

УДК 622.834

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ВІДХИЛЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ДЕФОРМАЦІЙ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ДЛЯ СТОХАСТИЧНИХ МУЛЬД ОСІДАНЬ

Н. А. Бугайова

Донецький національний технічний університет

Встановлена закономірність розкиду осідань і параметрів деформацій земної поверхні в межах мульди зрушень при зміні наборів випадкових значень фізико-механічних властивостей гірських порід. Запропонована формула для побудови кривих, що обгинають розкид величин параметрів деформацій.

Породи під дією сили ваги й гірського тиску зміщуються в порожнечі, що сформувалися в надрах землі в результаті вилучення вугільних шарів, утворюючи при цьому мульду зрушення на земній поверхні. Зрушення й деформації гірських порід і земної поверхні можуть викликати руйнування наносів і фундаментів будинків і споруджень, розташованих у зоні впливу підземних розробок.

У зв'язку із цим актуальною задачею є прогнозування параметрів зрушення. Однак більшість існуючих методик розглядають процес зрушення як детермінований. Разом з тим натурні інструментальні спостереження свідчать про те, що часто форма експериментальної мульди зрушень значно відрізняється від форми розрахункової. У даній роботі досліджується вплив фізико-механічних властивостей на розрахунки параметрів зрушень.

У якості вихідних даних були прийняті результати, отримані з роботи [1]. У даній роботі використовується метод кінцевих елементів. При цьому були прийняті наступні вихідні дані. Глибина розробки шару 310 м, довжина лави 290 м, потужність вугільного шару, що горизонтально залягає, становить близько 1,7 м, потужність наносів становить 60 м, породи середньої обрушаємості, класу А1, А2, представлені перемежованими шарами алевролітів і піщаників середньої міцності й потужності шарів 10-15 м. Щільність порід 2500 кг/м³. Спосіб керування покрівлею здійснюється шляхом її повного обвалення. Вугільний шар відпрацьовується по стовповій системі розробки, швидкість подвигання лави 100-150 м. Масив підроблений одиночним очисним вибоєм.

Для дослідження випадкового відхилення осідань і параметрів деформацій земної поверхні використовується стохастичне

моделювання, яке є найбільш потужним засобом для розв'язку подібних задач і побудоване на основі використання методу кінцевих елементів [2].

Перед моделюванням необхідно настроїти модель. При заданих вихідних умовах існує досить велика кількість можливих комбінацій модуля пружності, коефіцієнта Пуассона, зчеплення й кута внутрішнього тертя для кожного з породних шарів, що суттєво збільшує складність завдання настроювання. Існує обмежене число комбінацій зазначених величин, яке забезпечує максимальний збіг параметрів мульди отриманої на моделі й за допомогою "Правил охорони..." [3]. Для знаходження цієї оптимальної комбінації використовується метод латинських квадратів [4].

Для визначення вірогідності даної моделі по "Правилах ..." для таких же вихідних даних була побудована мульда зрушення й у результаті зіставлення її з мульдою отриманої для моделі №16 різниця не перевищує 11%, що дозволяє надалі використовувати дану модель як основу для стохастичного моделювання.

Далі для моделі №16 було проведено стохастичне моделювання, яке полягало в завданні випадкового діапазону фізико-механічних властивостей для кожного елемента.

Після обробки результатів стохастичного моделювання виконувався розрахунок відхилень осідань земної поверхні при стохастичному наборі даних від детермінованого при зміні всіх фізико-механічних властивостей порід. Графік розподілу величин даних відхилень наведений на рис. 1.

Далі виконується знаходження варіації нахилів і кривизни від функції осідання при стохастичній зміні деформаційних і міцнісних властивостей гірських порід. Для прикладу побудовані графіки стохастичних відхилень нахилів уздовж мульди при випадковій зміні модуля пружності й відхилень кривизни при зміні зчеплення (рис. 2, 3).

Характерно, що максимальна величина розкиду випадкових відхилень для всіх параметрів деформацій земної поверхні максимальна над середньою частиною виробленого простору. На переході від виробленого простору до масиву амплітуда розкиду випадкових відхилень зменшується. Установлене, що розподіл випадкових відхилень від середніх значень описуються нормальним законом.

