

АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДМОВ СВЕРДЛОВИННИХ ЗАРЯДІВ НА КАР'ЄРІ ВАТ "ПОЛТАВСЬКИЙ ГЗК"

*О. О. Фролов, канд. техн. наук, А. Л. Ган, асп. (НТУУ "КПІ"),
Д. Г. Биков, інж. (ОАО "Полтавський ГЗК")*

Рассмотрены причины отказов скважинных зарядов на карьерах. Приведены основные причины отказов на предприятиях, ведущих взрывные работы с применением детонирующего шнура. Рекомендованы мероприятия по снижению количества отказов. Проведен детальный анализ отказов скважинных зарядов на карьере ДнРУ ОАО "Полтавский ГОК".

Існуючі вимоги до якості дроблення гірничої маси при виконанні підричних робіт на кар'єрах вимагають розв'язання завдань, спрямованих на попередження, виявлення та ліквідацію відмов свердловинних зарядів вибухових речовин (ВР). При ліквідації відмов просторує гірничо-транспортне устаткування, що призводить до зниження його продуктивності і спричиняє економічні збитки кар'єрам.

Проблема безвідмовності підривання є комплексною задачею, розв'язання якої потребує проведення цілої низки відповідних заходів.

Згідно з [1] відмови свердловинних зарядів ВР обумовлюються технічними, технологічними та організаційними причинами.

До технічних причин зазвичай відносять незадовільну якість ВР і засобів ініціювання, порушення умов і термінів зберігання ВР, шкідливий вплив навколишнього середовища, а також застосування вибухових матеріалів (ВМ) в умовах, що не відповідають призначенню ВР.

Відмови з технологічних причин пов'язують з невідповідністю технології і параметрів буропідричних робіт характеристикам гірського масиву. Такими причинами можуть бути: неправильний вибір чи недотримання встановлених параметрів буропідричних робіт, невідповідність прийнятих схем підривання умовам підривання, неправильна технологія заряджання свердловин.

До організаційних причин належать: неякісне виконання робіт по заряджанню і забиванню свердловин та по монтажу вибухової мережі; низька кваліфікація персоналу підричних робіт, відсутність контролю за виконанням робіт; недотримання інструкцій та рекомендацій щодо застосування ВМ; відсутність обліку та аналізу причин відмов, порушення правил безпеки при проведенні підричних робіт.

Відмови свердловинних зарядів можуть бути виключені шляхом здійснення відповідних профілактичних заходів як на стадії розроблення проектної документації, так і при підготовці та виконанні вибухів.

Інститутом гірничої справи Міністерства металургії СРСР [2] були систематизовані найбільш поширені причини відмов свердловинних зарядів

при масових вибухах, які здійснюються із застосуванням детонувальних шнурів (ДШ) (табл. 1).

Таблиця 1. Причини відмов свердловинних зарядів при масових вибухах

Причина відмов	Характерні ознаки
Неправильні рішення при проектуванні вибухів	Відмови окремих груп зарядів і масових вибухів
Помилки персоналу під-ривних робіт при заряджанні свердловин, монтажі вибухових мереж	Істотна різниця у кількості відмов при різних схемах підривання, зростання кількості відмов зі збільшенням об'єму вибуху при звичайних строках заряджання, постійний характер дефектів вибухової мережі, втягнення ДШ при усадці зарядів
Застосування неякісних ДШ, піротехнічних реле	Відмови зарядів у вибуховій мережі, неповна детонація ДШ, значне коливання кількості відмов при використанні ДШ і піротехнічних реле з різних партій
Флегматизація ДШ	Збільшення кількості відмов при застосуванні ДШ в обводнених умовах і при тривалому перебуванні ДШ у свердловинах з ігданітом
Недостатній імпульс проміжних детонаторів	Наявність нездетонованих зарядів ВР при спрацюванні проміжних детонаторів
Ушкодження мереж ДШ у камерах і свердловинах при короткосповільненому підриванні	Наявність у камерах і свердловинах із зарядами, що відмовили, нездетонованих проміжних детонаторів з відрізками ДШ, характерні обриви ДШ, підвищена кількість відмов в окремих частинах блоків, різке скорочення кількості відмов при переході на миттєвий вибух або при зміні інтервалів сповільнень

Заходи щодо запобігання відмов, причини яких перелічені в табл. 1, зводяться до їх попередження. Відзначимо, що у всіх випадках передбачається застосування якісних ВР в умовах, що відповідають установленим стандартам (технічним умовам) і рішенням Держнаглядохоронпраці. Тому на кожному підприємстві, що виконує підривні роботи, повинен здійснюватися комплекс заходів, регламентованих Єдиними правилами безпеки при підривних роботах та іншими нормативними документами.

