

МАТЕМАТИЧНЕ МОДУЛЮВАННЯ ОСНОВНИХ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ СПРАЦЮВАННІ ВИБУХОПОДАВЛЯЮЧОГО ПРИСТРОЮ

доц. Ігнатенко В.В.

Вибухоподавляючий пристрій (ВПП) застосовується для автоматичного гасіння загоряння вогнебезпечної суміші метану, яке виникає у шахтних виробках при проведенні буровибухових робіт. ВПП експериментально розроблений спеціалістами Макіївського науково-дослідного інституту безпеки робіт в гірничій промисловості.

Мета роботи: побудова математичних моделей основних фізичних процесів, які проходять при спрацюванні ВПП, оптимізація конструкції ВПП з метою зручного і безпечного їх використання в умовах підземних виробок і прогнозування результатів дії ВПП для забезпечення високої надійності гасіння пожеж у вибухонебезпечних середовищах.

Основними експериментальними даними були: максимальний тиск робочих газів у камері згоряння, залежність тиску від часу у заспокоювальній камері, максимальна швидкість руху на різних відстанях від ВПП, дальність польоту і форма викиду інгібітора в навколишнє середовище, об'єм інгібітора, який залишився в контейнері після спрацювання ВПП. Особливий контроль при дослідіах був на можливий викид полум'я із контейнера.

Для аналізу фізичних процесів, які проходять при спрацюванні ВПП, були розроблені математичні моделі та математичні програми мовою програмування TURBO PASCAL, розрахунки за якими виконувались на персональних комп'ютерах.

Процеси детонації порохового заряду в розрядній камері описувались рівняннями газодинаміки з детонацією в лагранжевій системі координат для однієї просторової

змінної. Для розв'язування системи рівнянь застосовувалась чисельна схема "хрест". Була встановлена оптимальна маса пороху (212 г) у пороховому заряді: для ВПП-30. Така маса пороху забезпечувала найбільш оптимальний і безпечний викид інгібітора без викиду полум'я. Результати розрахунків свідчать про те, що цю стадію процесу можна замінити стадією адіабатичного розширення продуктів вибуху з показником адіабати $\gamma = 1,2$.

Окремо виконувались розрахунки на міцність матеріалу розрядної камери та оптимальність її конструкції. Закон Гука для опису пружної стадії процесу записувалась у вигляді зв'язку девіаторів тензора напруг і швидкостей, а для пластичної стадії використовувалась модель пластичності Мізеса.

В адіабатичному наближенні виконувались розрахунки діаметрів отворів патрубків і стадії викиду інгібітора із контейнера. Процеси турбулізації порошку через складність моделі турбулентності і нестачі експериментальних даних не враховувались. Був проаналізований вплив сил гравітації на форму викиду інгібітора, тому що за існуючою технологією заповнення контейнера ВПП інгібітором у верхній частині біля діафрагми обов'язкового виникає невелика порожнина незаповнена інгібітором. У результаті розрахунків були вибрані оптимальні діаметри отворів у патрубках для різних моделей ВПП (ВПП-30, ВПП-5) та проаналізована міцність матеріалу дифузора, який деформувався в перших дослідах з ВПП-30. Товщина дифузора була збільшена на 1 мм.

На останньому етапі були виконані розрахунки швидкості руху інгібітора, тому що безпечна швидкість руху інгібітора для людини складає 40 м/с.

У результаті проведених досліджень загальна маса ВПП-30 зменшилась від 120 кг до 70 кг при тій самій ефективності гасіння, що крім економії матеріалів дає зручність застосування в умовах шахтних виробок.