

Проаналізуємо отримані результати, для чого побудуємо графіки залежності відсотків АС та палива в суміші від товщини клеючого розчину (рис. 1, 2).

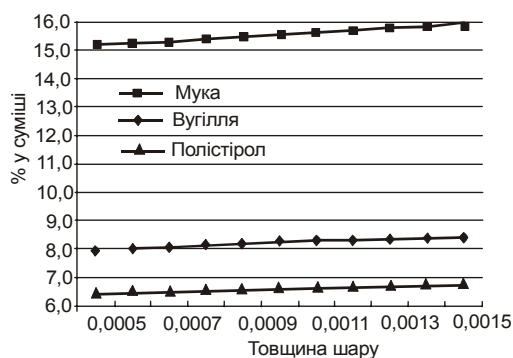


Рис. 1. Залежність відсотку палива у суміші від товщини шару клеючого розчину

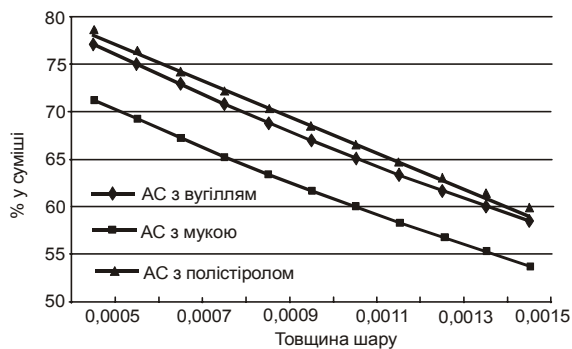


Рис. 2 . Залежність відсотку АС у суміші від товщини шару клеючого розчину

Аналізуючи ці рисунки, можна зробити висновок, що при збільшенні товщини шару клеючого розчину відсоток палива у суміші зростає, а відсоток АС зменшується.

Висновки

1 Розробляемий клеючий розчин включає в себе матковий розчин окислювача аміачної та кальцієвої селітр, склад якого визначено за літературними джерелами, та Na–КМЦ в якості згущувача та пального.

2 У результаті проведених дослідів встановлено наступне співвідношення компонентів клеючої маси: 4,5% Na КМЦ і 95,5% маточний розчин, що складається з 70% АС та 30% кальцієвої селітри. Даний склад має непогані клеючі властивості та термін зберігання не менше 3 місяців.

3 За допомогою ЕОМ було виявлено залежність між відсотковим складом розробляємої ПВР та товщиною клеючого розчину.

Література

1. Біда Н.Ю. Дослідження властивостей водовміщуючих промислових вибухових речовин: дипломна магістерська робота. — Донецьк, ДонНТУ, 2006. — 110 с.
2. Бондурин М.К., Рукин Л.Г. Сборник задач по теории взрывчатых веществ. — М: Государственное издательство оборонной промышленности, 1959. — 188 с.
3. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad. Учебный курс. — С-Пб.: Питер, 2005. — 448 с.
4. Гурский Д. А., Турбина Е. С. Вычисления в Mathcad 12. — С-Пб.: Питер, 2006. — 544 с.

© Дубина О.В., Галіакберова Ф.Н., Манжос Ю.В., 2009
Поступила в редакцию 23.02.2009 г.

УДК 622.235

Шташкевич Т.В, Галіакберова Ф.Н., Манжос Ю.В (ДонНТУ)

ВПЛИВ ВМІСТУ ІНЕРТНИХ ДОМІШОК НА ЗАПОБІЖНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

В данной работе исследовано влияние количества инертного соединения, кислородного баланса и энергетических свойств на количество вспышек при испытании аммонитов на предохранительные свойства, которые являются одной из наиболее важных характеристик предохранительных взрывчатых веществ.

Ключові слова: запобіжна вибухова речовина, метаноповітряна суміш, інертна сполука, кисневий баланс, температура запалення, теплота вибухового перетворення, кількість спалахів.

Вибухові роботи є на сьогоднішній день невід'ємним процесом гірничого виробництва. З їх допомогою у наш час видобувається біля 10% вугілля та проводиться біля 40% підготовчих виробок. На підприємствах вугільної промисловості щороку витрачається біля 8 тис. тонн вибухових речовин (ВР), з них біля 5 тис. тонн — запобіжні. Щоб уникнути вибуху метаноповітряної суміші, необхідно дотримуватись вимог нормативних документів, зокрема правил безпеки. Однією з вимог правил безпеки є застосування запобіжних вибухових речовин при підіривних роботах у підземних виробках вугільних шахт, небезпечних за газом та пилом.