Аналіз даних табл. 1 показує, що велике значення для забезпечення надійного ініціювання свердловинних зарядів має також правильний вибір бойовиків, які виконують роль проміжного детонатора.

Вважається, що в загальному випадку як бойовики можуть використовуватися ВР, що створюють достатній ініціюючий імпульс. Це відбувається тоді, коли бойовики за своїми показниками (щільність, критичний діаметр,

швидкість детонації) не поступаються основному заряду і, звичайно, відповідають умовам застосування.

Перевірний розрахунок діаметра проміжного детонатора рекомендується виконувати за формулою [2]

$$d_{\text{пд}} \geq 1,1 d_{\text{кр}} \left(\frac{\rho_3 D_3}{\rho_{\text{пд}} D_{\text{пд}}} \right)^{\frac{1}{3}}, \quad (1)$$

де ρ_3 і $\rho_{\text{пд}}$ – щільність заряду і проміжного детонатора; D_3 і $D_{\text{пд}}$ – критична швидкість детонації заряду і проміжного детонатора; $d_{\text{кр}}$ – критичний діаметр заряду.

З метою попередження випадків передчасного впливу вибухів одних груп свердловинних зарядів на інші (так звана «підбійка» свердловин) інтервал уповільнень ініціювання повинен відповідати розрахунковим значенням. Необхідно також наглядати за дотриманням встановлених параметрів ліній опору по підшві уступу, що забезпечують достатнє пророблення підшви уступу свердловинами першого ряду, і вживати заходів щодо збереження цілісності масиву за контуром дроблення.

Основна ж частина відмов при підричних роботах пов'язана із затуханням детонації в ДШ. Причини відмов ДШ на відкритих гірничих роботах можна класифікувати за схемою, представленою на рис. 1 [3].

Для підвищення надійності підричних робіт виконують дублювання мереж ДШ [4, 5]. Однак досвід підричних робіт в обводнених умовах на кар'єрах Інгулецького ГЗК показує, що дублювання внутрішньосвердловинних мереж ДШ не дає відчутного зменшення кількості відмов. Більше того, дублювання мереж ДШ може стати додатковою причиною відмов через суттєве коливання (10–15 %) швидкості детонації в межах однієї партії [6].

Проведений в Інституті гірничої справи ім. А. А. Скочинського аналіз причин відмов ВР із використанням ДШ показав, що найбільш поширеними є відмови через заводський брак ВМ (близько 56 %), у тому числі через брак ДШ – 50 %; піротехнічних реле – 30 %; ВР – 10 %; шашок Т-400 – 5 %; електродетонаторів – 3 %; вогнепровідного шнура – 1,5 %; капсулів-детонаторів – 0,5 %.

