

де Q_1 – маса заряду ВР при зменшеній набійці, кг. Для умов ККУ “Кварц” ($q = 0,9$ кг/м³; $H = L - l_n = 15 - 2 = 13$ м; L – довжина свердловини; l_n – довжина перебуру; $Q = 400$ кг; $Q_1 = 480$ кг) отримаємо $a_1 = 6,3$ м.

Тепер визначимо, наскільки зменшиться об’єм буріння при використанні укороченої набійки. Розрахунок будемо вести для 100 тис. м³ гірської породи. При застосуванні набійки з традиційними параметрами загальна довжина свердловин становитиме

$$l_0 = (100000 \cdot 15) / (0,9 \cdot 400) = 4166 \text{ [м]},$$

а при укороченій набійці

$$l_1 = (100000 \cdot 15) / (0,9 \cdot 480) = 3427 \text{ [м]}.$$

Таким чином, застосування комбінованої набійки дозволить на 739 м зменшити об’єм буріння (0,0074 метра на 1 м³ зруйнованої породи). Враховуючи той факт, що для порід міцністю $f = 12-14$ затрати на буріння становлять майже 50 % загальних затрат при відкритій розробці корисних копалин з використанням енергії вибуху, застосування комбінованої набійки може значно підвищити ефективність вибухових робіт на гранітних кар’єрах України.

1. *Повышение эффективности действия взрыва в твердой среде* // В.М. Комир, В.М. Кузнецов, В.В. Воробьев, В.Н. Чебенко // М.: Недра, 1988. – 232 с.

2. *Миндели Э.О., Демчук П.А., Александров В.С.* Забойка шпуров. – М.: Недра, 1967. – 152 с.

3. *Демидюк Г.П.* Роль и эффективность забойки в горных и взрывных работах. – М.: Изд. ИГД им. А.А. Скочинского, 1964. – 150 с.

4. *Кравцов В.С., Минаев Н.Л., Темкин В.Я.* Разрушающее действие зарядов ВВ с продольными каналами в твердой среде. – Днепропетровск, 1984. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ, № 1346–В84.

УДК 622.235

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗЧИНЕННЯ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ В ОБВОДНЕНИХ СВЕРДЛОВИНАХ

І.І. Туручко, канд. техн. наук (НТУУ “КПІ”, ІЕЕ)

Приведены результаты экспериментальных исследований процесса растворения аммиачной селитры на различных технологических этапах формирования заряда взрывчатых веществ. Описаны способы повышения

водостійкості селітри, розробанні на основі установлених закономірностей.

Характерною тенденцією сучасного етапу розвитку підричних робіт в Україні є широке застосування промислових аміачно-селітряних вибухових речовин (ВР) типу грамонітів, гранулітів, а також вибухових сумішей конверсійних матеріалів з аміачною селітрою (АС). Недоліком таких ВР є неводостійкість АС, що призводить до її втрат в обводнених свердловинах. Це негативно впливає на стабільність колонки заряду та надійність його ініціювання.

Задача підвищення водостійкості є однією з найважливіших в теорії і практиці використання аміачно-селітряних ВР. Її розв'язання вимагає застосування різних способів захисту ВР від дії води, які передбачають осушення свердловин, зовнішню гідроізоляцію зарядів з допомогою водонепроникних оболонок, надання водостійкості водорозчинним компонентам. Найбільш простим і доступним на цей час є останній спосіб – покриття гранул селітри гідрофобізуючою речовиною.

Найчастіше використовується спосіб інтенсивної гідрофобізації АС, який дає змогу використовувати таку селітру в свердловинах будь-якого ступеня обводнення та проточності води [1]. Практична реалізація такого підходу потребує значної витрати дефіцитних та дорогих гідрофобізуючих речовин. Крім того, відсутні ефективні технології нанесення таких речовин на гранули безпосередньо на місцях ведення підричних робіт.

Застосовувані на цей час способи визначення втрат АС ґрунтуються на залежності розчинності селітри від температури води t . В діапазоні температур $0 \dots 20^\circ \text{C}$ ця залежність лінійна і виражається формулою [2]

$$C = 0,03t + 1,22 \text{ [кг/л]}, \quad (1)$$

де C – концентрація насиченого розчину АС.

