

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ І ВИКОРИСТАННІ ЕМУЛЬСІЙНОЇ ВИБУХОВОЇ РЕЧОВИНИ УКРАЇНІТ-ПМ

Р.С. Крисін, О.П. Стрілець, Національний гірничий університет, Україна

Розглянуті основні аспекти технології безпечного виготовлення, зберігання, транспортування компонентів емульсійної композиції, а також виготовлення і заряджання в свердловини емульсійної вибухової речовини україніт-ПМ. Приводиться рівень безпеки кожного компоненту який входить до складу україніту-ПМ. На основі аналізу аварії в м. Азбест (Росія) приводиться безпечна технологія, в якій виготовлення і накопичення емульскому проводиться не тільки без аерації, а навпаки – сприяє його деаерації. Показано екологічну ефективність використання україніту-ПМ, яка підтверджується спостереженнями хімічної лабораторії Інгулецького ГЗКа.

В останні роки на кар'єрах з видобутку скельної сировини гірничі роботи досягли значних глибин. Глибина кар'єрів досягає 200-300 м. В результаті цього підвищується міцність і обводненість гірських порід, тому для їх руйнування необхідно застосовувати більш потужні і водостійкі вибухові речовини.

Сьогодні на кар'єрах для руйнування скельних порід застосовують в основному тротиломісткі вибухові речовини (ВР), такі, як грамоніти 79/21, 50/50, гранулотол і ВР місцевого приготування – акватол ГЛТ-20. Застосування цих ВР при здійсненні масових вибухів призводить до викиду в повітря великої кількості шкідливих газів, таких, як СО, NO, і забрудненню підземних вод нітрами.

На сьогоднішній день найбільш перспективними ВР, є емульсійні ВР які принципово відрізняються від відомих тим, що емульсійні ВР представляють собою зворотні емульсії типу “вода в оліві”, які сенсibiliзуються пухирцями газу або пустотілими мікросферами. Емульсія являє собою сумішеву систему, яка складається з мікрокапель (глобул) водяного розчину окислювача, диспергованого в неперервній олів'яній фазі.

В складі емульсії присутня значна кількість води (до 15%), що робить її слабко чутливою до механічної дії. За рахунок розміру глобул емульсії, які становлять декілька мікрон, досягається дуже велика поверхня контакту окислювача з горючим, що дозволяє провести завершення реакції вибуху до 98%. Такий степінь завершення реакції до-

зволяє зменшити викиди шкідливих газів в атмосферу і використовувати енергію вибуху з більшим ККД. Зворотні емульсії є стійкішими до води. Вони не розмиваються водою і не розчиняються в ній, що зменшує забруднення водою нітрами.

У даній роботі представлена нова екологічно чиста, водостійка емульсійна ВР (ЕВР) україніт-ПМ, яка за своєю потужністю в 1,4-1,5 рази перевершує перераховані вище ВР. Її виробництво та заряджання в свердловини цілком механізовані. Виробництво ЕВР україніт-ПМ здійснюється безпосередньо в кар'єрі шляхом змішування невибухових компонентів, які можна перевозити дорогами загального користування як звичайні народногосподарські вантажі.

Застосування україніту-ПМ забезпечує поліпшення екологічної обстановки в регіоні тому, що в даному випадку викиди шкідливих газів в 4-5 разів є меншими, ніж у ВР, що застосовуються у даний час. Вибухова хмара україніту-ПМ має білий колір і в основному складається з водяної пари, вуглекислого газу та молекулярного азоту. Водяна пара конденсується на часточках пилу і сприяє їхньому осіданню в межах кар'єру.

Маючи відносно низьку вартість і екологічну чистоту україніт-ПМ дозволяє значно знизити собівартість видобувних робіт і поліпшити екологічну обстановку в гірничодобувному регіоні.

Аналізуючи технічні характеристики відомих емульсійних ВР можна побачити, що їх основним компонентом являється емульсія, яка слабко чутлива до механічної дії і в

несенсибілізованому стані не класифікується як ВР, а віднесена до горючих речовин, і її доставка від стаціонарного пункту виготовлення до місця ведення вибухових робіт не потребує спеціальних заходів, які пред'являються до перевезення вибухонебезпечних вантажів. Завдяки очевидним перевагам емульсійних ВР почався різкий ріст їх застосування особливо тих, які призначені для механізованого заряджання.

Існувало тверде переконання, що оскільки в емульсійних ВР немає вибухонебезпечних компонентів, при наявності великої кількості води виготовлення таких ВР буде одним з найбільш безпечних.

Не дивлячись на видиму безпеку емульсійної композиції, кожна суміш окислювача і горючого компоненту є потенційно вибухонебезпечною. На різних стадіях процесу виготовлення емульсійної композиції всі компоненти і проміжні продукти піддаються впливам різного виду (механічним, тепловим, хімічним та ін.).

