

Рис.2. Отвержденные образцы осадков шахтных вод

В зависимости от качества отвержденного осадка возможны следующие пути его утилизации: складирование с общешахтной породой, закладка выработанного пространства шахт, использование в качестве добавок при производстве строительных материалов. Высокая зольность отходов позволяет использовать продукты отверждения как низко-

сортное топливо. В любом случае, указанные пути использования полученных твердых отходов ведут к уменьшению их количества в отвалах и, как следствие, улучшению экологической ситуации в регионе.

Результаты выполненных исследований показывают, что отверждение осадков шахтных вод можно выполнять в промышленных условиях.

### Литература

1. Борц М.А. Применение синтетических флокулянтов в технологических схемах зарубежных углеобогатительных фабрик. — М.: ЦНИИЭИуголь, 1969.
2. Борц М.А. Обработка и складирование отходов флотации на углеобогатительных фабриках. — М.: ЦНИИЭИуголь, 1981.
3. Егоров П.А., Мнушкин И.И. О возможности получения транспортабельных продуктов из суспензий методом коагуляции // Обогащение полезных ископаемых, 1981. — Киев: Техника. — № 28. — С. 28–32.
4. Клинин Е.М. О способах совместного складирования жидких и твердых отходов углеобогащения // Уголь Украины, 1987. — № 2. — С. 14–16.
5. Исикава Т., Мохида Х. Эксперименты по отверждению осадков сточных вод // Реферативный журнал, 1983. — Вып. 72. — № 12.
6. Перепичай М.В, Смирнов О.І., Волкова О.І. Інтенсифікація процесу очищення шахтних вод // Матеріали IV міжнар. наук.конф. аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та рац. використання природних ресурсів», 2005. — Т. 1. — С. 111–112.

© Смирнов А.И., Волкова Е.И., Перепичай Н.В., 2009  
Поступила в редакцию 25.02.2009 г.

УДК 661.215

**Дубіна О.В., Галіакберова Ф.Н., Манжос Ю. В. (ДонНТУ)**

### РОЗРОБКА СУМІШНОЇ ПРОМИСЛОВОЇ ВИБУХОВОЇ РЕЧОВИНИ

*При создании простых промышленных взрывчатых веществ (ПВВ) на основе аммиачной селитры и горючего возникает проблема равномерного нанесения горючего на поверхность окислителя и длительность стойкости распределения этих компонентов. Одним из путей решения этой проблемы есть создание клеящего раствора, в составе которого должны быть как окислитель, так и топливо.*

*Ключові слова: промислова вибухова речовина, склеючий розчин, окислювач, пальне, хімічна стійкість, кисневий баланс, пакет MATHCAD.*

Мета даної роботи — створення клеючого розчину, що забезпечить рівномірний розподіл пального компонента вздовж поверхні окислювача.

Бажано, щоб до складу клеючого розчину входили і окислювач, і пальне, тому необхідно вирішити наступні завдання:

- визначити склад окислювачів, виходячи з їхньої розчинності, що можливо зробити з літературних джерел;
- знайти компонентний склад клеючого розчину;
- проконтролювати хімічну стійкість розчину.

З точки зору безпеки кінцевих продуктів вибуху та їх працездатності при складанні вибухових сумішей потрібно наблизитися до сумішей з нульовим або з незначним позитивним кисневим балансом.

Поверхня контакту між паливом та окислювачем недостатньо розвинена, внаслідок чого відбувається розшарування та втрата вибухових властивостей. Водонаповнені та емульсійні ВР вирішують цю проблему завдяки великій кількості рідкого компонента, через який ВР має багато недоліків, насамперед малий термін зберігання та велику залежність від температурного режиму. Ці недоліки зникають, якщо зменшити частку рідкого компоненту до мінімуму, тобто рідина повинна лише виступати нібито тоненькою оболонкою, що допомагає рівномірному розподілу пального взовж поверхні окислювача (диспергує пальне), і, водночас, склеювати обидва компонента.

Для досягнення мети даної роботи необхідно, щоб клеючий розчин відповідав наступним вимогам:

- повинен бути не токсичним;
- повинен мати високу водостійкість;
- бажано, щоб він був не інертною добавкою, тобто підвищував енергетичні показники ВР;
- при затвердінні не повинен давати крихку плівку.

Для підвищення енергетичних характеристик розробляємої ВР в складі клеючого розчину вода замінюється на розчин селітри, який виконує роль окислювача. Тому необхідним етапом роботи є визначення видів селітр з максимальним значенням відсоткової долі при взаємному розчиненні.

У ході вивчення розчинності аміачної і кальцієвої селітр встановлено, що селітри не впливають на взаємну розчинність, це дозволяє використовувати заздалегідь приготовану суміш.

