

ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ

С. П. Мінєєв

доктор технічних наук, професор

Д. М. Пимоненко

кандидат технічних наук

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України,
49005, м. Дніпро, вул. Сімферепольська 2-а

Розглянуто нормативну базу, яка регулює організацію робіт з гасіння пожеж у гірничих виробках вугільних шахт. Внаслідок аналізу визначено, що існуючі нормативні документи не забезпечують повною мірою ефективну локалізацію підземних пожеж. У межах формування систем протипожежного захисту у якості технічних рішень розглянуто застосування водяних завіс та протипожежних розривів («голодних зон»).

Ключові слова: підземна пожежа, протипожежний розрив, водяна завіса, нормативні документи.

ON ENHANCING THE LEGAL FRAMEWORK FOR FIRE SAFETY IN COAL MINES

S. P. Minieiev

Doctor of Technical Sciences, Professor

D. M. Pymonenko

Candidate of Technical Sciences (Ph.D)

Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of
Ukraine, 49005, Dnipro, Simferopolska str., 2a, Ukraine

The paper examines the regulatory framework governing the organization of fire suppression activities in coal mine workings. The analysis demonstrates that the current normative documents do not provide sufficient mechanisms to ensure the effective containment of underground fires. Within the context of developing integrated fire protection systems as potential technical solutions, particular attention is given to the application of water curtains and firebreaks (“starved zones”).

Keywords: underground fire, firebreak, water curtain, regulatory framework.

Підземні пожежі у гірничих виробках вугільних шахт мають системний вплив, що охоплює атмосферу, гідросферу, літосферу та соціальну сферу.

1. Атмосфера. Тривалі викиди CO_2 і CH_4 підсилюють парниковий ефект, а SO_2 і NO_x погіршують якість повітря та становлять небезпеку для здоров'я людей.
2. Гідросфера. Кислі шахтні води з сульфатами та важкими металами потрапляють у водоносні горизонти та річки, погіршуючи стан водних екосистем і джерел питної води.

3. Літосфера. Горіння пластів викликає просідання і тріщини, руйнує ґрунти, хімічне забруднення ґрунтів продуктами горіння знижує їх родючість та ускладнює відновлення рослинності.
4. Соціальна сфера. Погіршення якості повітря і води негативно впливає на здоров'я населення, підвищуючи захворюваність дихальної та серцево-судинної систем, спричиняє втрату сільськогосподарських угідь.

Багаторічний досвід проведення гірничорятувальних робіт засвідчує, що в шахтах із недостатнім рівнем протипожежної підготовки навіть відносно невеликі загоряння переростали у складні та тривалі аварійні ситуації. Натомість у шахтах з належно організованою системою протипожежного захисту пожежі зазвичай ліквідовувалися оперативно та без значних витрат ресурсів і зусиль.

На думку [1], пожежонебезпеку шахти можна представити наступною залежністю

$$P_{ш} = f(P_e, P_o, P_i, P_p, P_m, P_l), \quad (1)$$

де P_e – ймовірність наявності горючих речовин, матеріалів і обладнання, що містить їх; P_o – ймовірність наявності окислювача; P_i – ймовірність виникнення теплового імпульсу; P_p – ймовірність розвитку та поширення пожежі; P_m – ймовірність нанесення матеріальних збитків; P_l – ймовірність загрози життю захоплених пожежею людей.

Виникнення та поширення пожеж у гірничих виробках вугільних шахт доцільно розглядати як випадкові процеси, дослідження яких найповніше забезпечується застосуванням методів теорії ймовірностей і математичної статистики при побудові відповідних математичних моделей. Тому для кількісного оцінювання параметрів, що характеризують ці процеси, доцільно використовувати статистичні методи, здатні відобразити різноманітність і взаємодію випадкових чинників, які лежать в їх основі. Оцінку пожежної безпеки підземних об'єктів вугільних шахт можна здійснювати за допомогою індивідуального ризику R_i , тобто ймовірності виникнення небезпечних факторів пожежі, що виникають при аварії в певній точці простору протягом встановленого часу.

Під оцінкою ризику розуміють розрахунок індивідуального ризику для підземного об'єкта і порівняння його з нормативними значеннями, при цьому вважають, якщо $R_i < R^* = 10^{-6}$, то пожежна безпека об'єкта вважається забезпеченою, при $R^* < R_i < R_1 = 10^{-4}$ – вважають прийнятною, експлуатація об'єкта може здійснюватися після проведення додаткового обґрунтування, в якому буде показано, що вжито всіх необхідних та достатніх заходів для зниження пожежної небезпеки. При $R_i > 10^{-4}$ вважають, що пожежна безпека об'єкта не забезпечена та експлуатація його заборонена.

