

## Практична робота №1. Вплив конструкції та матеріалів набивки на ресурсозбереження і пилогазові викиди

### Практичне завдання

Студенти повинні провести аналіз на основі даних про конструкцію та матеріали набивки, зокрема, визначити їх вплив на ефективність вибуху та екологічні аспекти (викиди пилу та газів).

Таблиця 1.1

#### Вихідні дані для одного варіанту

| Варіант | Діаметр свердловини, мм | Матеріал набивки     | Тип ВР          | Висота колонки заряду, м |
|---------|-------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------|
| 1       | 165                     | Піщана набивка       | Амоніт №6ЖВ     | 8,25                     |
| 2       | 180                     | Глиняна набивка      | Амоніт АСД-2    | 9                        |
| 3       | 185                     | Щебенева набивка     | Тетрил          | 9,25                     |
| 4       | 190                     | Піщано-глиняна суміш | Пентрит         | 9,5                      |
| 5       | 175                     | Гравійна набивка     | Аммогексіт      | 8,75                     |
| 6       | 195                     | Піщана набивка       | Грануліт АСД    | 9,75                     |
| 7       | 200                     | Глиняна набивка      | Амоніт №10ЖВ    | 10                       |
| 8       | 205                     | Щебенева набивка     | Грамоніт 79/21  | 10,25                    |
| 9       | 210                     | Піщано-глиняна суміш | Амонал гірничий | 10,5                     |
| 10      | 220                     | Гравійна набивка     | Гідротол        | 11                       |
| 11      | 225                     | Піщана набивка       | Карбоамоніт     | 11,25                    |
| 12      | 230                     | Глиняна набивка      | Аммоніт 1ЖВ     | 11,5                     |

| Варіант | Діаметр свердловини, мм | Матеріал набивки     | Тип ВР          | Висота колонки заряду, м |
|---------|-------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------|
| 13      | 215                     | Щебенева набивка     | Аммоніт 2ЖВ     | 10,75                    |
| 14      | 240                     | Піщано-глиняна суміш | Гексогеніт      | 12                       |
| 15      | 245                     | Гравійна набивка     | Амонал ЕП       | 12,25                    |
| 16      | 255                     | Піщана набивка       | Амоніт Е1       | 12,75                    |
| 17      | 250                     | Глиняна набивка      | Амоніт МЗ       | 12,5                     |
| 18      | 270                     | Щебенева набивка     | Амоніт ДС       | 13,5                     |
| 19      | 280                     | Піщано-глиняна суміш | Амоніт №6ЖВ     | 14                       |
| 20      | 295                     | Гравійна набивка     | Амоніт АСД-2    | 14,75                    |
| 21      | 285                     | Піщана набивка       | Тетрил          | 14,25                    |
| 22      | 290                     | Глиняна набивка      | Пентрит         | 14,5                     |
| 23      | 225                     | Щебенева набивка     | Аммогексіт      | 11,25                    |
| 24      | 230                     | Піщано-глиняна суміш | Грануліт АСД    | 11,5                     |
| 25      | 215                     | Гравійна набивка     | Амоніт №10ЖВ    | 10,75                    |
| 26      | 240                     | Піщана набивка       | Грамоніт 79/21  | 12                       |
| 27      | 165                     | Глиняна набивка      | Амонал гірничий | 8,25                     |
| 28      | 180                     | Щебенева набивка     | Гідротол        | 9                        |
| 29      | 185                     | Піщано-глиняна суміш | Карбоамоніт     | 9,25                     |
| 30      | 175                     | Гравійна набивка     | Аммоніт 1ЖВ     | 8,75                     |

## Порядок виконання роботи:

1. Розрахунок об'єму набивки розраховується за формулою, м<sup>3</sup>:

$$V_s = \pi \frac{D^2}{4} L_n$$

де: D — діаметр свердловини, м;

$L_n$  — довжина набивки, м (для знаходження довжини набивки може бути застосоване емпіричне співвідношення, відповідно до якого  $L_n = 25 \dots 30D$ ).

2. Маса набивки визначається через об'єм набивки та щільність матеріалу набивки, кг:

$$m_n = V_c \cdot \rho_z$$

де:  $\rho_z$  — щільність матеріалу набивки, кг/м<sup>3</sup> (таблиця 1.2).

3. Об'єм газів, що утворюються під час вибуху, визначається за формулою, м<sup>3</sup>:

$$V_{gas} = m_v \cdot V_g$$

де:  $m_v$  — маса вибухової речовини, кг;

$V_g$  — вихід газів на одиницю маси вибухової речовини, м<sup>3</sup>/кг (таблиця 1.3).

4. Маса заряду ВР може бути знайдена як, кг:

$$m_v = V_{bl} \cdot \rho_{bl}$$

де:  $V_{bl}$  — об'єм колонки заряду, м<sup>3</sup>;

$\rho_{bl}$  — щільність заряджання ВР, кг/м<sup>3</sup> (таблиця 1.3).