Як показує аналіз аварій при виготовленні емульсійних ВР всі вони пов'язані з порушеннями технології виготовлення, або перекачування готової емульсійної композиції. Основним впливом на чутливість емульсійної композиції є її аерація під час виготовлення в міксері, або перекачуванні в зарядну машину, чи ємкість-сховище, а також за рахунок хімічної взаємодії компонентів, особливо екзотермічного характеру.

Для прикладу можна навести аварію 1990 року в Росії на заводі з виготовлення емульсії "Пореміту" в м. Азбест, яка забрала 16 людей, 80 було травмовано, а завод повністю зруйнований [1].

При розслідуванні аварії виявилось, що деякі компоненти хімічно несумісні. Модуль з підготовки газогенеруючої добавки (водний розчин нітриту натрію) не був ізольований від технологічної зони, де проводилось виготовлення емульсії, попадання кристалів нітриту натрію в емульсію викликало її спалах з переходом в вибух.

При розробці нових типів емульсійних ВР основним питанням проєктанта стає завдання розробити комплексну систему технічних заходів безпечної технології їх виготовлення і застосування.

Метою цієї роботи поставлено висвітлен-

ня безпеки процесів при виготовленні і використанні емульсійної вибухової речовини україніт-ПМ

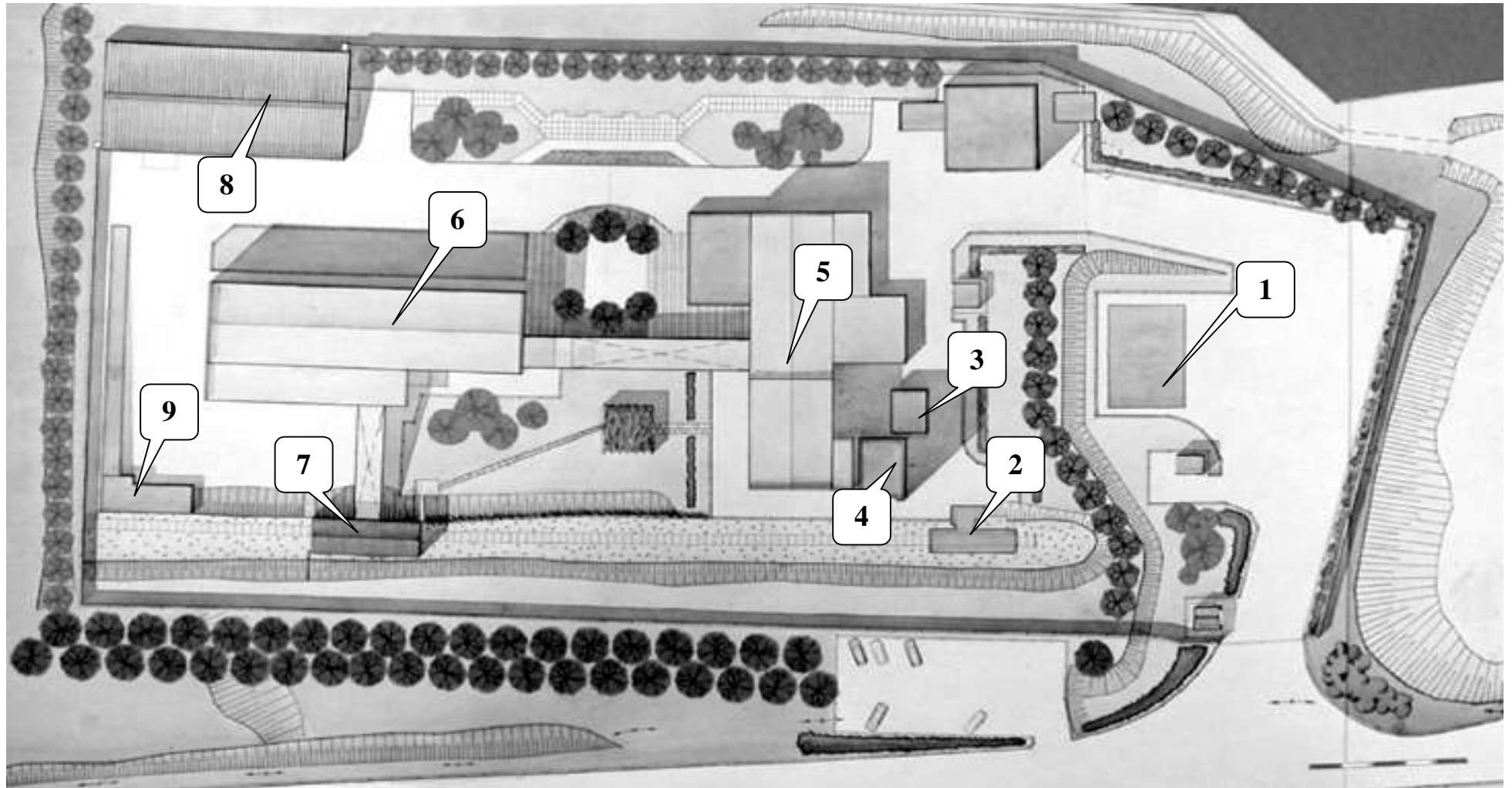
Компактне розташування південної групи гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) створює умови для розміщення в цьому регіоні заводу великої потужності з виготовлення емульсійної композиції (емулькому), що і визначило виробничу потужність комплексу у 25 тис. тонн/рік емульсійної композиції.