Розрахунковий індивідуальний ризик R_i для кожного об'єкта визначають за формулою [2]

$$R_i = P_n \cdot P_{np} \cdot (1 - P_e) \cdot (1 - P_{пз}), \quad (2)$$

де P_n – ймовірність пожежі на об'єкті протягом року; P_{np} – ймовірність присутності людей на об'єкті протягом року при роботі: 0,25 - в одну зміну; 0,50 – у дві зміни; 0,75 – у три

зміни; 1,00 – у чотири зміни; P_e – ймовірність евакуації людей на об'єкті протягом року; $P_{пз}$ – ймовірність ефективної роботи технічних засобів протипожежного захисту протягом року.

Заходи щодо локалізації підземних пожеж передбачені такими нормативними документами:

- наказом Мінпаливенерго України від 30 серпня 2002 р. №507 – наведено вимоги до організації протипожежних розривів на виїмкових ділянках, які відпрацьовують лави довгими стовпами. Рекомендовано влаштування протипожежних розривів довжиною 100 м через кожні 400 – 500 м гірничої виробки;

- Правилами пожежної безпеки для підприємств вугільної промисловості України НАПБ Б.01.009–2004 [5] – містять вимоги до встановлення у гірничих виробках систем локалізації та гасіння пожеж водою, протипожежних дверей та арок, передбачено захист водяними завісами лінійної частини стрічкових конвеєрів, у додатку методика розрахунку гідравлічних параметрів протипожежного трубопроводу та витрати води для створення водяної завіси.

- Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01-10 [6] – встановлюють порядок безпечного ведення гірничих робіт і використання гірничошахтного, транспортного та електротехнічного обладнання, провітрювання та протиаварійного захисту гірничих виробок, забезпечення пилогазового режиму, виробничої санітарії та охорони праці.

При гасінні підземних пожеж у гірничих виробках, через які подається свіжий струмінь повітря, важливо запобігти поширенню вогню разом із повітряним потоком. Одним із ефективних заходів для надійної локалізації пожежі є встановлення водяних завіс на шляху руху розжарених газів. Найбільш ефективними є автоматичні водяні завіси, заздалегідь розташовані у відповідальних вузлах шахти.

Розпилення значно підвищує ефективність води, оскільки дрібні краплі випаровуються швидше, а інтенсивність теплопоглинання залежить від ступеня дисперсності: зі збільшенням поверхні частинок вода швидше випаровується. У табл. 1 показано, як змінюється площа поверхні розпиленої води залежно від ступеня її розпилення.

Таблиця 1

Зміна загальної поверхні 1 л води залежно від її розпилення

Діаметр краплі, мм	3,0	1,5	1	0,8	0,4	0,2	0,02
Поверхня крапель в 1 л води	2	4	6	8	16	30	300

При складанні проектів протипожежного захисту шахт враховуються такі фактори, що визначають параметри водяної завіси:

- 1) поперечний переріз гірничої виробки;
- 2) швидкість руху повітряного струменя;

- 3) кріплення гірничої виробки, що захищається;
- 4) температура samozаймання у потоці пожежних горючих матеріалів, які знаходяться у виробці;
- 5) інтенсивність теплообміну водяної завіси, що визначається конструктивними особливостями розпилювальних насадок, величиною тиску води, схемою розстановки розпилювальних насадок за перерізом гірничої виробки та ін. ;
- 6) розрахункова температура пожежних газів.

Температуру пожежних газів у зоні горіння описують залежністю [5]

$$t_{гк} = \frac{B_n \cdot V_{пож} \cdot (0,8 \cdot Q_n - 586) + 26 \cdot G_z + (0,1 + 0,08 \cdot V_{нов}) \cdot F_{см}}{(5,13 \cdot 10^{-3} + 4,11 \cdot 10^{-3} \cdot V_{нов}) \cdot F_{см} + 1,31 \cdot G_z}, \quad (3)$$

де $t_{гк}$ – температура пожежних газів, °С; B_n – пожежне навантаження у гірничій виробці, кг/м; $V_{пож}$ – швидкість руху пожежі по виробці, м/с; Q_n – нижча температурна здатність горючих матеріалів, кДж/кг; G_z – об'ємна витрата газового потоку, м³/с; $F_{см}$ – загальна площа поверхонь виробітку в зоні горіння, м²; $V_{нов}$ – швидкість вентиляційного струменя у виробці, м/с.

