

**ОЦІНКА РИЗИКУ ПРОРИВУ ВОДИ І ЗАМУЛЮЮЧОЇ ПУЛЬПИ ДО ГІРНИЧИХ ВИРОБОК  
ЯК ТЕХНОГЕННОЇ АВАРІЇ****<sup>1</sup>Булат А.Ф., <sup>1</sup>Бунько Т.В., <sup>2</sup>Ященко І.О., <sup>1</sup>Кокоулін І.Є.**<sup>1</sup>Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, <sup>1</sup>Міністерство енергетики та вугільної промисловості України**ОЦЕНКА РИСКА ПРОРЫВА ВОДЫ И ЗАИЛОВОЧНОЙ ПУЛЬПЫ В ГОРНЫЕ  
ВЫРАБОТКИ КАК ТЕХНОГЕННОЙ АВАРИИ****<sup>1</sup>Булат А.Ф., <sup>1</sup>Бунько Т.В., <sup>2</sup>Ященко И.А., <sup>1</sup>Кокоулин И.Е.**<sup>1</sup>Інститут геотехнічної механіки ім. Н.С. Полякова НАН України, <sup>1</sup>Міністерство енергетики та вугільної промисловості України**ESTIMATION OF RISK OF WATER OR SILTING PULP INRUSH INTO THE MINE  
WORKINGS AS A TECHNOGENEOUS EMERGENCY****<sup>1</sup>Bulat A.F., <sup>1</sup>Bunko T.V., <sup>2</sup>Yashchenko I.A., <sup>1</sup>Kokoulin I.Ye.**<sup>1</sup>Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine, <sup>1</sup>Ministry of Power Engineering and Coal Industry of Ukraine

**Анотація.** Одним із найбільш розповсюджених і небезпечних видів підземних аварій є прорив води і замулюючої пульпи до гірничих виробок. За травматизмом працівників і матеріальними збитками вони займають п'яте місце, поступаючись лише вибухам газу та пилу, екзогенним пожежам, раптовим викидам і обваленням гірських порід. Прориви води, глини, пливунів та замулюючої пульпи до гірничих виробок шахт супроводжується такими вражаючими чинниками, як розмиви та завали виробок, загазування виробок шкідливими газами, вивід із ладу життєво важливих об'єктів шахт (вентилятори, водовідливні насоси, транспортні засоби тощо). Гірничі роботи у зонах, небезпечних за проривами води, повинні проводитись згідно паспортів, що передбачають заходи щодо запобігання проривам води до діючих виробок. Об'єднання проривів води і проривів замулюючої пульпи (глини) до гірничих виробок у єдиний тип аварій, прийняте рядом нормативних документів, не є правомірним: це – дві різні аварії, які, хоча і дещо східні за наслідками, мають суттєві відзнаки за протіканням і методами ліквідації. Для проривів води і пульпи у гірничі виробки питання визначення і розрахунку ризику виникнення аварій, як і для інших їх типів аварій, є актуальним. Але методи таких розрахунків дещо відрізняються внаслідок іншого набору чинників, які провокують виникнення аварій. Для оцінки ризику рекомендовано бальний метод, який передбачає розбиття чинників, які впливають на безпеку прориву води і пульпи, на блоки і надання чинникам рангів, що характеризують значимість чинника для розвитку аварії, їх ваги і розбиття чинників за градаціями. Користуючись запропонованим методом, можна якісно проаналізувати ризики виникнення проривів води і пульпи на вугільних шахтах, кількісно обґрунтовуючи напрями їх зниження. Тим самим можливо запобігти багатьом небажаним наслідкам аварійних ситуацій, для чого необхідно більш ретельно підходити до організації протиаварійного захисту, складання і використання планів ліквідації аварій на основі імітаційного моделювання аварійних ситуацій і протиаварійних мір.