До IV класу запобіжних вибухових речовин відносяться амоніти Г5 і П5.

Випробування на запобіжні властивості ВР відносно газу та вугільного пилу провадять у дослідному штреку за ГОСТ 7140-98 [1]. Штрек з рухливою або нерухливою діафрагмою представляє собою металеву трубу діаметром (1800 ± 30) мм і довжиною (15000 ± 500) мм. Один кінець штреку відкритий, а інший — закритий днищем з люком діаметром 300 мм. Патрони амоніту вагою 300 г розміщують у каналній мортирі, що являє собою товстостінний сталевий циліндр зовнішнім діаметром не менш 300 мм із некрізним (осьового розташування) каналом довжиною (1050 ± 10) мм і діаметром $(55\pm 1,0)$ мм. При цьому патрони ВР IV класу розташовують на відстані 5 см від устя каналу мортири. Візок із зарядженою мортирою обережно підштовхують впритул до фланця люка в днищі штреку. У вибуховій камері штреку, що має обсяг 10 м^3 створюють вибухове середовище з вмістом метану $9\pm 0,5\%$. Від вибухової машинки подають імпульс на електродетонатор (ЕД) заряду, що випробується, та після вибуху останнього реєструють, відбулося або не відбулося запалення метаноповітряної суміші [1].

Метою роботи було встановлення впливу на запобіжні властивості амонітів Г5 і П5 вмісту інертних сполук, кисневого балансу та енергії вибухового перетворення.

Для досягнення вказаної мети авторами проведено аналіз партій амонітів IV класу, що випускалися Донецьким казенним заводом хімічних виробів за останні 5 років. На підставі отриманих даних були проведені розрахунки вмісту інертних домішок, кисневого балансу амонітів й енергетичних показників амонітів.

Вміст інертних домішок знаходимо за формулою:

$$a = b + c + d, \quad (1)$$

де a — вміст інертної сполуки у амоніті, г; b — вміст солі у амоніті, г; c — вміст нерозчинних сполук разом із графітом у амоніті, г; d — вміст поліфосфату у амоніті, г.

Кисневий баланс (КБ) знаходимо за формулою:

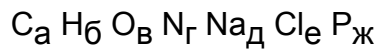
$$\text{КБ} = n \cdot (-74) + m \cdot (+19), \quad (2)$$

де n — вміст тротилу в амоніті, г; -74 — КБ тротилу; m — вміст водостійкої селітри марки ЖВ в амоніті, г; $+19$ — КБ водостійкої селітри марки ЖВ.

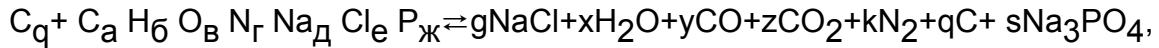
Розрахунок КБ проводимо згідно рекомендацій, наведених у роботі [2].

Визначаємо кількість молей компонентів на 1 кг ВР та підраховуємо елементарний склад ВР. Наводимо розрахунок для зразків амонітів Г5 та П5.

Отримуємо брутто формулу, що має вигляд:



Виходячи з брутто формули, рівняння реакції вибухового перетворення має вид:



де C_a — вміст атомів вуглецю в 1кг ВР; H_b — вміст атомів водню в 1кг ВР; N_r — вміст атомів азоту в 1кг ВР; O_v — вміст атомів кисню в 1кг ВР; Na_d — вміст атомів натрію в 1кг ВР; Cl_e — вміст атомів хлору в 1кг ВР; $P_{ж}$ — вміст атомів фосфору в 1кг ВР; x — кількість молекул води, які утворюються під час вибуху 1кг ВР; y — кількість молекул CO, які утворюються під час вибуху 1кг ВР; z — кількість молекул CO₂, які утворюються під час вибуху 1кг ВР; g — кількість молекул NaCl, які утворюються під час вибуху 1кг ВР, q — кількість молекул вуглецю, які утворюються під час вибуху 1кг ВР; s — кількість молекул Na₃PO₄, які утворюються під час вибуху 1кг ВР.

Теплоту продуктів вибуху розрахуємо за формулою:

$$A_x \cdot B_y = Q_v, \quad (3)$$

де A_x — кількість молекул одного елементу, що утворюється під час вибухового перетворення; B_y — теплота утворення 1 молекули при $V = \text{const}$; Q_v — теплота вибухового перетворення, кДж/кг.

$$Q_{пв} = Q_{H_2O} + Q_{CO} + Q_{CO_2} + Q_{NaCl}, \quad (4)$$

$$Q_{виб} = Q_{пв} - Q_{вих.реч.} \quad (5)$$

де $Q_{пв}$ — теплота утворення продуктів вибуху; $Q_{виб}$ — теплота вибухового перетворення; $Q_{вих.реч.}$ — теплота утворення вихідних речовин.