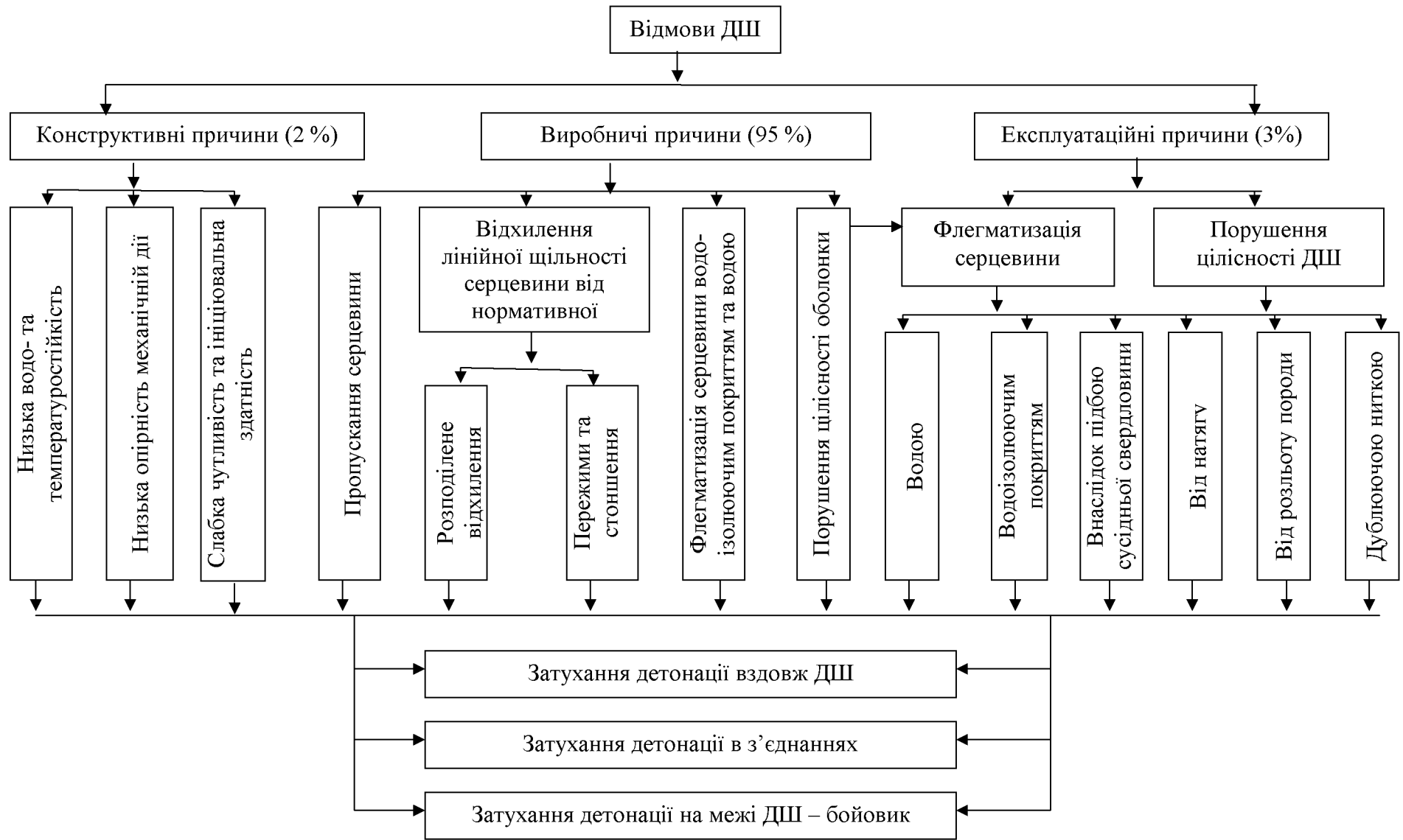


Рис. 1. Класифікація причин відмов в мережах ДШ на відкритих гірничих роботах

Для встановлення основних причин відмов свердловинних зарядів у кар'єрі ДнРУ ВАТ “Полтавський ГЗК” авторами проведено аналіз усіх відмов за останні 10 років (табл. 2). Виділено шість основних причин відмов: неякісне виготовлення ВР (52,8 %); підбій свердловин (15,3 %); заводський брак ДШ (25,5 %); вплив гірничо-геологічних умов (4 %); зволоження неводостійких ВР (2,2 %); недостатній ініціювальний імпульс (0,2 %).

Таблиця 2. Зведена таблиця кількості відмов у кар'єрі ДнРУ ВАТ “Полтавський ГЗК” за період 1994–2003 рр.

Причина відмов	Кількість відмов по роках										Всього
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Неякісне виготовлення ВР	17	12	30	44	25	24	30	30	51	43	306
Підбій свердловин	8	9	2	10	5	3	14	5	9	26	89
Заводський брак ДШ	12	10	13	16	17	3	23	23	20	11	148
Вплив гірничо-геологічних умов	–	–	3	–	8	5	2	–	1	4	23
Зволоження неводостійких ВР	–	–	–	–	–	–	–	–	3	10	13
Недостатній ініціюючий імпульс	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1
Всього за рік	37	31	48	70	55	35	69	58	84	93	580

Найчастіше відмови відбуваються через неякісне виготовлення ВР як заводського, так і місцевого приготування. Збільшення кількості таких відмов в останні роки можна пояснити проведенням промислових випробувань цілої низки нових видів ВР.