**Ключові слова:** прорив води і замулюючої пульпи, ризик аварії, розрахунок ризику, бальні оцінки, людський чинник

Одним із найбільш розповсюджених і небезпечних видів підземних аварій є прорив води і замулюючої пульпи до гірничих виробок. Автори [1] відзначають, що за період з 1934 до 2001 року стався 1151 прорив води, у тому числі 78 випадків проривів з розвідувальних і технічних свердловин, 805 проривів із водоносних горизонтів, 35 – зі старих робіт, 19 – з поверхні. За травматизмом працівників і матеріальними збитками вони займають п'яте місце, поступаючись лише вибухам газу та пилу, екзогенним пожежам, раптовим викидам і обваленням гірських порід.

Прориви води, глини, пливунів та замулюючої пульпи до гірничих виробок шахт супроводжується такими вражаючими чинниками, як розмиви та завали виробок, загазування виробок шкідливими газами, вивід із ладу життєво важливих об'єктів шахт (вентилятори, водовідливні насоси, транспортні засоби тощо).

Гірничі роботи у зонах, небезпечних за проривами води, повинні проводитись згідно паспортів, що передбачають заходи щодо запобігання проривам води до діючих виробок. До небезпечних зон відносяться:

а) затоплені виробки, у тому числі погашені;

б) будь-які інші виробки, включаючи непогашені і необстежені, до встановлення відсутності у них води, глинистих розчинів або пульпи;

в) розривні тектонічні порушення або зони перем'ятих порід, що перетинають затоплені і обводнені виробки, у тому числі ті, щодо обводненості яких немає даних;

г) бурові свердловини, що перетинають затоплені виробки або водоносні горизонти, і свердловини з неякісним тампонуванням;

д) масиви, що залягають під і над затопленими гірничими виробками.

Наведені у термінологічних джерелах визначення цих типів аварій [2 та ін.] дещо різняться, тому, на наш погляд, слід дотримуватись визначень, наведених у [3], а саме (переклад українською мовою – наш. *Авт.*):

а) **прориви води із затоплених виробок** – неочікуване руйнування бар'єрного або запобіжного цілика, що відокремлює діючу виробку від затопленої з проривом води у діючу виробку;

б) **прориви пливунних порід** – посилене надходження до гірничої виробки пухких водонасичених порід, що мають пливунні властивості, яке виникає внаслідок самовільного або примусового руйнування водотривких порід у виробці;

в) **прориви глини і пульпи** – раптове руйнування під дією гірського тиску і гравітаційних сил ціликів, що розділяють заповнені глиною або пульпою порожнини, з проривом глини або пульпи до гірничих виробок.

Виходячи з таких визначень, слід зазначити, що об'єднання проривів води і проривів замулюючої пульпи (глини) до гірничих виробок у єдиний тип аварій, прийняте рядом нормативних документів, не є правомірним: це – дві різні аварії, які, хоча і дещо східні за наслідками, мають суттєві відзнаки за протіканням і прийомами ліквідації.

Перша з них є природною, викликаною гірничо-геологічними умовами відпрацювання родовищ. Друга – природно-техногенна, значною мірою викликана попередніми мьрами, не досить вдалими, з ліквідації іншої аварії.

Для *першого типу аварій* надалі розглядатимуться лише прориви підземних вод, тобто коли джерелами надходження води у виробки є обводнені зони і затоплені виробки, пройдені по тому ж пласту і віддалені не більше ніж 200м, а також виробки, розташовані у пластах, які залягають над і під діючими виробками, що проведені по природним і штучним порушенням і перетинають затоплені виробки. Причинами і джерелами затоплення гірничих виробок можуть бути організаційно-технічні недоліки під час ведення гірничих робіт та специфічні причини при порушенні вимог Правил безпеки у вугільних шахтах [4].

Міри та дії щодо попередження затоплення і обмеження притоку води до гірничих виробок є складовою частиною системи протиаварійного захисту (СПАЗ) шахти. Їх викладено у [4] (гл. X, підрозділи 1,2). Зацікавлений читач може ознайомитись з конкретизацією їх положень у [5-8]. Останні джерела дещо застаріли, але наведені загальні методики розрахунку елементів СПАЗ використовуються і донині.