Врахувавши вартість кальцієвої селітри, яка перевищує вартість аміачної селітри, склад з відсотковим вмістом аміачної та кальцієвої селітр 70/30 є оптимальним і має достатньо високу розчинність: 288 г у 100 мл  $H_2O$ .

З метою вивчення стійкості розчину був зроблений аналіз з визначення рН розчинів з інтервалом у часі в три місяці, а також використані дані з визначення густини відповідних розчинів, що наведені у роботі [1].

Отримані дані рН розчинів показали невелике зниження рН приблизно на 0,4% після 3 місяців витримки, що істотно не впливає на хімічну стійкість і є незначним при зберіганні зразків, та не чинить істотного впливу на вибухові показники.

Для того, щоб розчин зміг склеювати окислювач та паливо в матковий розчин необхідно додавати згущувач. Найбільш часто використовуваними згущувачами є поліакриламід та натрієва сіль карбоксилметилцелюлози. Оскільки перший майже не розчиняється у матковому розчині при кімнатній температурі, подальші досліді проводили з Na КМЦ.

Результати щодо розчинності Na КМЦ у розчині аміачної та кальцієвої селітр, що взяті у співвідношенні 70/30 (табл. 1) дозволяють зробити висновок, що найбільш оптимальна концентрація Na КМЦ у матковому розчині є 4,5%.

Таблиця 1. Розчинність Na KМЦ у різному відсотковому співвідношенні до маткового розчину

% Na KМЦ	Розчинність	Густина
3,0	Повна	Невелике загущення порівняно з матковим розчином
4,5	Повна	Желеподібна маса
6,0	Часткова	Настільки густий, що майже не тече

Для розрахунку кисневого балансу (КБ) клеючого розчину виконаємо наступні розрахунки. Спочатку визначимо молекулярне співвідношення суміші аміачної та кальцієвої селітр [2]:

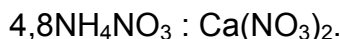
$$80X : 164 Y = 70 : 30,$$

де  $X$  та  $Y$  — числа граматомів аміачної та кальцієвої селітр, 80 і 164 — відповідно їх молекулярна маса.

Прийmemo  $Y=1$ . Тоді:

$$X = \frac{164 \cdot 70}{80 \cdot 30} = 4,8.$$

Відповідно, даному відсотковому складу суміші буде відповідати таке співвідношення кількості молекул:



Визначимо молекулярне співвідношення суміші селітр та Na KМЦ:

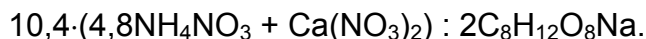
$$548X : 269 Y = 95,5 : 4,5,$$

де  $X$  та  $Y$  — числа граматомів селітр та Na KМЦ, 548 і 269 — відповідно їх молекулярна маса.

Прийmemo  $Y=1$ . Тоді:

$$X = \frac{269 \cdot 95,5}{548 \cdot 4,5} = 10,4$$

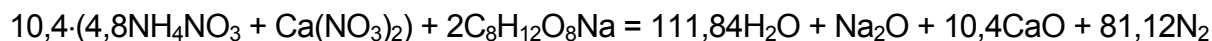
Відповідно, даному відсотковому складу суміші буде відповідати таке співвідношення кількості молекул:



За таким молекулярним співвідношенням суміші знайдемо кількість атомів кисню в суміші:

$$49,92 \cdot 3 + 10,4 \cdot 6 + 2 \cdot 8 = 228,16.$$

Кількість кисню, необхідного для згоряння суміші, знайдемо з рівняння:



$$111,84 + 1 + 10,4 = 123,24$$

Звідки зайвого кисню в суміші  $228,16 - 123,24 = 104,92$  атомів, або у відсотках:

$$\frac{16 \cdot 104,92 \cdot 100}{3993,6 + 1705,6 + 538} = 26,9\%$$

Знайдемо склад розробляємої ПВР, для чого проводимо розрахунок відсоткового співвідношення компонентів сумішної ПВР. Даний розрахунок проводимо з використанням ЕОМ за допомогою пакету MathCad [3]. Пакет