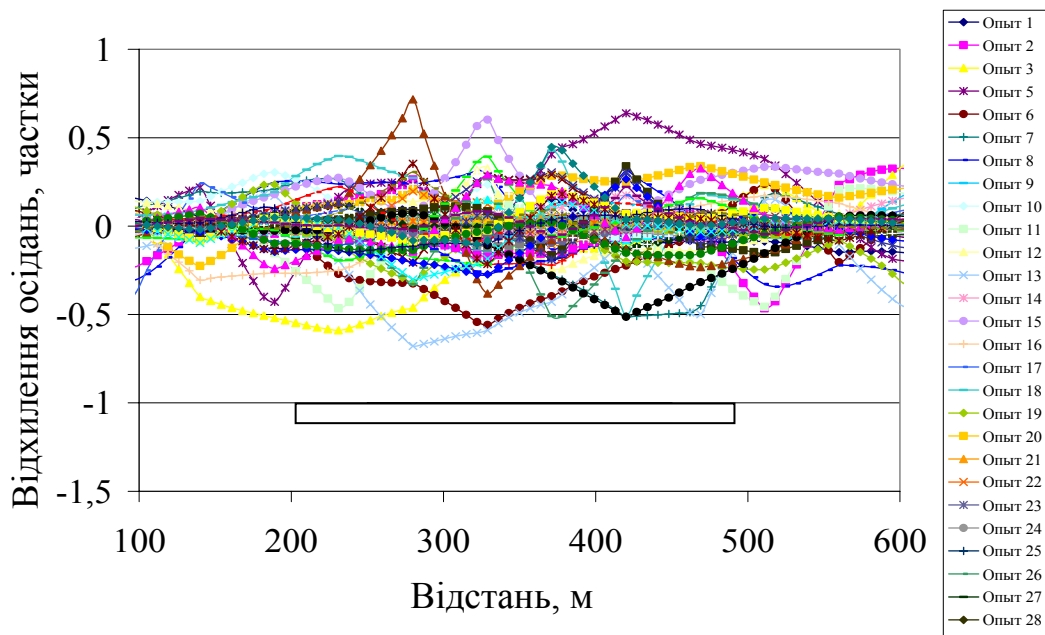


Рис. 1. Розподіл величин відхилень осідань земної поверхні при випробуванні плоскої моделі зі зміною всіх фізико-механічних властивостей порід

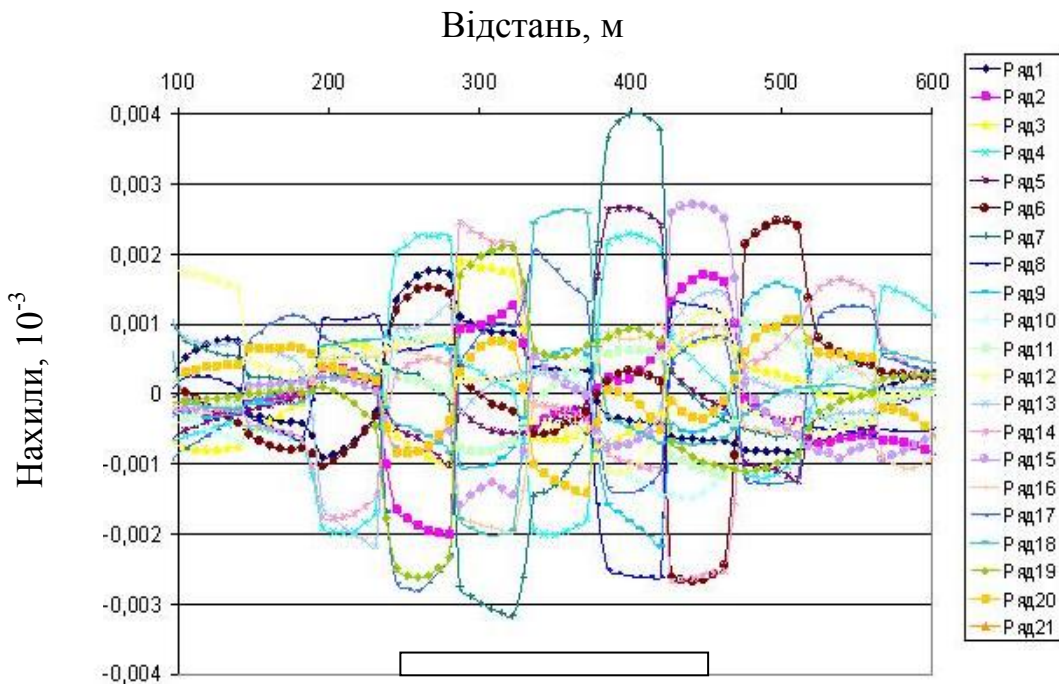


Рис. 2. Розподіл стохастичних відхилень нахилів уздовж мульди при випадковій варіації модуля пружності