Об'єм газоподібних продуктів вибуху знаходимо за формулою:

$$V = (\sum V_r) \cdot V_m = (\sum V_r) \cdot 22,4, \quad (6)$$

де $V_m = 22,4$ л/моль — молярний об'єм газу при нормальних умовах; $\sum V_r$ — сумарний об'єм газів, що утворюються під час вибуху.

Далі підрахуємо значення молярної теплоємності газоподібних продуктів вибуху при 0°C та приріст їх молярної теплоємності при збільшенні температури на 1°C.

$$\sum a_i \cdot n_i = A, \quad (7)$$

$$\sum b_i \cdot n_i = B, \quad (8)$$

де a_i — молярна теплоємність продуктів вибуху при 0°C; b_i — збільшення теплоємності при підвищенні температури на 1°C [3]; n_i — кількість молей продуктів вибуху; A — сумарна теплоємність продуктів вибуху; B — сумарне збільшення теплоємності продуктів вибуху.

На підставі результатів випробувань побудуємо графіки залежності кількості спалахів метаноповітряної суміші від кількості інертної сполуки (рис. 1, 2).

Як видно з рис. 1, кількість спалахів метаноповітряної суміші безпосередньо залежить від кількості інертних сполук у амоніті Г5 (хлориду натрію та нерозчинних речовин разом з графітом). Так, у випадках, де було найбільше спалахів — 11, кількість інгібітору складає 0,201 кг та 0,202 кг, у випадках з кількістю спалахів 5 вона становить 0,205 кг, а у випадках, коли спалахи не спостерігалися, вміст інертних сполук становить більше ніж 0,205кг.

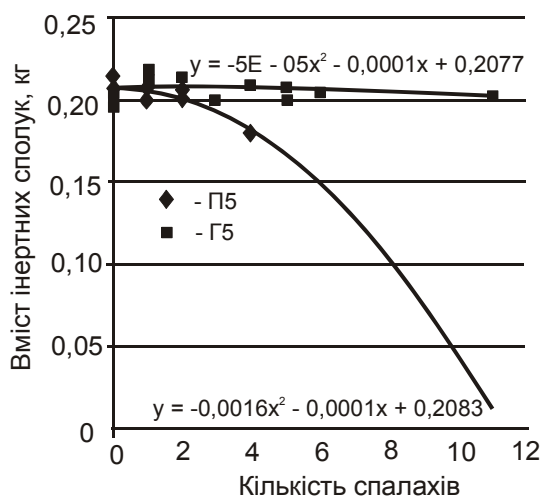


Рис. 1. Залежність кількості спалахів від кількості інертних сполук у амонітах Г5, П5

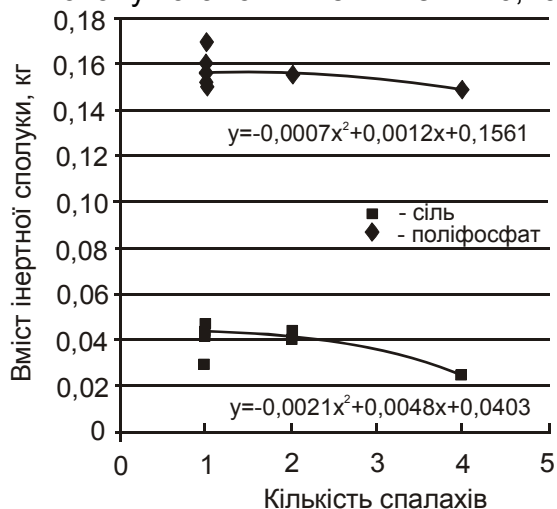


Рис. 2. Залежність кількості спалахів від вмісту солі та поліфосфату у амоніті П5

Інертною сполукою у амоніті П5 є хлорид натрію, поліфосфати та нерозчинні речовини разом з графітом. У випадку, де кількість спалахів складала 4, вміст інертної сполуки у ВР був 0,181 кг на 1 кг ВР, при 2 спалахах — 0,206 кг та 0,203 кг, а у випадках, коли спалахи не спостерігалися, вміст інертної сполуки склав 0,208 кг, 0,211 кг та 0,216кг. Як видно з рис. 1, у амоніті Г5 запобіжні властивості наявні більш, ніж у П5.