Значну кількість відмов спричиняє також заводський брак ДШ, незважаючи на постійне дублювання мереж ДШ. Всі відмови ДШ в кар'єрі ДнРУ ВАТ “Полтавський ГЗК” відбуваються з причин, наведених на рис. 1.

Підбій свердловин є результатом неякісного проектування і виконання буропідривних робіт. Зокрема, не витримуються відстані між свердловинами, завищені лінії опору по підшві уступу, схеми підривання свердловинних зарядів не відповідають умовам підривання і т.д.

Значна частка відмов відбувається також через складні гірничо-геологічні умови, а саме: розтікання ВР по щілинах у масиві гірських порід, вимивання ВР з свердловин через високу проточність води, обвали свердловин.

Внаслідок застосування в останні роки неводостійких ВР в обводнених умовах виникають відмови через зволоження цих ВР (флегматизацію).

В табл. 3 наведено дані про кількість відмов свердловинних зарядів на об'єм гірничої маси, видобутої за рік, та на кількість свердловин, підірваних за рік. Аналіз даних табл. 3 та рис. 2 показує тенденцію до зростання кількості відмов на 1 млн м³/рік видобутої гірничої маси. Однією з причин такого

зростання може бути зменшення довжини свердловин і відповідного збільшення їх кількості для руйнування одного і того ж об'єму гірського масиву. Середня кількість відмов зарядів на 1 млн м³/рік видобутої гірничої маси становить 4,13.

Таблиця 3. Кількість відмов свердловинних зарядів за період 1994–2003 рр.

Показники	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Кількість відмов за рік	37	31	48	70	55	35	69	58	84	93
Об'єм видобутої гірничої маси, тис. м ³ /рік	13750	12283	10893	13875	16240	13432	16222	14656	14741	13908
Кількість вибухових свердловин за рік, шт.	25888	31693	21937	36073	41280	39948	50711	46874	47711	47792
Кількість відмов на 1 млн м ³ /рік гірничої маси	2,69	2,52	4,41	5,05	3,39	2,61	4,25	3,96	5,70	6,69
Кількість відмов на 1000 свердловин за рік	1,43	0,98	2,18	1,94	1,33	0,87	1,36	1,24	1,76	1,95

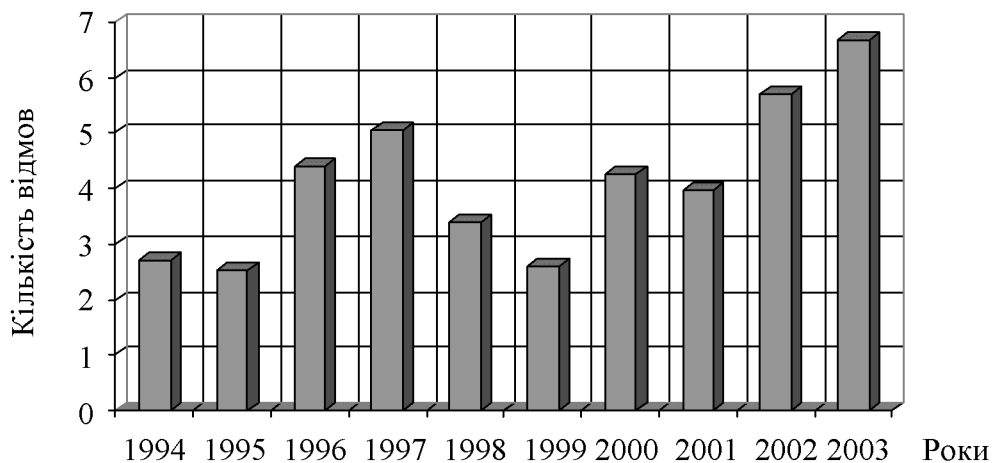


Рис. 2. Кількість відмов на 1 млн м³ видобутої гірничої маси за період 1994–2003 рр.

Аналіз рис. 3 свідчить про відсутність закономірності в розподілі кількості відмов за роками на 1000 свердловин. Лише в останні два роки спостерігається незначне збільшення кількості відмов на 1000 свердловин в порівнянні з попередніми чотирма роками. Середня кількість відмов на 1000 свердловин за 10 років становить 1,51.