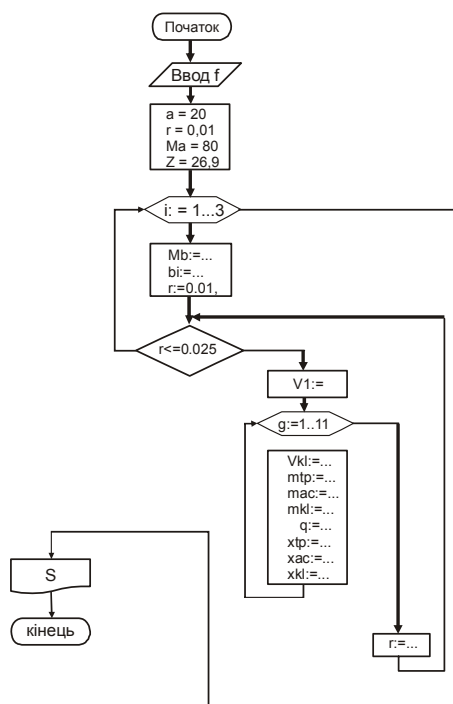
MathCad створено розробниками як математичний інструмент для інженерів, що проводять відповідні розрахунки, наприклад, розв'язання алгебраїчних та диференціальних рівнянь з постійними та змінними параметрами, аналіз функцій, пошук їх екстремумів, чисельне й аналітичне диференціювання та інтегрування, побудова таблиць та графіків при аналізі знайдених рішень [4].

Розрахуємо відсоткове співвідношення компонентів ПВР в залежності від товщини клеючого розчину (таблиця 2).

Таблиця 2. Ідентифікація змінних

Змінна у програмі	Змінна у блок-схемі	Смисл змінної	Значення
a	a	КБ аміачної селітри (АС)	20
r	r	Радіус гранул АС	0,01
i	i	Параметр циклу	Розраховується
j	j	Параметр циклу	Розраховується
g	g	Параметр циклу	Розраховується
Ma	Ma	Молекулярна вага АС	80
z	z	КБ клеючого розчину	26,9
f	f	Матриця вхідних даних	6 5 0 51 6 8 34 10 8
Mb	Mb	Молекулярна вага палива	Розраховується
b	b	КБ палива	Розраховується
V1	V1	Об'єм гранули АС	Розраховується
Vkl	Vkl	Об'єм клеючого розчину, що необхідний для покриття гранули АС	Розраховується
mtp	mtp	Кількість молей палива	Розраховується
mac	mac	Кількість молей АС	Розраховується
mkl	mkl	Кількість молей клеючого розчину	Розраховується
xtp	Xtp	Відсоток палива	Розраховується
xac	xac	Відсоток АС	Розраховується
xkl	xkl	Відсоток клеючого розчину	Розраховується

Блок-схема



ORIGIN:=1

kistorodbalans(f):=

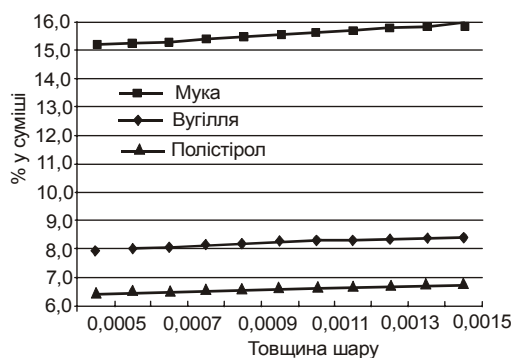
Лістинг програми

```

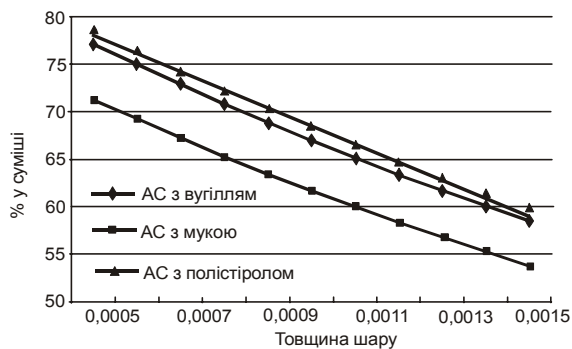
a←20
r←0.01
j←1
Ma←80
z←(26.9)
for i∈1...3
    Mb←12·f2j+16·f1j+1·f3j
    b←(f1j-2·f2j-0.5·f3j)/Mb-16·100
    r←0.01
    while r≤0.025
        V1←(4·π·r3)/3
        for g∈1..11
            Vkl←(4·π·[r+(0.05+g·0.01)·r]3)/3
            mtp←(1.25·a·1.25·Vkl)/22.4·V1
            mac←(1.25·Vkl)/22.4·V1
            mkl←(1.25·Vkl)/22.4·V1
            q←mtp+mac+mkl
            xtp←(100·mtp)/q
            xac←(100·mac)/q
            xkl←(100·mkl)/q
            s1j←b
            s2j←[r+(0.04+g·0.01)·r]-r
            s3j←(1.25·Vkl)/V1
            s4j←xtp
            s5j←xac
            s6j←xkl
            s7j←xtp+xac+xkl
            j←j+1
        r←r+0.031
    S

```

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.