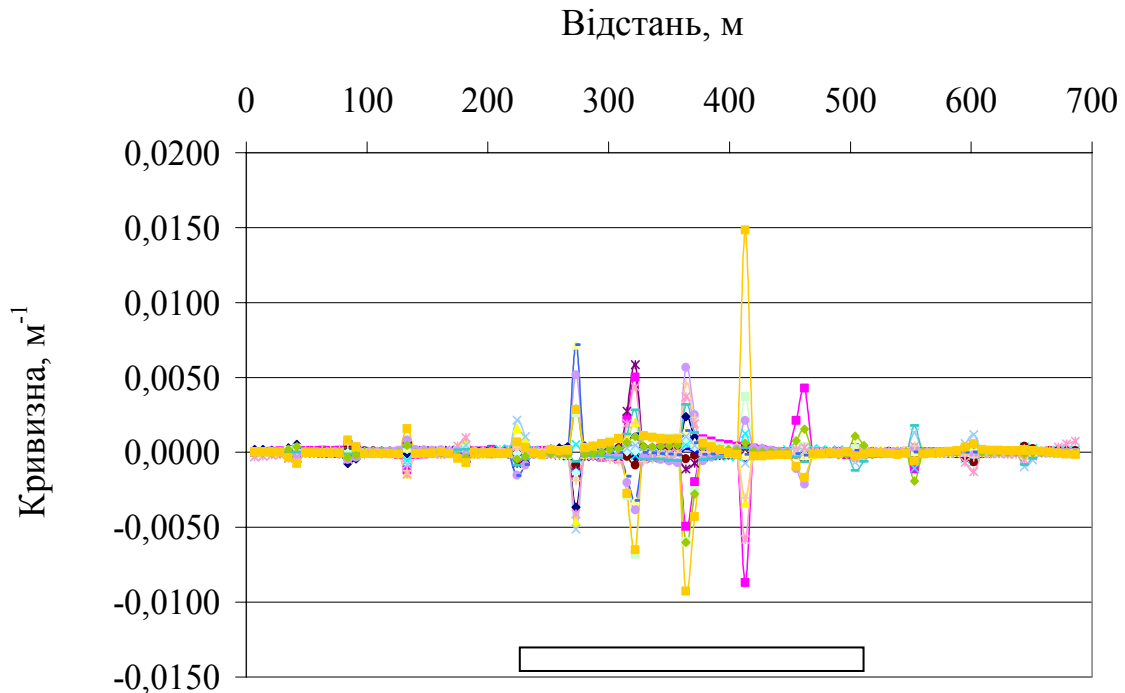


Рис. 3. Розподіл стохастичних відхилень кривизни уздовж мульди при випадковій варіації зчеплення

Далі виконувалося визначення й побудова кривих, що обгинають параметри розкиду деформацій при випадковій зміні механічних показників гірських порід. Установлене, що ця крива має вид колоколу. Для знаходження кривої, що обгинає її вид підбирали за допомогою формули експонентної залежності, яка записується в наступному виді:

$$V_2 = a \cdot \exp(-V_1^2 / b) + c$$

де a, b, c - емпіричні коефіцієнти;

V_1 - наведені координати X;

V_2 - величина розкидів.

Дана формула використовується, тому що вона задовільно описує форму розподілів у вигляді колоколу.

Висновки

Важливою задачею є визначення параметрів деформацій земної поверхні й масиву гірських порід. Однак у процесі передбачення й оцінки порушення земної поверхні присутня деяка невизначеність. У зв'язку із цим виникають істотні погрішності при розрахунках параметрів мульди зрушень. Однієї з основних причин цього є

природній розкид деформаційних і міцнісних властивостей гірських порід.

Установлене, що величина розкиду параметрів деформацій у центрі мульди максимальна, а при переході на крайові частини даний розкид зменшується. Таким чином, крива, що обгинає розкид величин параметрів деформацій уздовж мульди зрушення має форму колоколу, яка з надійністю 0.99 описується експонентною залежністю виду $V_2 = a \cdot \exp(-V_1^2 / b) + c$.

На підставі встановленої залежності запропонована вдосконалена методика визначення розрахункових параметрів деформацій шляхом уведення виправлення в очікувані величини у вигляді двостороннього розкиду. Облік виправлення за природню варіацію механічних властивостей підвищує безпеку експлуатації наземних об'єктів завдяки підвищенню вірогідності визначення величин деформацій.

Бібліографічний список

1. Бугаєва Н.А., Назимко В.В. Особенности распределения стохастических отклонений оседаний земной поверхности при её подработке одиночной лавой. ПРОБЛЕМИ ГІРСЬКОГО ТИСКУ. Збірник наукових праць №16/Під заг. ред. О.А. Мінаєва - Донецьк, ДонНТУ, 2008 – 260с.
2. Кратч Г. Сдвижение горных пород и защита подрабатываемых сооружений; Пер. с нем. под ред. Р.А. Муллера и И.А. Петухова. – М.: Недра, 1978. – 496 с.
3. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом – Киев: Минтопэнерго Украины, 2004 – 128 с.
4. Протодьяконов М.М., Тедер Р.И. Методика рационального планирования экспериментов. М., «Наука», 1970 – 76с.