На Інгулецькому ГЗК є комплекс з виготовлення ВР акватор ГЛТ-20. Оскільки використання тротиломістких ВР зменшується і в подальшому зовсім буде заборонено, було прийнято рішення реконструювати даний комплекс на виготовлення матриці емульсійної ВР україніт-ПМ — емульсійної композиції (емульком) з вищезначеною потужністю. Схема реконструйованого пункту "Інгулецький" наведена на рис. 1.

Стаціонарність усіх технологічних стадій готування і накопичення емульсійної композиції, зосереджених на одному майданчику, дозволяє здійснювати оперативний контроль якості ведення технологічного процесу кваліфікованими фахівцями на сучасній лабораторній базі. Безперервність технологічного процесу, забезпечується наявністю шести ємкостей накопичення загальною місткістю 330 т, сприяє скороченню простоїв устаткування і підвищенню продуктивності праці. Крім того, створена виробнича база дозволяє здійснювати прийом і зберігання не тільки компонентів з яких готують емульсійну композицію, а і можливість приймати та зберігати привізну емульсійну композицію. Остання може доставлятися, при необхідності, з паралельного виробництва, база якого знаходиться в м. Дніпродзержинську на КП "Екоантілід". Доставка може здійснюватися, як в автомобільних, так і в залізничних цистернах-термосах. Це виключає перебої в забезпеченні емульсійною композицією споживачів при виникненні непередбачених обставин.

Оцінимо безпеку кожної операції виготовлення україніту-ПМ і заряджання його в свердловини, починаючи з постачань і нагромадження компонентів.

Аміачна селітра доставляється на пункт у мішкотарі або насипом у вагонах-хопрах.



**Рис. 1 ПУНКТ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕМУЛЬСІЙНОЇ КОМПОЗИЦІЇ “ІНГУЛЕЦЬКИЙ”**

**1** ємкості-накопичувачі емульсійної композиції (емулькому). **2** пандус для розвантажування емулькому і емульгатора. **3** відділенні виготовлення емулькому. **4** ємкості-сховища емульгатора. **5** відділення виготовлення окислювача. **6** склад аміачної селітри. **7** пандус для розвантажування аміачної селітри. **8** склад кальцієвої селітри. **9** пандус для розвантажування кальцієвої селітри.

Існуючий склад рис. 2



**Рис. 2 Склад аміачної селітри**

дозволяє розміщувати насипом до 1000 т аміачної селітри (АС). Це діючий склад, що вже понад 10 років здійснює прийом і збереження АС для виготовлення ВР акватор ГЛТ-20. Відповідно до протоколу випробувань, виконаних Северодонецьким НДІ з безпеки в хімічній промисловості, аміачна селітра марки “Б” відноситься до категорії амоній нітрат (добриво) із граничною масою нагромадження 1250 тонн (2-й клас). Отже, збереження 1000 т АС припустимо за умови безпеки.

Доставка кальцієвої селітри (КС) передбачена в залізничних вагонах як у мішкотарі, так і в м'яких контейнерах з донним розвантаженням. Розвантаження вагонів ведеться вилочними розвантажувачами, що доставляють КС по похилому пандусі рис. 3



**Рис. 3 Пандус для розвантажування кальцієвої селітри**

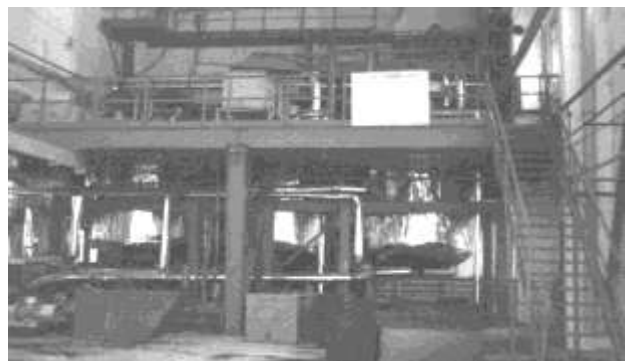
в склад рис. 4.

Доставка КС зі складу в цех готування бінарного розчину окислювача (БРО) рис. 5 проводиться в кубелях чи безпосередньо в м'яких контейнерах.