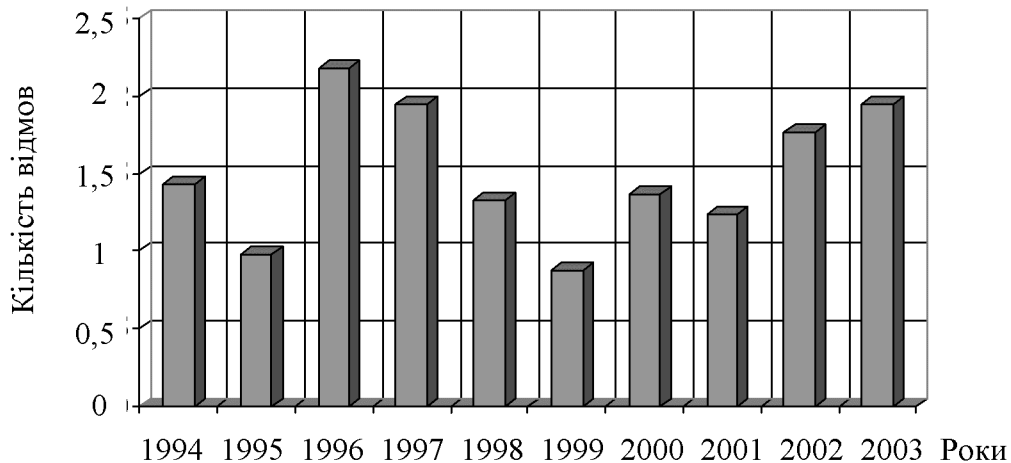


Рис. 3. Кількість відмов на 1000 свердловин за період 1994–2003 рр.

Автори вважають, що у зв'язку з останніми технологічними рішеннями спеціалістів ВАТ “Полтавський ГЗК” кількість відмов буде значно зменшена. До таких рішень слід віднести поступовий перехід на неелектричні системи підривання типу “Нонель”, збільшення проектної висоти уступів, удосконалення методів проектування буропідричних робіт та посилення контролю за їх виконанням.

Висновки

В результаті аналізу причин відмов свердловинних зарядів встановлено, що основними причинами відмов на кар'єрі ДнРУ ВАТ “Полтавський ГЗК” є неякісне виготовлення ВР (52,8 %), підбій свердловин (15,0 %), заводський брак ДШ (25,5 %);

останніми роками спостерігається тенденція зростання кількості відмов на 1 млн м³/рік видобутої гірничої маси внаслідок збільшення питомої кількості свердловин;

кількість відмов на 1000 свердловин за 10 років аналізу змінюється від 0,87 до 2,18 і не є закономірною.

Результати проведеного аналізу можуть бути рекомендовані фахівцям і вченим для подальшого розроблення заходів щодо зменшення кількості відмов свердловинних зарядів і удосконалення методів проектування буропідричних робіт.

1. *Технологическая инструкция по предупреждению, обнаружению и ликвидации отказавших скважинных зарядов ВВ на открытых горных работах.* – Кривой Рог: ГСП-3, 1992. – 26 с.

2. *Курузов Б. Н. Безопасность взрывных работ в промышленности.* – М.: Недра, 1992. – 554 с.

3. *Александров В. Е., Лукьянов А. К. К вопросу о дублировании сетей ДШ // Изв. вузов. Горный журнал.* – 1983. – № 10. – С. 43–45.

4. *К оценке надежности магистральных линий ДШ при короткозамедленном взрывании* / М. А. Волынец, И. В. Клевцов, И. П. Кононов и др. // *Безопасность труда в промышленности.* – 1972. – № 1. – С. 41–42.

5. *Друкованый М. Ф.* Современное состояние вопроса по отказам детонации зарядов ВВ на карьерах, причины и мероприятия по их устранению и задачи по обеспечению безопасности взрывания // *Отказы детонации на открытых разработках.* К.: Наук. думка. – 1972. – С. 3–13.

6. *Рубцов В. К.* Предупреждение отказов при короткозамедленном взрывании детонирующим шнуром // *Горный журнал.* – 1962. – № 7. – С. 43–47.