Основними рекомендаціями щодо захисту гірничих виробок від затоплення є наступні:

а) з метою боротьби з загрозливими притоками води безпосередньо у гірничих виробках споруджуються водонепроникні кріплення, глухі або фільтруючі перекладки;

б) водонепроникними перекладками, розрахованими на максимальний тиск води, огорожують діючі гірничі виробки, новколостовбурні двори, головні водовідливні установки від решти виробок;

в) при спорудженні водонепроникних перекладок роботи ведуться тільки за спеціальним проектом. Перекладка повинна не пропускати воду і бути стійкою до корозії;

г) після її зведення закріплений простір тампонується під тиском, що перевищує більш ніж на 10% максимальний тиск води, що очікується, на перетяжку;

д) коли підземні виробки ведуться у напрямі, де можливі більші притоки води, проходка здійснюється із свердлінням випереджувальних свердловин. Величина випередження повинна складати не менше, ніж 5 м;

е) якщо поблизу від діючих підземних розробок є затоплені виробки, то з метою уникнення небезпечних проривів води приймаються міри щодо її своєчасного спуску чи відкачування;

ж) проходка виробок для спуску води здійснюється за спеціальним проектом. При цьому обов'язковим є свердлування випереджаючих свердловин;

и) у виробці, що проводиться, встановлюється перекладка з дверима, що відкриваються у бік можливого прориву води.

Міри щодо попередження *другого типу аварій*, а саме прориву замулюючої пульпи, неможливо виробити заздалегідь, оскільки важко передбачити наслідки неправильного їх використання під час ліквідації (замулювання) пожежного осередку. Тому частково можуть бути використані охарактеризовані вище засоби щодо попередження проривів води, вимоги гл. X підрозділ 3 [4], а у подальшому – використовуються міри і засоби, передбачені планом ліквідації аварій (ПЛА).

Дії та засоби щодо спасіння людей та ліквідації аварії, що виникла викладаються у відповідних позиціях ПЛА [9] та регламентуються Статутом ДВГРС з організації і проведення гірничорятувальних робіт [10].

Першочерговими мірами ПЛА у частині затоплення гірничих виробок підземними водами та пульпою є:

а) сповіщення робітників про аварію і виведення їх з гірничих виробок на поверхню і у безпечні місця;

- б) виклик ДВГРС (їх дії визначаються [10, гл. IX, пп. 271-295]) та ВГК;
- в) запуск у роботу резервних насосів і встановлення огорож від затоплення;
- г) закриття водонепроникних перекладок;
- д) встановлення режиму електропостачання аварійної ділянки;
- е) спорудження тимчасових перекладок;
- ж) організація подачі необхідних матеріалів і обладнання до місця аварії, та інші згідно особливостей аварійного об'єкту.

Ліквідація наслідків проривів води та замулюючої пульпи повинна проводитись за спеціальними проектами і паспортами, у яких передбачається:

- а) маршрути руху і порядок дій відділень під час ліквідації наслідків аварій цього типу;
- б) застережні заходи під час ведення аварійно-рятувальних робіт;
- в) режим провітрювання аварійних виробок;
- г) порядок організації зв'язку з усіма місцями проведення робіт;
- д) місця контролю рудникової атмосфери і відбір проб повітря;
- е) викопіювання з маркшейдерських планів гірничих робіт.

Для проривів води і пульпи у гірничі виробки питання визначення і розрахунку ризику виникнення аварій, як і для інших їх типів аварій, є актуальним, але методи таких розрахунків дещо відрізняються внаслідок іншого набору чинників, які провокують виникнення аварії.