Кальцієва селітра має температуру розкладання 590 - 615°C з ендотермічним ефектом і відповідно до технічних умов є пожежовибухобезпечною.



**Рис. 4 Склад кальцієвої селітри**



**Рис. 5 Цех готування бінарного розчину окислювача (БРО)**

Бінарний розчин окислювача (суміш розчинів аміачної і кальцієвої селітри) містить не більше 90% амонію нітрату, тому, відповідно до Додатку 1 “Нормативів граничних мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки” (Постанова Кабміну України від 11 липня 2002 р. №956) накопичувачі БРО рис. 6 не підлягають



**Рис. 6 Ємкості-сховища БРО**

ідентифікації як небезпечний об'єкт. Ємкості-сховища можуть накопичувати і зберігати одночасно не більше 150 тонн БРО.

Температура БРО підтримується за рахунок теплої води, яка знаходиться в сорочці ємкостей-сховищ і становить  $(70\pm 5)^\circ\text{C}$ . Поєднання розчину аміачної і кальцієвої селітри забезпечує не тільки зниження до  $30\text{--}35^\circ\text{C}$  температуру кристалізації окислювача, а й відсутність у ньому азотної кислоти, тому що кальцієва селітра придушує процеси гідролізу аміачної селітри у водяних розчинах. Внаслідок цього рН бінарного розчину окислювача не змінюється протягом місяця зберігання і складає 6,0 - 7,0.

Емульгатор "україніт" поставляється в автоцистернах-термосах при температурі  $(40\pm 10)^\circ\text{C}$  і перекачується шестерним насосом у дві ємкості-накопичувачі по 25 т у кожній рис. 7



**Рис. 7** Ємкості-накопичувачі емульгатора "україніт"

Вони встановлені на відкритому повітрі і оснащені сорочками для обігріву гарячою водою з підтримкою температури  $(40\pm 10)^\circ\text{C}$ , а також датчиками контролю рівня і температури. Під ємкостями обладнаний герметичний бетонний піддон. Передбачено блискавковідвід і захист від статичної електрики.

Емульгатор українит складається з ПАР і дизпалива, за вимоги безпеки відповідно до ГОСТ 12.1.044-89 відноситься до горючих рідин (ГР), а не до легко спалахуючих рідин (ЛСР). Температура спалаху у відкритому тиглі становить не нижче  $80^\circ\text{C}$ , температура займання не нижче  $104^\circ\text{C}$ . У ЛСР температура спалаху  $66^\circ\text{C}$  і нижче. Тому він не відноситься до небезпечних речовин, обумовлених цим документом. Незважаючи на те,

що емульгатор не є ЛСР, усі ємкості для його прийому, зберігання і дозування оснащені дихальними клапанами. Такими ж клапанами обладнані міксери для готування емульгому і ємкості-накопичувачі емульгому. Всі ємкості і комунікації, у яких зберігається і перекачується емульгатор, обігріваються гарячою водою з автоматичною підтримкою температури не вище  $50^\circ\text{C}$ , спалах, а тим більше займання емульгатора виключаються.

Всі трубопроводи, запірна арматура, ємкості-дозатори і ємкості-накопичувачі комплексу "Інгулецький" виконані з нержавіючої сталі X18H10T, що виключає можливість іскроутворення. Електроприводи механізмів (насосів, запірної арматури) виконані у вибухобезпечному виконанні (категорія IP-65, IP-67). Передбачено спеціальні міри захисту від статичної електрики всього устаткування, трубопроводів, доставочних і змішувально-зарядних машин відповідно до ДНАОП 0.00-1-29-97, ГОСТ 12.1.018-93, ГОСТ 12.4.124-83.

З зазначених вище компонентів готується матриця україніту-ПМ – емульсійна композиція (емульгом). Процес готування емульгому циклічний, за допомогою двох міксерів місткістю 1,2 т кожний з мішалкою турбінного типу і числом обертів  $750\text{ хв}^{-1}$ . Міксери відкритого типу оснащені дихальними клапанами і знаходяться у відділенні виготовлення емульгому рис.8.



**Рис. 8** Відділення виготовлення емульгому

Кожен міксер з'єднаний із двома ємкостями-дозаторами, одна для емульгатора "україніт", друга – для БРО.

Відповідно до технологічного регламенту, погодженого і затвердженого у встанов-

леному порядку, передбачено послідовне змішування двох рідин, що істотно відрізняються щільністю (емульгатор – 0,87 г/см<sup>3</sup>, БРО – 1,62 г/см<sup>3</sup>) у низькошвидкісному режимі (750 хв<sup>-1</sup>). При цьому на початку в міксер вводиться доза емульгатора, а потім, при працюючому міксері, доза БРО. Внаслідок великої різниці щільності середовищ, що змішуються, і малого числа обертів мішалки утворення емулькору відбувається без його аерації. Як відомо з теорії емульгування, велика різниця щільності компонентів, що змішуються, забезпечує досить високий ступінь диспергування, а отже і одержання високостабільної емульсії. Тому навіть при 750 хв<sup>-1</sup> емульком має розмір крапель не більше 20 нм.