Формула (1) справедлива для хімічно чистої селітри за умови необмеженого часу її розчинення.

При заряджанні свердловин процес розчинення АС можна умовно розділити на два етапи:

1) розчинення АС під час її проходження через товщу води у свердловині;

2) розчинення АС, що міститься у сформованому заряді у свердловині.

Для встановлення кількісних показників розчинності АС в обводнених свердловинах (проточних і непроточних) на різних етапах формування заряду ВР були проведені експериментальні дослідження.

Розчинність АС у непроточних свердловинах досліджувалась на спеціальному стенді, який складався з моделей свердловин діаметром 114 мм і висотою 2 м. Свердловини різного ступеня обводнення заповнювали селітрою і вимірювали кількість розчиненої АС та температуру розчину. Кількість розчиненої АС визначали шляхом вимірювання висоти її стовпа у свердловині.

Для підтвердження достовірності одержаних даних визначали, крім того, масу попередньо висушених гранул, що не розчинилися у воді. Початкова температура води в свердловинах становила 5–7° С, що відповідає температурі води у виробничих свердловинах в осінньо-літній період. Результати досліджень наведено в таблиці.

Розчинність АС в обводнених непроточних свердловинах

Ступінь заповнення свердловини водою (відносно висоти заряду) P , %	Кількість розчиненої АС, %				
	загальна	при проходженні через товщу води у свердловині		у сформованому заряді у свердловині	
		величина	% від загальної кількості	величина	% від загальної кількості
25	35,0	31,5	90,0	3,5	10,0
50	50,8	46,6	90,6	4,2	8,2
75	65,0	60,0	92,3	5,0	7,8
100	80,0	74,4	93,0	5,6	7,0

Аналіз експериментальних даних показує, що кількість розчиненої селітри Q залежить від ступеня обводнення свердловини P і змінюється від 35 % (коли рівень води досягає чверті висоти заряду) до 80 % (коли вода знаходиться на рівні висоти заряду). Ця залежність апроксимується рівнянням

$$Q = 0,6P + 20 \text{ [%]}. \quad (2)$$

Було встановлено, що не менше 90 % загальної кількості розчиненої селітри розчиняється при проходженні через товщу води у свердловині незалежно від ступеня її обводнення. При цьому температура води знижується. Підвищення температури води у свердловині до температури навколишнього середовища обумовлює розчинення, а, отже, й додаткові втрати селітри, що міститься у вже сформованому заряді (7–10 % від загальної кількості розчиненої селітри).

Порівняння експериментальних даних з даними втрат АС у виробничих свердловинах діаметром 220 мм показало їх задовільний збіг. Найбільші розбіжності (до 12 %) спостерігаються в тому випадку, коли вода у свердловині досягає чверті висоти заряду. Проточність води у виробничих свердловинах визначалась експериментально-розрахунковим способом згідно з методикою [3].

Виявлені закономірності дали змогу встановити якісно новий підхід до розроблення способів підвищення водостійкості АС, який полягає в тому, що для запобігання втратам основної маси АС достатньо забезпечити її

водостійкість лише на період проходження селітри через товщу води в свердловині. Оскільки швидкість занурення гранул селітри залежно від концентрації розчину становить 0,1–0,3 м/с, то при заряджанні повністю обводнених виробничих свердловин глибиною 10–15 м необхідно забезпечити водостійкість селітри лише протягом 2–3 хв.

Дослідами встановлено, що різкого зниження втрат селітри в цьому випадку можна досягти шляхом розчинення певної кількості АС у свердловинній воді перед заряджанням свердловин. Це приведе до часткового насичення води, а також знизить її температуру, що сприятиме зменшенню швидкості розчинення АС. Були проведені лабораторні та польові експерименти, під час яких визначалась кількість АС, необхідна для розчинення у свердловинній воді Q_0 . Методом найменших квадратів було встановлено емпіричну залежність Q_0 від температури води:

$$Q_0 = 0,004t + 0,32 \text{ [кг/л]}. \quad (3)$$

Наведена формула справедлива в діапазоні температур $5^\circ\text{C} \leq t \leq 20^\circ\text{C}$.