5. Об'єм колонки заряду може бути знайдений по аналогії до об'єму набивки, м<sup>3</sup>:

$$V_s = \pi \frac{D^2}{4} L_{bl}$$

де:  $D$  — діаметр свердловини, м;

$L_{bl}$  — довжина колонки заряду ВР, м.

6. Енергія вибуху  $E_v$  визначається як, МДж:

$$E_v = m_v \cdot Q$$

де:  $Q$  — теплота вибуху, МДж/кг.

7. Тиск газів у свердловині при вибуху визначається за рівнянням, Па:

$$P = \frac{E_v}{V_{gas}}$$

8. Рівняння для оцінки кількості пилу, що утворюється внаслідок вибуху:

$$V_{dust} = K_g \cdot V_{gas}$$

де:  $K_g$  — коефіцієнт розширення газів.

Таблиця 1.2

## Щільність матеріалу набивки

| Тип набивки          | Щільність матеріалу набивки, кг/м <sup>3</sup> |
|----------------------|------------------------------------------------|
| Піщана набивка       | 1600                                           |
| Глиняна набивка      | 1800                                           |
| Щебенева набивка     | 1400                                           |
| Піщано-глиняна суміш | 1700                                           |
| Гравійна набивка     | 1500                                           |

Таблиця 1.3

## Параметри ВР

| Назва ВР        | Швидкість детонації ВР (м/с) | Щільність заряджання ВР (кг/м <sup>3</sup> ) | Теплота вибуху (МДж/кг) | Вихід газів (м <sup>3</sup> /кг) | Тиск газів ВР (МПа) |
|-----------------|------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Амоніт №6ЖВ     | 3500                         | 850                                          | 3,50                    | 980                              | 2,2                 |
| Амоніт АСД-2    | 3500                         | 950                                          | 3,60                    | 970                              | 2,2                 |
| Тетрил          | 7500                         | 1700                                         | 5,70                    | 760                              | 3,3                 |
| Пентрит         | 8300                         | 1750                                         | 6,10                    | 730                              | 2,4                 |
| Аммогексіт      | 4200                         | 1200                                         | 4,10                    | 950                              | 2,4                 |
| Грануліт АСД    | 3200                         | 900                                          | 3,10                    | 1000                             | 2                   |
| Амоніт №10ЖВ    | 3500                         | 850                                          | 3,70                    | 980                              | 2,2                 |
| Грамоніт 79/21  | 3300                         | 870                                          | 3,40                    | 960                              | 2,1                 |
| Амонал гірничий | 4000                         | 1000                                         | 3,90                    | 950                              | 2,3                 |
| Гідротол        | 4700                         | 1200                                         | 4,20                    | 850                              | 2,5                 |
| Карбоамоніт     | 3400                         | 950                                          | 3,50                    | 920                              | 2,2                 |
| Аммоніт 1ЖВ     | 3100                         | 880                                          | 3,20                    | 980                              | 2                   |

| Назва ВР    | Швидкість<br>детонації ВР<br>(м/с) | Щільність<br>заряджання<br>ВР (кг/м³) | Теплота<br>вибуху<br>(МДж/кг) | Вихід<br>газів<br>(м³/кг) | Тиск газів<br>ВР (МПа) |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Аммоніт 2ЖВ | 3200                               | 870                                   | 3,40                          | 960                       | 2,1                    |
| Гексогеніт  | 5200                               | 1200                                  | 5,00                          | 780                       | 2,7                    |
| Амонал ЕП   | 3800                               | 900                                   | 3,60                          | 950                       | 2,2                    |
| Амоніт Е1   | 3500                               | 880                                   | 3,30                          | 970                       | 2,1                    |
| Амоніт МЗ   | 3400                               | 870                                   | 3,40                          | 950                       | 2,1                    |
| Амоніт ДС   | 3700                               | 900                                   | 3,50                          | 930                       | 2,2                    |

Таблиця 1.4

Кореляційна таблиця для наближеного оцінювання концентрації пилу в газах (%) залежно від типу вибухової речовини (ВР) і типу набивки

| ВР /<br>Набивка    | Піщана<br>набивка | Глиняна<br>набивка | Щебенева<br>набивка | Піщано-<br>глиняна<br>суміш | Гравійна<br>набивка |
|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Амоніт<br>№6ЖВ     | 0,80              | 0,70               | 1,00                | 0,75                        | 0,85                |
| Амоніт<br>АСД-2    | 0,85              | 0,70               | 1,05                | 0,80                        | 0,90                |
| Тетрил             | 0,90              | 0,80               | 1,10                | 0,85                        | 0,95                |
| Пентрит            | 1,00              | 0,85               | 1,15                | 0,90                        | 1,00                |
| Аммогексіт         | 0,75              | 0,65               | 0,90                | 0,70                        | 0,80                |
| Грануліт<br>АСД    | 0,80              | 0,70               | 1,00                | 0,75                        | 0,85                |
| Амоніт<br>№10ЖВ    | 0,85              | 0,70               | 1,05                | 0,80                        | 0,90                |
| Грамоніт<br>79/21  | 0,75              | 0,65               | 0,95                | 0,70                        | 0,80                |
| Амонал<br>гірничий | 0,90              | 0,80               | 1,10                | 0,85                        | 0,95                |
| Гідротол           | 0,85              | 0,70               | 1,05                | 0,80                        | 0,90                |