Щільність емулькору знаходиться в межах 1,5-1,55 г/см<sup>3</sup>, що істотно вище, ніж у відомих світових аналогів, у тому числі і російських. За законом Архімеда чим більша щільність кінцевого продукту, тим менша ймовірність його аерації. У відомих закордонних аналогах ЕВР щільність емульсії не перевищує 1,2 — 1,3 г/см<sup>3</sup>. При цьому для утворення стійкої детонації ЕВР щільність емульсії знижують до 1,1 – 1,15 г/см<sup>3</sup> шляхом аерації.

Як показують дослідження російських вчених, на базі яких побудована концепція безпеки (невибуховості) емульсійних матриць, величина співвідношення вимірної практично ( $\rho_n$ ) і максимально можливої щільності ( $\rho$ ) емульсії  $\rho_n/\rho=1$  гарантує невибуховість матриці в діапазоні діаметрів зарядів від 25 мм до 400 мм. При цьому варто зауважити, що при випробуваннях емульсій на вибуховість в якості ініціюючого імпульсу використовується вибух електродетонатора. За результатами наших досліджень у діапазоні діаметрів заряду до 600 мм вибуху емулькору не відбувається навіть при ініціюванні двома тротилівими шашками загальною масою 800 г.

Максимально можлива щільність емулькору розраховується за формулою:

$$\rho = \frac{\rho_e \cdot m_e + \rho_o \cdot m_o}{m_e + m_o} = \frac{8,7 \cdot 0,87 + 91,3 \cdot 1,62}{8,7 + 91,3} = 1,55 \text{ г/см}^3,$$

де:  $\rho_e, \rho_o$  – відповідно щільність емульгатора і БРО;

$m_e, m_o$  – відповідно маса, або процентний вміст емульгатора і БРО.

Наявність високої щільності емулькору, робить співвідношення вимірної практично і максимально можливої щільності емулькору рівне  $\rho_n/\rho=1$ .

Це свідчить про відсутності масових повітряних включень під час його виготовлення і зберігання.

Відповідно до закону Архімеда, ймовірність аерації емульсії зворотно пропорційна її щільності при рівній в'язкості. В'язкість емулькору ( $\eta = 2000\text{--}3000$  сПуаз), що як мінімум на порядок нижче, ніж в'язкість будь-якого відомого світового аналога.

Зазначені властивості емулькору не тільки перешкоджають його аерації, але і сприяють деаерації можливих випадкових повітряних включень. Високощільний емульком легко деаерується при ламінарному витіканні. Температура зберігання емулькору (70±5)°С також сприяє деаерації, оскільки розчинність газів у рідині різко падає при підвищенні температури.

Для забезпечення ламінарного потоку встановлено похилий трубопровід діаметром 100 мм, який обігрівається гарячою водою. Емульком з міксера до ємкостей-накопичувачів поступає самопливом по цьому трубопроводу рис. 9. Далі емульком



**Рис. 9 Зливний трубопровід і ємкості-накопичувачі емулькору**

падає на похилі жолоби, які забезпечують його надходження безпосередньо в ємкості-накопичувачі також у ламінарному режимі. Число Рейнольдса становить  $Re < 1800$ . Всі ємкості-накопичувачі обладнані датчиками

рівня і тиску, що дозволяють невпинно контролювати щільність кожної порції емульсому, яка надходить у процесі її виготовлення з міксера.

Нами також був врахований досвід аварії в м. Азбест (Росія) при розробленні рецептури україніту-ПМ і технології його виготовлення. Ми ввели 15% води, виключили застосування аеруючого компонента, зокрема нітриту натрію, оскільки, на основі розслідування аварії, саме помилка при виготовленні окислювача, коли разом з нітратом натрію (натрієва селітра) було помилково завантажено мішок нітриту натрію. Що і спричинило газифікацію емульсії і її вибух при перекачуванні в ЗЗМ. Крім того, ми ввели до складу окислювача емульсому кальцієву селітру, яка придушує гідроліз аміачної селітри і виключає утворення в БРО азотної кислоти, що є потужним окислювачем і сенсibilізатором. Для виключення аерації при виготовленні використовується низьков'язкий емульгатор, впроваджено низькошвидкісний режим виготовлення емульсому і ламінарний режим його зливу в ємкості-накопичувачі.