Розглянемо, як окремо впливають на запобіжні властивості компоненти амоніту П5. Ця залежність відображена на рис. 2.

З рис. 2 видно, що вміст солі та поліфосфату впливає на запобіжні властивості. Але наявність поліфосфату збільшує запобіжні властивості амоніту П5 більше, ніж наявність солі. Так на графіку кривизна залежності кількості спалахів від вмісту поліфосфату більша, ніж від вмісту солі.

Результати розрахунку КБ амонітів наведено на рисунку 3.

Як відомо, запобіжні ВР повинні мати КБ, близький до нульового. Позитивний КБ приводить до утворення у продуктах вибуху (ПВ) оксидів азоту та вільного кисню, що сприяє розвитку спалаху.

Негативний КБ може привести до виникнення у ПВ вторинного полум'я, яке виникає під час змішання продуктів спалаху з атмосферою, й до збільшення вмісту продукту неповного окислення — NO, CO, палих газів CH₄, H₂ та інших, що сприяють розвитку спалаху [4].

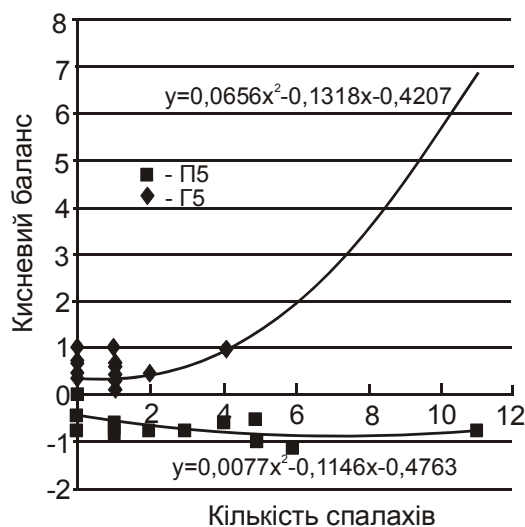


Рис. 3. Залежність кількості спалахів від КБ у амонітах П5, Г5

Це і пояснює залежність, що вказана на рисунку 3.

На рисунках 4–6 зображена залежність кількості спалахів від енергетичних характеристик ВР.

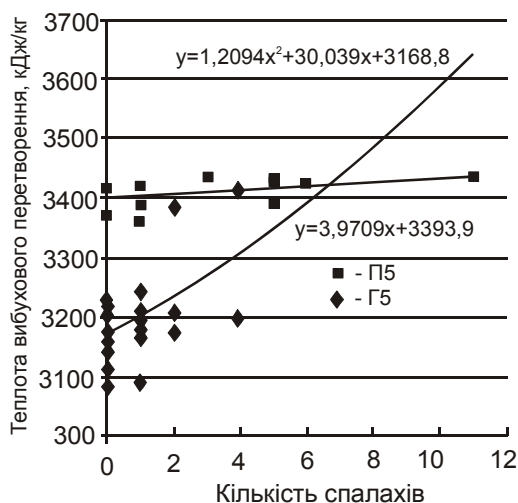


Рис. 4. Залежність кількості спалахів від теплоти вибухового перетворення у Г5, П5

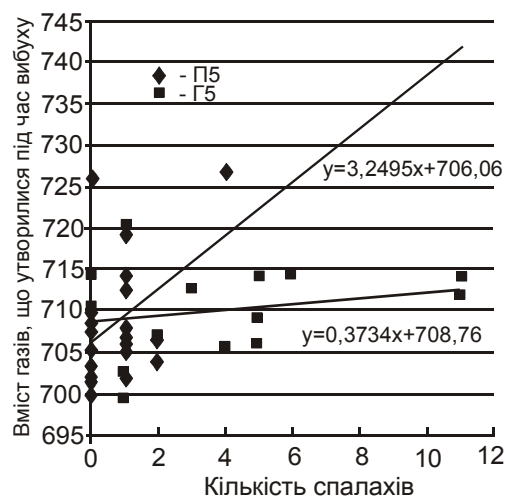


Рис. 5. Залежність кількості спалахів від вмісту газів, що утворилися під час вибуху у Г5, П5

Енергія, що виділилась під час вибуху ВР у шпурах, тільки частково затрачується на здійснення механічної роботи. Не використана частина енергії може бути достатньою для того, щоб викликати спалах та вибух метаноповітряної суміші [5].

Так, на рис. 4 спостерігається зростання кількості спалахів при підвищенні теплоти вибухового перетворення.