| ВР /<br>Набивка | Піщана<br>набивка | Глиняна<br>набивка | Щебенева<br>набивка | Піщано-<br>глиняна<br>суміш | Гравійна<br>набивка |
|-----------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Карбоамоніт     | 0,75              | 0,65               | 0,95                | 0,70                        | 0,80                |
| Аммоніт<br>1ЖВ  | 0,80              | 0,70               | 1,00                | 0,75                        | 0,85                |
| Аммоніт<br>2ЖВ  | 0,85              | 0,70               | 1,05                | 0,80                        | 0,90                |
| Гексогеніт      | 1,05              | 0,90               | 1,20                | 0,95                        | 1,05                |
| Амонал ЕП       | 0,90              | 0,80               | 1,10                | 0,85                        | 0,95                |
| Амоніт Е1       | 0,85              | 0,70               | 1,05                | 0,80                        | 0,90                |
| Амоніт М3       | 0,80              | 0,70               | 1,00                | 0,75                        | 0,85                |
| Амоніт ДС       | 0,85              | 0,70               | 1,05                | 0,80                        | 0,90                |

### **Додаткові завдання за темою практичної роботи**

#### **Завдання 1. Аналіз показників ВР та їх впливу на обсяг газопилової суміші**

Виберіть кілька різновидів ВР (3-5) з різними характеристиками: швидкістю детонації, теплотою вибуху, виходом газів та тиском газів.

Проведіть розрахунок об'єму газопилової суміші для кожної з вибухових речовин.

Порівняйте результати та зробіть висновки щодо того, яка вибухова речовина спричиняє найбільші пилогазові викиди.

Запропонуйте рекомендації щодо вибору вибухових речовин для зменшення утворення пилу та газів при буровибухових роботах.

#### **Завдання 2. Оцінка впливу конструкції набивки на об'єм пилогазової суміші**

Виберіть три різних типи набивки з різними щільностями, коефіцієнтами проникності та довжиною.

Проаналізуйте вплив кожної з набивок на об'єм газів і пилу, що виділяються під час вибуху. Визначте, який тип набивки найкраще знижує пилогазові викиди, та поясніть механізм його дії.

Запропонуйте конструктивні рішення або зміни у виборі набивок для покращення енергоефективності та зменшення впливу на атмосферне середовище.

### **Завдання 3. Оптимізація складу вибухових речовин з метою зменшення виходу пилогазової суміші**

Використовуючи дані про ВР (щільність заряджання, теплоту вибуху, вихід газів, швидкість детонації), спробуйте створити оптимальний склад для ВР з меншою тепловою потужністю і виходом газів, але достатньою ефективністю для вибухових робіт у гірничих умовах.

Розрахуйте очікуваний об'єм газопилової суміші для створеного вами складу ВР та порівняйте його з класичними ВР (наприклад, амоніт).

Підготуйте рекомендації щодо використання подібних модифікованих складів ВР для зменшення екологічного навантаження на атмосферне середовище.

### **Завдання 4. Розрахунок впливу температури на об'єм газопилової суміші**

Проаналізуйте, як зміна температури впливає на об'єм газів і пилу, що виділяються при вибуху. Для цього використайте закон ідеального газу:

$$V = \frac{nRT}{P}$$

де  $V$  — об'єм газів;

$n$  — кількість молей газу;

$R$  — універсальна газова стала;

$T$  — температура;

$P$  — тиск газів.



Розрахуйте зміни об'єму пилогазової суміші для декількох температурних режимів, прийнятих довільно у межах від 15°C і до 40°C. Проаналізуйте вплив температури на обсяг викидів.

Розробіть рекомендації щодо зниження обсягів пилогазової суміші при високих температурах, враховуючи конструкцію набивки та тип ВР.

### **Завдання 5. Аналіз екологічних ризиків і план заходів з мінімізації викидів**

Використайте дані про розраховані об'єми пилогазової суміші для оцінки екологічного ризику (наприклад, вплив на якість повітря та здоров'я працівників).

Розробіть план заходів для мінімізації викидів пилу та газів, включаючи використання спеціальних засобів захисту, вибір набивок та ВР, а також рекомендації щодо використання сучасних систем пиловловлювання.