Під час проведенні аналізу ризику прориву води і пульпи у гірничі виробки рекомендується послідовно виконувати наступні етапи:

- а) збір даних щодо гірничо-геологічних умовах розробки родовищ. На відміну від типів аварій, техногенні чинники яких превалюють, гірничо-геологічний чинник, як впливає з самого визначення аварій типу, що розглядається, виграє головну роль;
- б) збір даних щодо гірничотехнічних умов розробки родовищ. Важливість їх врахування визначається тим, що механічне втручання у гірничий масив порушує його міцність і створює канали проникнення рідини до гірничих виробок, а у разі супутнього вивалення породи – ризик аварії ще збільшується;
- в) ідентифікація небезпеки аварії (визначення можливих особливостей протікання аварії та її обсягів);
- г) визначення чинників, що впливають на небезпеку аварії (він суттєво відрізняється від такого для усіх інших типів аварій), та індексів небезпеки аварії (ІНА) по кожній із виявлених небезпек;
- д) оцінка ризику аварії;
- е) розробка мір щодо зниження ризику аварії за виявленими небезпеками.

Основні чинники, що впливають на ризик прориву води і замулюючої пульпи, наведено у табл. 1.

Багато з чинників, що провокують затоплення гірничих виробок, відносяться до природних, хоча їх майже неможливо відокремити від техногенних, що характеризують супутню дію природних і техногенних чинників. Такими є прорив води з підпраціюваної поверхневої водоюми, підпрацювання замулених глиною вироблених просторів, наявність у районі робіт гірничих виробок з

виходом на поверхню тощо. Згідно з обмеженнями, обумовленими вище, такі аварії не підлягають нашому розгляду, тому оцінка ІНА для них не потрібна.

Таблиця 1 – Чинники небезпеки і ІНА для прориву води і пульпи

№ п/п	Чинник небезпеки	ІНА	Примітки
<i>Подія</i>			
1	Прорив води, пульпи у підземні гірничі виробки	0	Проривів три роки не було
		1	Хоча б один прорив було зафіксовано
<i>Системи моніторингу гірничих виробок</i>			
2	Моніторинг ризику небезпеки затоплення	0,1	Моніторинг постійний
		0,5	Моніторинг періодичний
		0,9	Моніторинг не здійснюється
<i>Відповідність проектним рішенням</i>			
3	Відповідність системи водовідливу проектним рішенням	0	Повністю відповідає
		0,7	Відповідає частково
		1	Не відповідає
<i>Моніторинг системи водовідливу</i>			
4.1	Стан водозбірників	0	Замулювання немає
		0,4	Часткове замулювання, що заважає роботі насосів
		1	Неможливість функціонування
4.2	Стан головних насосів	0	Добрий
		0,5	Задовільний (невеликий знос)
		1	Потребує ремонту
4.3	Стан попередніх відстойників	0	Замулення немає
		1	Замулений
4.4	Стан приймального колодязю	0	Чистий
		1	Замулений
<i>Гірничотехнічні умови</i>			
5	Наявність ціликів, прорізаних свердловинами гірничими виробками		Якщо таких немає – ІНА=0,2
		0,6.	
		0,9	
<i>Усунення виявлених несправностей та порушень</i>			
6	Виявлені несправності і порушення (значення $K$ )	0	Усунені повністю ( $K=0$ )
		0,1÷0,9	Усунені частково
		1	Не усунені

Примітка: Коефіцієнт усунення порушень  $K_y = \frac{N_y}{N_e}$ , де  $N_y$  – кількість усунених у строк

порушень,  $N_e$  – кількість виявлених порушень

Перелік чинників не претендує на вичерпність. Чинники, які впливають на безпеку прориву води і пульпи і відповідні ІНВ можуть змінюватись і доповнюватись у залежності від умов експлуатації конкретної вугільної шахти, ступеню впровадження багатофункціональної системи безпеки (БФСБ), організації і здійснення моніторингу дотримання вимог промислової безпеки

тощо.

Для оцінки ризику рекомендовано бальний метод, який передбачає надання чинникам, які впливають на небезпеку прориву води і пульпи (табл. 2), рангів, що характеризують значимість чинника для розвитку аварії, їх ваги і розбиття чинників за градаціями.

Одним із варіантів градації може бути п'ятирівнева, а саме: ДН – «дуже низький рівень ризику»; Н - «низький»; С – «середній»; В = «високий»; ДВ – «дуже високий».