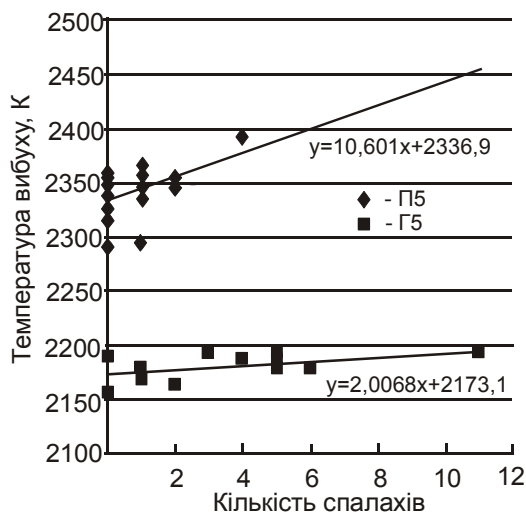


Рис. 6. Залежність кількості спалахів від температури запалення у Г5, П5

температура запалення більше 2100 К, кількість спалахів збільшується. У амоніті Г5 висока температура продуктів вибуху може являтися однією з причин запалення метаноповітряної суміші з частотою більше 50% під час випробувань, що призводить до браку партії.

Висновки

Найбільша кількість спалахів спостерігається при найменшому вмісті інертних сполук у ЗВР, таким чином вміст інертної сполуки впливає на запобіжні

властивостей вибухових речовин. Коли вміст інертної сполуки становить більше 20,5% (Г5) та більше 20,8% (П5), спалахи не спостерігалися. При кисневому балансі близькому до нульового спостерігається найменша кількість спалахів, а при відхиленні його у позитивну (амоніт П5) або негативну (амоніт Г5) сторону, кількість спалахів збільшується і утворюються продукти неповного окислення — NO, N₂, CO, а також пальні гази H₂, CH₄. Вони є небажаними і негативно впливають на атмосферне середовище.

З наведеного вище можна зробити висновок, що наявність інертної сполуки та кисневий баланс безпосередньо впливає на кількість спалахів.

При розгляді впливу енергетичних властивостей на кількість спалахів метаноповітряної суміші спостерігалось зростання кількості спалахів при зростанні енергетичних показників (теплоти вибуху, вмісту газів, що утворились під час вибуху, та температури вибуху). У амоніті Г5 при найвищих енергетичних показниках спостерігались 11 спалахів. Ця партія була забракована.

Література

1. ГОСТ 7140-79. Вещества взрывчатые промышленные. Метод испытаний в метановоздушной смеси.
2. Дубнов Л.В., Бахаревиц Н.С., Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. — М.: Недра, 1973. — 320 с.
3. Бандурин М.К., Рукин А.Г. Сборник задач по теории взрывчатых веществ. — М.: — 1959. — 187 с.
4. Руйнування гірських порід вибухом / М.Р. Шевцов, П.Я.Таранов, В.В.Левіт, О.Г. Гудзь . — Донецьк: ТОВ "Лебідь", 2003. — 555 с.
5. <http://vzryvchatka.ru/archives/34>
6. <http://www.megabomb.ru>

© Шташкевич Т.В, Галіакберова Ф.Н., Манжос Ю.В, 2009
Поступила в редакцію 23.02.2009 г.

УДК 662.2.03

Теплицька Н.С., Праздникова Т.М. (ДонНТУ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЗМУ ВИРОБНИЦТВА ТРИНІТРОТОЛУОЛУ

У статті представлений хімічний аналіз технологічного процесу виробництва тринітротолуолу. Тротил отримують у результаті багатостадійного нітрування толуолу сірчано-азотною кислотною сумішшю. У процесі виробництва утворюється велика кількість побічних продуктів реакцій. В результаті зупинки виробництва ці сполуки потрапляють в резервуари, де відбуваються хімічні реакції з утворенням нових нестійких вибухових сумішей.

Ключові слова: тринітротолуол, хімічні реакції, нітрування, продукти окислення, виробництво тротилу, кристалізація, вибухова речовина.

У наш час багато виробництв з випуску тринітротолуолу (ТНТ, тротилу) реконструюються, переходять на періодичний графік роботи. Частина обладнання демонтується, інша ж консервується на невизначений час. Найчастіше процес виробництва тротилу не є завершеним і супроводжується накопиченням проміжних та кінцевих продуктів реакцій. В результаті цього збільшується кількість виробничих відходів, які майже завжди зливають у