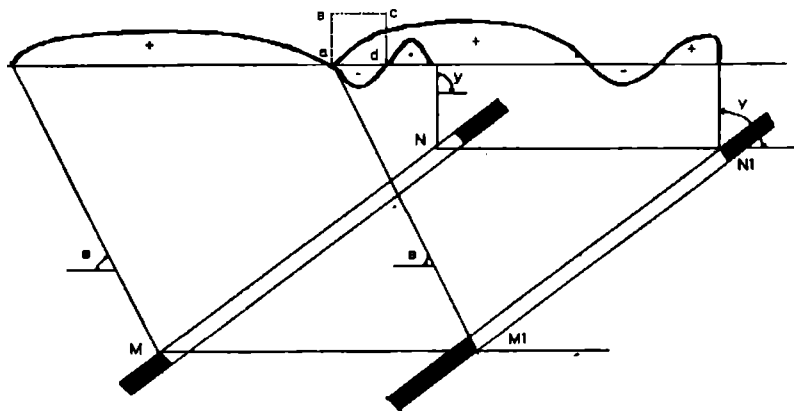


Рис. 1. Компенсація деформацій поверхні на ділянці ad

Прориви води в шахту виникають, як правило, у випадках, коли земна поверхня опиняється у зоні обвалення, на ній з'являються провали та водопровідні тріщини. У ряді випадків поява тріщин під водоймищами не супроводжується прониканням води у підземні виробки. Це пояснюється тим, що під зоною розтягання, розташованою на поверхні, в якій можуть виникати відкриті тріщини, знаходиться зона стиску. Внаслідок цього тріщини в дні водоймища затухають у шарі, який безпосередньо прилягає до дна. Проте в цьому випадку режим підземних вод може порушуватися внаслідок того, що водоймище з'єднується тріщинами з водоносними горизонтами.

При розробці вугільних покладів під водоймищами виїмання охоронного цілика виконують, виходячи з технічної, економічної та екологічної доцільності. Одним з найефективніших заходів для запобігання загрозливим деформаціям поверхні є повна закладка виробленого простору, що дозволить не лише зменшити абсолютні значення зсування і деформації поверхні, але й надати їм більш плавного характеру. При веденні гірничих робіт під водоймищами необхідно забезпечити максимальні рівномірність та плавність процесів зсування і розвитку мульди осідання, уникаючи залишення опірних ціликів. Деформації поверхні можна зменшити шляхом правильного вибору послідовності відробки поверхів пластів і окремих шарів пластів (рис. 2).

При проектуванні та виконанні очисних робіт слід добиватися утворення плоского дна мульди зсування, а також зведення до мінімуму часу дії на поверхні дна деформацій одного знака. Для утворення плоского дна мульди вздовж лінії, перпендикулярної до напрямку руху очисного забою, потрібна повна підробка водоймища вздовж цієї лінії. Залежно від розміру водоймища АВ, що охороняється (див. рис. 2), довжина загального фронту очисних робіт S , що забезпечує повну підробку (на крутому падінні), визначається з виразу

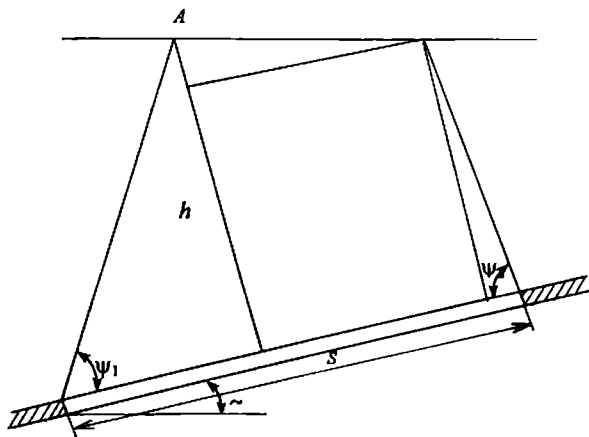


Рис. 2. Умови повної підробки водоймища

$$S = AB(\cos\alpha - \sin\alpha \operatorname{ctg}\psi_2) + h(\operatorname{ctg}\psi_1 + \operatorname{ctg}\psi_2). \quad (1)$$

Кути повної підробки ψ_1 і ψ_2 визначаються за формулами

$$\psi_1 = 45 + \frac{\rho}{2} - f\alpha; \quad \psi_2 = 45 + \frac{\rho}{2} + f\alpha, \quad (2)$$

де ρ – середній кут тертя даного масиву порід, коливається в межах від 20 до 30°; f – коефіцієнт, знаходиться в межах від 0,4 до 0,7.