Проводячи експертне уточнення, сумуючи бали по кожному з чинників за градаціями, і обчислюючи середнє значення, можна отримати підсумковий бал.

При цьому вага  $k$  – того чинника  $P_k$  обчислюється за формулою  $P_k = \frac{r_k}{\sum_{i=1}^n r_i}$ , де  $r_k$

– ранг  $k$  – того чинника,  $n$  – кількість чинників. Тоді небезпека аварії оцінюється як середньозважений бал по аварійним чинникам з найбільшим підсумковим балом.

Усі необхідні дані для проведення розрахунків (всі оцінки рекомендовані і умовні) наведено у табл. 2. Номери чинників – з табл. 1.

Таблиця 2 – Вхідні дані для розрахунку ризику проривів води і пульпи

Номер чинника у табл. 1	Ранг чинника	Вага чинника	Градація чинників				
			ДН	Н	С	В	ДВ
1	3	0,3	0	-	-	-	1
2	2	0,2	0÷0,2	0,2÷0,4	0,4÷0,6	0,6÷0,8	0,9
3	2	0,2	0	-	0,7	-	1
4	1	1	0	-	0,4÷0,5	-	1
5	1	0,1	0,2	-	0,6	-	0,9
6	1	0,1	0	-	0,1÷0,9	-	1

Тоді ризик рівня аварії на вугільній шахті можна обчислити у залежності від попадання середньозваженого балу, що характеризує небезпеку аварії, у межі одного з діапазонів балів, наведених у табл. 3.

Таблиця 4 – Діапазони балів і відповідні рівні ризиків

Діапазон балів	Рівень ризику
0÷0,1	ДН
0,11÷0,39	Н
0,4÷0,51	С
0,52÷0,59	В
0,6÷1	ДВ

### Висновки

Користуючись запропонованим методом, можна якісно проаналізувати ризики виникнення проривів води і пульпи на вугільних шахтах, кількісно обґрунтовуючи напрями їх зниження. Тим самим можливо запобігти багатьом небажаним наслідкам аварійних ситуацій, для чого необхідно більш ретельно

підходити до організації протиаварійного захисту, складання і використання планів ліквідації аварій на основі імітаційного моделювання аварійних ситуацій і протиаварійних мір.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Звягильский Е.Л., Бокий Б.В., Куц О.А. [и др.] Прорывы воды в действующие горные выработки. Донецк: Изд-во «Нолудж», 2010. 111с.
2. Горное дело: терминологический словарь / Под научной редакцией акад. РАН К.Н. Трубецкого, чл.-кор. РАН Д.Р. Каплунова. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «Горная книга», 2016. 635с.
3. Зыков В.С., Абрамов И.Л. Уточнение классификации динамических явлений в угольных шахтах // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2015. № 3. С. 74-83.
4. НПАОП 10.0-1.01-10 Правила безпеки у вугільних шахтах. [Дійсн. від 22.03.2010]. Офіційне видання. Київ: Основа, 2010. 212 с. (Нормативний документ Мінвуглепрому України. Стандарт).
5. Слепцов В.И., Каледина Н.О., Кирич Б.Ф. Защита в чрезвычайных ситуациях. М.: Изд-во МГУ, 2004. 272с.
6. Ушаков К.З., Каледина Н.О., Кирич Б.Ф. [и др.]. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело. М.: Изд-во МГУ, 2002. 487с.
7. Комментарии к Правилам безопасности в угольных и сланцевых шахтах. Под ред. И.А. Бабокина. М.: Недра, 1979. 335с.
8. Комментарии к Правилам безопасности в угольных и сланцевых шахтах // Безопасность труда в промышленности. 2010. №№ 3,7.
9. Збірник інструкцій до Правил безпеки у вугільних шахтах. Том 1. Київ, 1996. 207с.
10. Статут ДВГРС по організації і проведенню гірничорятувальних робіт. Затв. наказом Держнаглядохоронпраці від 26.10.93 № 104. Київ, 1993. 148с.