Підземні виробки вугільних шахт мають бути обладнані протипожежним трубопроводом, проте нині ряд вугільних шахт має значну кількість виробок, у яких з різних причин відсутнє протипожежне водопостачання. У ситуації, що склалася, необхідно вжити заходів або щодо відновлення протипожежного водопостачання шахт, або передбачити альтернативні заходи щодо захисту виробок, а саме організацію протипожежних розривів («голодних зон»). Метод розрахунку довжини протипожежних розривів досі відсутній у нормативній документації [4–6].

У гірничих виробках шахт протипожежний розрив («голодна зона») – це простір довжини, що нормується, між двома пожежонебезпечними об'єктами, що запобігає поширенню пожежі від одного об'єкта до іншого внаслідок теплопровідності, конвекції, променистого теплообміну або поширення полум'я по його поверхні. Довжина розриву та його місцезнаходження визначаються розрахунком. Силові та сигнальні кабелі повинні бути в межах протипожежного розриву («голодної зони») ізольовані шляхом їх розміщення в захисні металеві кожухи або бетонні оболонки товщиною не менше 100 мм шляхом набризку бетонно-пінної в'язкої суміші. Також необхідно замінити дерев'яне кріплення (або обробити вогнезахисним складом), замінити дерев'яну затяжку на з/б затяжку або металеву сітку-затяжку (або обробити вогнезахисним складом), прибрати трапи. При цьому слід врахувати, що даний спосіб протипожежного захисту не застосовується в конвеєрних виробках та очисних ділянках.

За відсутності горючих матеріалів у зоні протипожежного розриву його довжина $L_{пр}$ визначається [3]

$$L_{пр} = \frac{S \cdot V_{нов} \cdot \rho_z \cdot c_{pz} \cdot (t_{гк} - t_{займ})}{4,12 \cdot 10^{-3} \cdot (1,25 + V_{нов}) \cdot P \cdot (t_{гк} - t_{нор})}, \quad (4)$$

де $t_{займ}$ – температура займання горючих матеріалів, °С; $t_{нор}$ – температура гірських порід на великій глибині, °С; S – площа поперечного перерізу гірничої виробки, м²; P – периметр

поперечного перерізу гірничої виробки, м; c_{pe} – питома теплоємність пожежних газів (повітря), кДж/(кг·°С); ρ_e – щільність газового потоку, кг/м³.

У зв'язку з тим, що пожежа може виникнути в будь-якому місці гірничого вироблення, протипожежні розриви необхідно облаштовувати на всьому її протязі через певні проміжки,

Проведені дослідження дозволили сформулювати такі висновки: підземні пожежі діють як каталізатор деградації природних систем: локальне техногенне явище поступово охоплює атмосферу, воду, ґрунти, біоту та людину. Їх наслідки зберігаються десятиліттями, порушуючи екологічну рівновагу та соціально-економічну стабільність регіонів. У чинних нормативних документах [4–6] вимоги до організації гасіння підземних пожеж наведені фрагментарно, деяким питанням та методикам розрахунків не приділено належної уваги. Відсутня методика розрахунків параметрів протипожежних розривів («голодних зон»), рекомендації щодо їх розміщення у гірничих виробках. У новій редакції Правил протипожежної безпеки для підприємств вугільної промисловості України слід внести вимоги до облаштування у шахтах протипожежних розривів («голодних зон»), водяних завіс, розробити методику розрахунку протипожежних розривів та водяних завіс.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козлюк А.І. Протипожежний захист вугільних шахт. Київ. «Техніка». 1980. 156 с.
2. Мамаєв В.В. Оцінка пожежної небезпеки підземних об'єктів шахт на основі розрахункового індивідуального ризику. *Пожежна безпека-2009*: зб. тез доповідей IX Міжнар. наук.-практ. конф. ЛДУ БЖД. Львів. 2009. С. 272- 273.
3. Мінеєв С.П., Пимоненко Д.М., Янжула О.С. Деякі аспекти організації протипожежного захисту гірничих виробок. *The XIV International Scientific and Practical Conference «Current problems of mankind and ways to solve them»*. December 02-04,2024. Munich. Germany. 439 p. P.125-130.
4. Інструкція з протипожежного захисту вугільних шахт: НПАОП 10.0-5.18-04. 2010. 23 с.
5. Правила пожежної безпеки для підприємств вугільної промисловості України: НАПБ Б.01.009-2004. Київ. МінпаливенергоУкраїни. 2005. 161 с.
6. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01-10. Київ. 2010. 198 с.