Величина S є довжиною одного суцільного або кількох вибоїв, що посуваються з мінімально можливим відставанням. Довжина очисного вибою S в умовах пологого падіння повинна бути не менша, ніж

$$S = 2htg\psi + l, \quad (3)$$

де h – глибина розробки; ψ – кут повної підробки, в ряді випадків може бути прийнятий 55°; l – довжина водоймища.

При веденні гірничих робіт на помірних глибинах великого значення набуває швидкість посування забою під водоймищем (бажано не менше, ніж 30 м на місяць). Питання послідовності вимання пластів під водоймищами вирішується в кожному окремому випадку з урахуванням усіх техніко-економічних та екологічних факторів. Слід відзначити, що зараз підробка каналів, річок і водоймищ вважається не лише можливою, але й обов'язковою, за умови збереження їх уклонів і забезпечення нормального руху води по них. Тому першочерговим завданням стає регулювання як поверхневих стоків водоймищ, так і підземних водних потоків протифільтраційними заходами.

Як приклад наведемо випадок захисту берегової зони вздовж річки, яка знаходиться під впливом гірничих робіт і опустилась разом з дном мульди зсування (рис. 3, 4). Положення до початку зсування показано на рис. 3. Ложе русла річки розташоване в глинах і фільтрація води з річки відсутня.

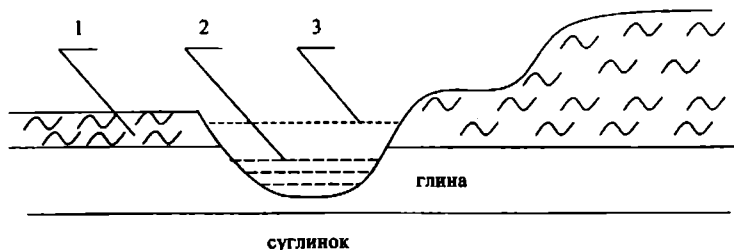


Рис. 3. Річка до просідання: 1 – супісок; 2 – рівень межених вод; 3 – дзеркало води

Проте при опусканні ложа русла річки разом з дном мульди зсуву ситуація суттєво змінюється (рис. 4).

Ложе русла річки в цьому випадку частково складається з водопроникних ґрунтів, які залягають по обидві сторони берега. Відбувається радикальна зміна гідравлічного режиму річки і швидкості її течії, перерозподіл гідропотоків, заболочування земельних масивів тощо. Основним способом боротьби з цими

явищами вважається засипання частини мульди зсування, яка опинилась під загрозою затоплення (див. рис. 4, зліва заштриховано). Проте цей спосіб не запобігає фільтрації води як безпосередньо через насипаний ґрунт, так і крізь суглинки і супіски, що опустились разом з мульдою зсування. Таким чином, необхідно розробити більш ефективні заходи по регулюванню водного режиму річки, яка зазнала дії деформації в місці впливу мульди зсування, і по захисту прибережної зони від підтоплення та заболочення.