#### REFERENCES

1. Zvyagilskiy Ye.L., Bokiyy B.V., Kushch O.A. [and others] (2010), *Proryvy vody v deystvuyushchiye vyrabotki* [Breaches of water in the operating mine workings], Noulidzh, Donetsk, UA.
2. *Gornoye delo: Terminologicheskyy slovar / Pod nauchnoy redaktsiyey akad. RAN K.N. Trubetskogo, chl.-kor. RAN D.R. Kaplunova. 5-e izd., pererab. i dop.* [Mining art. Terminology dictionary / Under the scientific release of akad. RAS K.N. Trubetskoy, corr.-member of RAS D.P. Kaplunov. 5th publ., converted and add.] (2016), Published «Mining book», Moscow, RU.
3. Zykov V.S. and Abramov I.P. (2015), "Clarification of classification of the dynamic phenomena in coal mines", *Announcer of scientific center on safety of works in coal industry*, no. 3, pp. 74-83.
4. Ministry of Coal Industry of Ukraine (2010), *NPAOP 10.0-1.01-10 Pravyla bezpeky u vugilnykh shakhtakh* [NLSL 10.0-1.01-10 Rules of safety in coal mines], Osnova, Kiev, UA.
5. Sleptsov V.I., Kaledina N.O. and Kirin B.F. (2004), *Zashchita v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Defence in extraordinary situations], Izd-vo MGGU, Moscow, RU.
6. Ushakov K.Z., Kaledina N.O., Kirin B.F. [and others] (2002). *Bezopasnost vedeniya gornykh robot / gornospasatelnoye delo* [Safety of conduct of mine works and mine-rescue work], Izd-vo MGGU, Moscow, RU.
7. *Kommentarii k Pravilam bezopasnosti v ugolnykh / slantsevykh shakhtakh. Pod red. A.I. Babokina* [Comments to Rules of safety in coal and slate mines. Under red. of I.A. Babokin] (1979), Nedra, Moscow, SU.
8. "Comments to Rules of safety in coal and slate mines" (2010), *Safety of labour in industry*. №№ 3,7.
9. *Zbirnyk instruksiy do Pravyl bezpeky u vugilnykh shakhtakh. Tom 1* [Collection of instructions to Rules of safety in coal mines. Vol. 1] (1996), Kyiv, UA.
10. *Statut DVGRS po organizatsii / provedennyu girnychoryativalnykh robot* [The SMMRS Regulation on organization and conducting of mine-rescue works] (1993), Kyiv, UA.

#### Про авторів

**Булат Анатолій Федорович**, академік Національної академії наук України, доктор технічних наук, професор, директор інституту, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпро, Україна, [gtn.bulat@gmail.com](mailto:gtn.bulat@gmail.com)

**Бунько Тетяна Вікторівна**, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпро, Україна, [bunko2017@ukr.net](mailto:bunko2017@ukr.net)

**Яценко Ігор Олексійович**, кандидат технічних наук, заступник начальника управління охорони праці, промислової безпеки, фізичного і громадянського захисту Міністерства енергетики і вугільної промисловості України, Київ, Україна

**Кокоулін Іван Євгенович**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник у відділі проблем розробки родовищ на великих глибинах, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпро, Україна

#### About the authors

**Bulat Anatolii Fedorovich**, Academician of the National Academy of Science of Ukraine, Doctor of Technical Sciences (D. Sc), Professor, Director of the Institute, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences

of Ukraine (GTM NAS of Ukraine), Dnipro, Ukraine, [gtm.bulat@gmail.com](mailto:gtm.bulat@gmail.com)

**Bunko Tetiana Viktorivna**, Doctor of Technical Sciences (D.Sc), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of problems of underground mines in great depths, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS of Ukraine), Dnipro, Ukraine, [bunko2017@ukr.net](mailto:bunko2017@ukr.net)

**Yashchenko Ihor Oleksiiovych**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Deputy Chief of the Department of Labour Protection, Industrial Safety, Physical and Civil Defence, Ministry of Power Engineering and Coal Industry of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

**Kokoulin Ivan Yevhenovych**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of problems of underground mines in great depths, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine (GTM NAS of Ukraine), Dnipro, Ukraine