Таким чином, рецептурний склад, технологія виготовлення і використовуване устаткування забезпечують невибуховість емульсому навіть при таких потужних ініціаторах, як дві тротиліві шашки Т-400Г загальною масою 800 г в зарядах діаметром 600 мм, що зафіксовано в акті міжвідомчої комісії.

Все вищенаведене є підставою для застосування міксерів відкритого типу, ємкостей-накопичувачів для готування і накопичення емульсому. Результати досліджень і заходи, щодо деаерації дозволили забезпечити безпечне зберігання емульсому в шести ємкостях-накопичувачах місткістю по 35 м<sup>3</sup> кожна.

Ємкості-накопичувачі, рис. 9, мають дві оболонки. Зовнішню з чорного металу товщиною 5 мм і внутрішню товщиною 10 мм із біметалу: нержавіючого і чорного. Відстань між оболонками 40 мм заповнена гарячою водою з температурою 100°C, яка підтримується регулятором температури і заперною арматурою на трубопроводі подачі гарячої води. Ємкості-накопичувачі також мають датчики контролю щільності, температури і тиску. Кожна з ємкостей оснащена

системою, яка забезпечує контроль заповнення, підтримку температури емульсому, визначення маси відвантаженого продукту. Ємкості оснащені дихальними клапанами і захистом від статичної електрики. Передбачено заземлення змішувально-зарядних машин при прийомі емульсому. Для накопичення випадкових витоків і аварійних розливів є спеціальний бетонний резервуар ємкістю 50 м<sup>3</sup>, футерований нержавіючою сталлю.

Гарантійний термін зберігання емульсому в накопичувачі один місяць, що цілком достатньо при щомісячному обсязі споживання емульсому 1000 т. Це забезпечує триразовий місячний обмін продукту в ємкостях із сумарною масою накопичення 330 тонн.

При збереженні емульсому в ємкостях-накопичувачах доречно оцінити можливість його ініціювання механічним впливом, що характеризується високою швидкістю навантаження (прострілу кулею). Раніше було сказано, що емульсом не вибухає від такого високошвидкісного впливу, як підриг тротиловою шашкою. Тим часом, все-таки, оцінимо можливість вибуху емульсому при ударному впливі кулею з плоским торцем. Захист ємкостей-накопичувачів від такого впливу виконаний за схемою захисту від дії кумулятивного снаряду: бронепропалювання не відбувається за наявності двох розділених оболонок.

Зовнішня теплоізоляція, перша – зовнішня оболонка з чорного металу товщиною 5 мм і друга внутрішня – товщиною 10 мм із біметалу: нержавіючого і чорного, відстань між якими 40 мм заповнена гарячою водою, забезпечать надійний захист емульсому від прострілу кулею і енергії кумулятивного струменя яка майже цілком погаситься на подолання першої оболонки ємкостей-накопичувачів. Подвійну оболонку мають і постачальники емульсому: великовантажні автомобільні і залізничні цистерни-термоси.

Доставка емульсому на перевантажувальні пункти кар'єрів ПГЗКа, НКГЗКа і ЦГЗК здійснюється великовантажними автоцистернами-термосами, де він зливається в ЗЗМ «Акватол» рис. 10, а на кар'єр ІнГЗКа внаслідок невеликої відстані доставка здійснюється безпосередньо ЗЗМ марки «Акватол».





**Рис. 10** Злив емулькому із доставочної машини в змішувально-зарядну машину

Для перевезення емулькому привласнений ідентифікаційний номер 2071: «...однорідні нерозділені суміші, що містять не більш 45% амонію нітрату і необмежена кількість пальної речовини». Відповідно до додатку 2 ДОПОГ на зазначені суміші розпорядження ДОПОГ не поширюються.

Сенсибілізатор — Промпродукт НМППМ-4 (ТУ В 24987206-005-2000 зміна №1) зареєстрований Держстандартом України № 085005620/01 від 05.09.2002. Основним компонентом його є порошок феросиліцію марок ФС 65, ФС 70. В ГОСТ 1415-93 є вказівки щодо можливості виділення зі зволоженого полідисперсного порошку феросиліцію водню і фосфіну (РНЗ).

Для оцінки потенційної небезпеки газовиділення з промпродукту НМППМ-4 в УГХТУ відповідно до ГОСТ 19433-78 виконані експериментальні перевірки, результати яких показали, що при контакті феросиліцію ФС 65 фракції 0-1 мм з водою виділилося  $37,1 \text{ см}^3/\text{кг}$  за годину газів, а при введенні такого ж порошку ФС 65 в емульком газовиділення було відсутнє протягом всього часу спостережень (7 годин). Результати спостережень пояснюються тим, що емульком являє собою зворотну емульсію типу «вода в оливі», у якій зовнішньою фазою (дисперсійним середовищем), є не вода, а органічна рідина — емульгатор “україніт”. Саме тому при контакті емулькому з феросиліцієм відбувається не зволоження останнього, а його гідрофобізація.