У свердловинах з проточною водою процес розчинення селітри, яка міститься у сформованому заряді, протікає значно інтенсивніше, ніж у непроточних свердловинах. Для дослідження впливу швидкості води на втрати АС було розроблено методику і проведено експерименти з використанням фільтраційного приладу, який дозволяє задавати різну швидкість руху води.

Аналіз залежностей (рисунок) показує, що швидкість води справляє значний вплив на розчинність селітри, що викликає необхідність додаткового захисту АС від дії води.

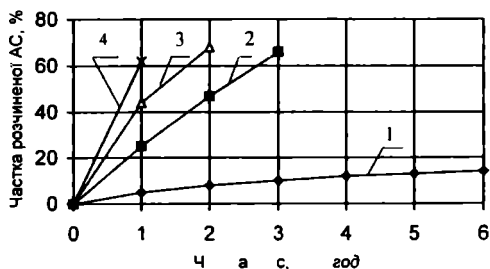


Рис. 1. Кількість розчиненої аміачної селітри залежно від швидкості води у свердловині: 1 – $V = 0,25$ м/добу; 2 – $V = 0,5$ м/добу; 3 – $V = 1$ м/добу; 4 – $V = 3$ м/добу

Результати польових експериментів свідчать про те, що водостійкість селітри в слабпроточних свердловинах ($0 < V \leq 0,25$ м/добу) можна забезпечити шляхом плівкового покриття її гранул гідрофобізуючими речовинами [4]. Селітру засипають через шар гідрофобізуючої речовини,

залитої в свердловину. Оскільки питома вага цієї речовини менша за питому вагу води, то вона знаходиться у свердловині над товщею води. Як гідрофобізуючі речовини можуть використовуватися напівфабрикатні розчини поліконденсаційних смол з питомою вагою $0,85-0,95 \text{ г/см}^3$; їхня маса становить 3–5 % маси гідрофобізованої АС. Для свердловин з швидкістю води $V > 0,25 \text{ м/добу}$ рекомендується застосування поліетиленових оболонок по технології [5].

Описані результати були одержані в процесі експериментальних досліджень АС марки Б, що виготовляється по ГОСТ 2-85 Черкаським ВО "Азот". Експерименти з використанням селітри, що випускається іншими підприємствами України або поставленої по імпорту, підтвердили наведені вище дані. Але при дослідженні АС з інертними домішками, маса яких перевищує 2 % маси селітри, було виявлено, що показники розчинності такої АС менші на 40–60 %. В процесі полігонних та натурних експериментів, проведених ЗАТ "Техновибух", було встановлено, що застосування такої селітри як компонента вибухових сумішей типу гранулітів призводить до різкого зниження вибухових характеристик аж до дефлягації заряду.

Висновки

Проведеними дослідженнями були визначені кількісні показники розчинності АС на різних технологічних етапах формування зарядів для обводнених (проточних і непроточних) свердловин та розроблені способи зменшення втрат селітри залежно від швидкості води в свердловинах.

Крім того, було встановлено, що деякі види (марки) АС, що випускаються в Україні або поставляються з-за кордону, не можуть використовуватися як компоненти вибухових речовин. Отримані результати свідчать про низькі вибухові характеристики ВР при застосуванні АС, яка містить інертні добавки, що перевищують 2 % по масі.

1. Барон В.Л., Каптор В.А. Техника и технология взрывных работ в США. – М.: Недра, 1989. – 376 с.

2. Справочник химика. – М.: Химия, 1964. – 355 с.

3. Туручко І.І. Розроблення технології формування зарядів із аміачної селітри і конверсійного тротилу в обводнених свердловинах: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Київ: ННДЮП, 1998. – 16 с.

4. Туручко І.І. Об использовании конверсионных тротильных шашек при взрывной отбойке скальных пород // Высокоэнергетическая обработка материалов. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 1997. – С. 113–116.

5. Прокопенко В.С. Обґрунтування ефективності вибуху свердловинних зарядів у полімерних оболонках // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Збірник наукових праць. – Київ: НТУУ "КПІ": ЗАТ "Техновибух", 1999. – Вип. 1. – С. 52–67.