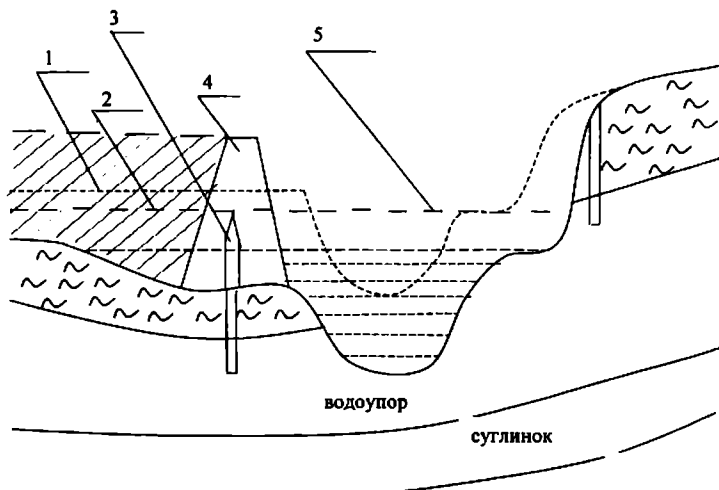


Рис. 4. Річка після просідання: 1 – профіль до просідання; 2 – рівень межених вод; 3 – водозахисний екран; 4 – дамба; 5 – дзеркало води

Як один з таких заходів розглянемо варіант з улаштуванням вздовж берега водозахисного екрана як у водопроникній частині берега, що опустився, так і в насипній дамбі (див. рис. 4). Водозахисний екран являє собою суцільну щілину постійного чи перемінного перерізу, яка пересікає водопроникні ґрунти і досягає водонепроникного шару. Ця щілина заповнюється водонепроникним матеріалом і, таким чином, перешкоджає фільтрації води за межі зони, що підлягає захисту.

1. *Вовк О.А., Воеводка А., Кужея Е.* Некоторые проблемы экологии в горнодобывающей промышленности. – Киев: НТУУ “КПИ”, 1996. – 156 с.

2. *Вовк А.А., Замышляев Б.В. и др.* Поведение грунтов под действием импульсных нагрузок. – Киев: Наукова думка, 1984. – 287 с.

3. Ткачук К.Н., Иванчук Д.Ф., Трезуб И.К. Прогрессивные методы защиты окружающей среды при решении инженерных задач. – Київ: НТУУ “КПІ”, 1987. – 82 с.

4. Михайлов А.М. Охрана окружающей среды при разработке месторождений открытым способом. – М.: Недра, 1981. – 185 с.

УДК 622.245+539.3

АНАЛІЗ ХВИЛЬОВИХ ЯВИЩ ПРИ ВЕДЕННІ ПРОСТРІЛЬНО-ПІДРИВНИХ РОБІТ У СВЕРДЛОВИНАХ

М.О. Лисюк, канд. техн. наук (ННДІОП)

Изложен качественный анализ теории волновых явлений при прострелочно-взрывных работах в глубоких скважинах с водой, результаты которого позволяют установить влияние геометрических размеров сферического заряда на данный физический процесс. Даны практические рекомендации по повышению эффективности указанного метода скважинной геотехнологии.

При свердловинному видобуванні корисних копалин застосовуються з різною метою (введення свердловин в експлуатацію, запобігання аваріям або їх ліквідація, вплив на проникність вміщуючих порід, перекриття свердловин тощо) імпульсні методи, до яких, зокрема, належать перфорація або торпедування з підриванням зарядів вибухових речовин. Великі можливості та висока ефективність прострільно-підривних робіт у свердловинах різних типів роблять їх перспективними. Проте притаманні внутрішньосвердловинному вибуху динамічні навантаження на цементний камінь, обсадні та експлуатаційні колони можуть призвести до їх пошкодження, що ставить під сумнів можливість проведення таких робіт.

Для послаблення негативних наслідків вибухів застосовуються різноманітні заходи і засоби. Їх аналіз свідчить про наявність двох підходів. Один з них полягає у запиранні газоподібних продуктів вибуху в обмеженому об'ємі, інший – у послабленні механічного впливу вибуху за рахунок дисипації ударних (вибухових) хвиль. Має місце і комбінування обох підходів. Відомі технічні засоби реалізації цих методів мають свої переваги і недоліки. Наприклад, установлення цементних мостів забезпечує надійне відокремлення ділянок свердловин одна від одної [1]. Однак цей метод трудомісткий, зокрема після вибухової обробки мости необхідно розбурувати. Крім того, є й інші недоліки. Більшу оперативність робіт забезпечує застосування вибухових пакерів, але й при цьому мають місце недоліки, подібні наведеним вище.

Для локалізації дії вибуху в свердловинах досить перспективним видається влаштування знімних перешкод різних конструкцій, які опускаються