Для виключення газовиділення при випадковому зволоженні феросиліцію при транспортуванні і зберіганні, а також придушення пилоутворення при навантаженні і розвантаженні феросиліцію останній був підданий гідрофобізації шляхом обробки індустріальною оливою (давно відомий метод, широко використовуваний у металургійній і хімічній промисловості).

Таким чином, ніяких газів при введенні промпродукту НМППМ-4 в емульком не виділяється, що експериментально підтверджено.

Промпродукт НМППМ-4 відноситься до групи пальних матеріалів середньої спалахуваності. Температура самоспалахування порошку фракції до 100 мкм марки ФС 75 — більше  $860^\circ\text{C}$ , марки ФС 65 — більше  $1000^\circ\text{C}$ .

Сенсибілізатор (промпродукт НМППМ-4) доставляється в м'яких контейнерах з донним розвантаженням масою по 350 і 700 кг на перевантажувальні пункти бортовими автомобілями і за допомогою автокрана контейнер встановлюється на спеціальну підставку і розвантажується через донний клапан по лотку в ЗЗМ заданими дозами рис. 11



**Рис. 11** Введення сенсибілізатора в змішувально-зарядну машину

Час перемішування в ЗЗМ «Акватол» емулькому і сенсибілізатора не менш 40 хвилин.

Виготовлення емульсійної вибухової речовини проводиться безпосередньо в кар'єрі перед заряданням свердловин в змішувально-зарядній машині (ЗЗМ) типу “Акватол” шляхом перемішування двох компонентів емулькому з сенсибілізатором (промпродукт-НМППМ-4).

Після 40 хвилин ретельного перемішування емулькому і промпродукту НМППМ-4 у стаціонарних умовах перевантажувального пункту здійснюється вимір щільності і температури утвореного ВВ, після чого ЗЗМ



відправляється на блок для заряджання свердловин рис. 12.



**Рис. 12 Заряджання свердловин ЕВР україніт-ПМ**

За даними численних вимірів щільність готового до заряджання у свердловини україніту-ПМ змінюється в межах 1,52 - 1,55 г/см<sup>3</sup>. Встановлено, що при в'язкості україніту 2500 - 3000 сПуаз міграція часточок феросиліцію діаметром 100-500 мкм не перевищує 1 см/добу. Цей показник свідчить про високу фізичну стабільність україніту-ПМ.

При цьому доречно акцентувати увагу на тому, що україніт-ПМ не сенсibiliзується аеруючими агентами, чим істотно відрізняється від закордонних аналогів. Це робить технологію виготовлення емульсійної ВР простішою, надійною і безпечною.

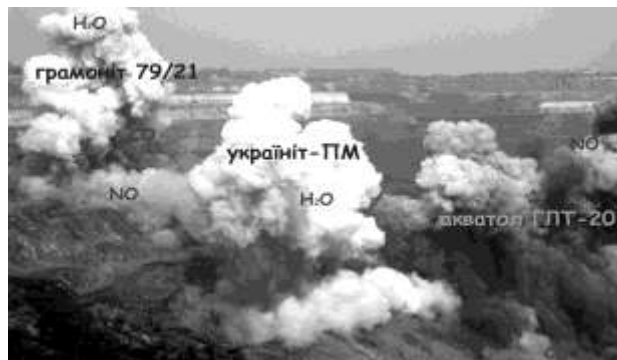
Про це також свідчить той факт, що за час випробувань (більше 4500 тонн) в умовах дуже низьких температур минулої зими, і в умовах спекотного літа 2002 р, при наявності майже 100% обводненості свердловин, заряди знаходилися в свердловинах по 5 діб і більше без втрати детонаційної здатності. Не було ні однієї відмови через втрату стабільності. Якщо в зарядах грамоніту і аквадолу втрата стабільності тротилової шашки від замочування при тривалому перебуванні в свердловині факт відомий, то в україніті такого явища не виникає через його водостійкість і сумісність із тротилом. Немає небезпеки від застосування україніту-ПМ у сульфідних рудах з високим вмістом сірки (більше 35%), тому що розчин аміачної селітри, закапсульовано в оболонці з емульгатора «україніт», не контактує із сіркою і не розігрівається.

Перешкоджає цьому і наявність в окис-

лювачі кальцієвої селітри, що придушує процеси гідролізу. У результаті в заряді україніту при контакті його із сіркою не виникає екзотермічна реакція.

Менш небезпечною є ліквідація відмов україніту в порівнянні з грамонітом і акватолом через низьку чутливість україніту до механічних впливів.