**Аннотация.** Одним из наиболее распространенных и опасных видов подземных аварий является прорыв воды и заиловочной пульпы в горные выработки. По травматизму работников и материальным убыткам они занимают пятое место, уступая лишь взрывам газа и пыли, экзогенным пожарам, внезапным выбросам и обрушениям горных пород. Прорывы воды, глины, плавучих пород и заиловочной пульпы в горные выработки шахт сопровождается размывом и завалами выработок, загазирование выработок вредными газами, выходом из строя жизненно важных объектов шахт (вентиляторы, водоотливные насосы, транспортные средства и тому подобное). Горные работы в зонах, опасных по прорывам воды, должны проводиться согласно паспортам, предусматривающих мероприятия по предотвращению прорывов воды в действующие выработки. Объединение прорывов воды и прорывов заиловочной пульпы (глины) в горные выработки в единый тип аварий, принятое рядом нормативных документов, не является правомерным: это – две разные аварии, которые, хоть и несколько сходны по последствиям, существенно отличаются по протеканию и методам ликвидации. Для прорывов воды и пульпы в горные выработки вопрос определения и расчета риска возникновения аварий, как и для других их типов, является актуальным. Но методы таких расчетов несколько отличаются вследствие другого набора факторов, провоцирующих возникновение аварии. Для оценки риска рекомендован балльный метод, предусматривающий разбиение факторов, влияющих на опасность прорыва воды и пульпы, на блоки и предоставление факторам рангов, характеризующих значимость фактора для развития аварии, их веса и разбиения факторов по градациям. Пользуясь предложенным методом, можно качественно проанализировать риски возникновения прорывов воды и пульпы на угольных шахтах, количественно обосновывая направления их снижения. Тем самым возможно предотвратить много нежелательных последствий аварийных ситуаций, для чего необходимо более тщательным образом подходить к организации противоаварийной защиты, составлению и использованию планов ликвидации аварий на основе имитационного моделирования аварийных ситуаций и противоаварийных мер.

**Ключевые слова:** прорыв воды и заиловочной пульпы, риск аварии, расчет риска, балльные оценки, человеческий фактор

**Annotation.** One of the most widespread and dangerous types of underground emergencies is water or silting pulp inrush into the mine workings. By the traumatism of workers and material losses, they take the fifth place after explosions of gas and dust, exogenous fires, sudden gas outbursts and rocks fall. Inrush of water, clay, floating earths and silting pulp into the mine workings is accompanied by the roadway washing-out and falls of ground, harmful gas escaping into the workings, and mortality of objects vitally important for the mines (ventilators, water drainage pumps, transport vehicles, etc.). Mining operations in areas with risk of water inrush must be performed in accordance with the passports specifying measures on prevention of water inrush into the active workings. Uniting of water and silting pulp (clays) inrushes into one type of emergencies as it is adopted by a numerous normative documents is not justified because it is two different emergencies, which, though being somehow similar by their consequences, substantially differ by their behavior and methods of their liquidation. Determining and calculating risk of any emergencies including risk of water or pulp inrush into the mine workings is a live problem. But methods of their calculation differ because of different set of factors provoking their occurrence. A score method is proposed for estimating risk of water or pulp inrushes, which assumes subdivision of factors influencing on the danger of water or pulp inrush into workings into blocks and ranges depending on significance and importance of each factor for emergency development and for the factors gradation. With the help of the proposed method, it is possible to analyze risks of water or pulp inrush occurrence in the coal mines and to justify methods for their reduction. It is also possible to prevent a lot of undesirable consequences of emergency situations, for what it is necessary to arrange emergency protection more thoroughly and make and use plans of emergency liquidation on the basis of imitation modelling of emergency situations and measures for preventing emergency.

**Keywords:** water and silting pulp inrush, risk of emergency, calculation of risks, score estimations, human factor

*Стаття надійшла до редакції 14.10. 2018*

*Рекомендовано до друку чл.-кор. НАН України О.П. Круковським*