Важливою споживчою властивістю україніту і його компонентів є відносна екологічна чистота. Відповідно до даних технічних умов і ГОСТ компоненти україніту, що є цілком національними продуктами, відносяться до речовин 3-го і 4-го класів небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76 (речовини помірно небезпечні і малонебезпечна). За даними ОВНС і безпосередніх вимірів газових викидів від вибуху україніту, виконаних НДБПГ, у продуктах детонації україніту присутні, в основному, пари води, вуглекислий газ і вільний азот. Кількість шкідливих газів в перерахунку на оксид вуглецю не перевищує 22 л/кг. Оксиди азоту відсутні. Про це свідчить білий колір хмари вибуху рис. 13.



**Рис. 13 Пило-газова хмара після вибуху ВР грамоніт 79/21, україніт-ПМ, аквадол ГЛТ-20**

Пари води, що конденсуються, сприяють швидкому осадженню пилегазових викидів, у результаті чого хмара вибуху осаджується за 5 - 7 хвилин і не виходить за межі кар'єру. Немає тривалих виділень токсичних газів і з гірської маси. Водостійкість україніту не призводить до істотного вимивання з нього нітратів у пластові води. За даними експертної оцінки ДержНДІХП при повному зануренні україніту у воду і витримці протягом 5 діб питомий вміст нітратів не перевищує 2 мг/л, що нижче ГДК для питної води.

Аналіз вмісту нітратів у пластових водах

в зоні кар'єру, зроблений хімічною лабораторією Інгулецького ГЗКа, в період випробувань ЕВР україніт-ПМ (більше 4500 т) показав, що вміст нітратів знизився з 500 мг/л до 149 мг/л. Таке зниження було отримане при використанні лише 30 % україніту, на кожному масовому вибуху, від загальної кількості ВР.

Розроблена вітчизняна екологічно чиста, безпечна вибухова речовина україніт-ПМ, що створена на основі вітчизняних сировинних продуктів і виробничій базі.

Українська емульсійна ВР не має аналогів у світовій практиці і відрізняється від існуючих за способом сенсibilізації матриці, щільністю, безпекою компонентів, потужністю і відносною безпекою. Особливістю україніту-ПМ є те, що він виготовляється на наявному в Україні устаткуванні, і у рецептурі присутні тільки вітчизняні компоненти. Україніт є екологічно чистою і водостійкою вибуховою речовиною, здатною руйнувати породи будь-якої міцності й обводненості.

Встановлено, що застосування ЕВР україніт-ПМ при здійсненні масових вибухів дає можливість одержувати добру якість дроблення скельних порід рис. 14



**Рис. 14** Виймання екскаватором ЕКГ-8 І породи подрібненої ЕВР україніт-ПМ

і зменшити у 4-5 разів викиди шкідливих газів і пилу в навколишнє середовище, а також забруднення нітратами прилеглих водойм.

Вперше в рецептурі емульсійного ВР не використовується газова сенсibilізація матриці ЕВР. Мікросфери – дорогий компонент, що сильно здорожує ЕВР, а газогенеруюча добавка (водяний розчин нітриту натрію), ускладнює рецептуру, робить її більш небезпечною, тому що для реакції утворення га-

зів потрібно додатково вводити в матрицю або азотну, або оцтову кислоти, або роденід натрію, що можуть утворювати дуже шкідливі речовини (ціаністий натрій і синильну кислоту).

В ЕВР україніт-ПМ в якості сенсibilізатора застосовується промпродукт-НМППМ-4 (гідрофобізований феросиліцій), який строго дозується, ретельно перемішується з емульсією в бункері змішувально-зарядної машини типу "Акватол", що дозволяє одержувати однорідну масу ВВ із постійними фізичними і детонаційними властивостями. А також він втричі дешевший мікросфер.

Застосування розробок дозволяє підвищити техніко-економічні показники підричних робіт за рахунок зниження витрат на вибухові речовини і бурові роботи. Економічний ефект від застосування ЕВР україніт-ПМ тільки при буропідричних роботах складає більше 1 грн./м<sup>3</sup>.

Екологічна безпека україніту підтверджена Державною екологічною експертизою, Державною санітарно-гігієнічною експертизою, експертизою Держнаглядохоронпраці, Державним науково-дослідним інститутом хімічної промисловості, Українським державним науково-дослідним інститутом безпеки праці та екології в гірничорудній і металургійній промисловості.

На закінчення треба сказати, що україніт погоджено у встановленому порядку. Більш того, він погоджений низкою інших організацій і провідними вченими в області вибухової справи за вимогою Держнаглядохоронпраці. У рамках приймальних випробувань підірвано більше 4500 т, що є більш, ніж представницьким обсягом. В даний час ЕВР україніт-ПМ застосовують на ІнГЗК, ПГЗК, ЦГЗК.

За результатами роботи отриманий патент України на ЕВР україніт-ПМ.

#### Перелік літератури

1. Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом (взрывные технологии в промышленности) ч. II. Учебник для вузов. 3-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 1994. – 448 с.