

ГЕОЛОГІЧНІ НАУКИ

Бакай А.В.

аспірант,

Криворізький національний університет

ЧАСТОТНЕ ВИДІЛЕННЯ ІНФОРМАТИВНИХ МІКРОСЕЙСМІЧНИХ СИГНАЛІВ

Одним з основних недоліків мікросейсмічного контролю є необхідність виділяти й усувати імпульсні сейсмічні сигнали пов'язані з роботою гірського устаткування та іншими зовнішніми впливами [1]. Тому актуальним є питання відокремлення інформативного сигналу (те, що передає інформацію про напружено-деформований стан масиву) від мікросейсмів землі та іншого шуму.

З уваги на припущення, що верхні частоти мікросейсми зумовлені розподіленими резонансними властивостями породи масиву (пружністю) і відрізняються фізико-механічними властивостями одного масиву гірничої породи від іншого, що може бути визначено за частотами сигналів мікросейсмічних явищ.

Наведено сигнал режиму тиші (мікросейсми) в шахті ЗЖРК рис. 1 та сигнал тріщини рис. 2.



Рис. 1. Режим тиші в шахті ЗЖРК

Амплітуда 900 од. АЦП. Характерна частота 87 Гц.



Рис. 2. Сигнал тріщини в шахті ЗЖРК

Амплітуда 8750 од. АЦП. Характерна частота 158 Гц. Протяжність сигналу явища 0,22 с., що узгоджується з [2].

Частоти на рис. 1, 2 відрізняються майже у два рази та для встановлення границь частот між мікросейсами та інформативних (ті, що несуть інформацію про гіпоцентр, форму явища та властивість масиву), побудуємо спектральні густини частот для режиму тиші та явища рис. 3, 4.

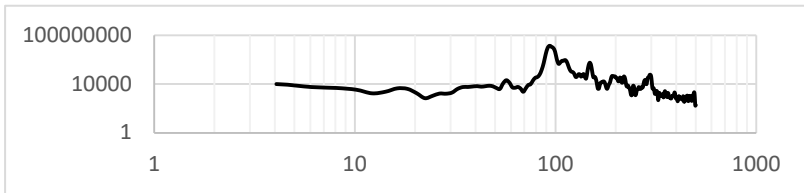


Рис. 3. Спектральна густина частот режиму тиші в шахті ЗЖРК

Характерні частоти (4 максимуми зліва направо) 95, 150, 200, 300 Гц.

Частота коливань масиву повинна починатися з 0 Гц, але така частота коливань характерна для великих масивів. Тому графік на рис. 3 починається з 4 Гц, як видно густина таких частот мала у порівнянні з максимумом при 95 Гц, що обумовлене мікросейсмічним коливанням землі. Наступні три максимуми в 150, 200, 300 Гц – це частоти, які реєструються від далеких явищ, які менші коливань мікросейсами, тому їх не видно на рис. 1.

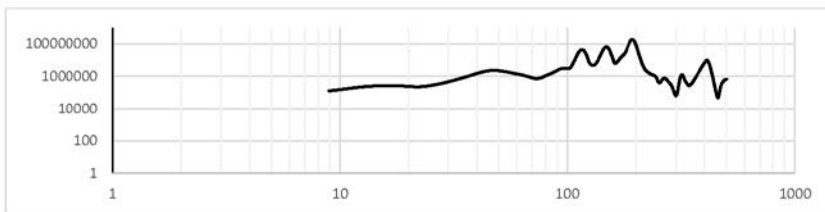


Рис. 4. Спектральна густина частот тріщини в шахті ЗЖРК

Характерні частоти (4 максимуми зліва направо) 116, 151, 191, 406 Гц.

Аналізуючи рис. 3, 4 для режиму тиші в шахті характерні частоти до 100 Гц, ті що більше ніж 100 Гц – це частоти, які утворюються внаслідок руйнування гірничого масиву. Тобто підтверджується можливість розділення частот мікросейсами та частоти руйнування гірського масиву. Для уточнення твердження були проведені додаткові експерименти на

шахті «Родіна». На рис. 5, 6 наведені сигнал режиму тиші та вибуху (тріщиноутворення).

Характерна частота для режиму тиші 66 Гц, тріщиноутворення 133 Гц.

Дійсно підтверджується твердження про можливість розділення частот мікросейсми землі від частот інформативних. Характерна частота коливань в шахті ЗЖРК та в шахті «Родіна» різна, що говорить про різні пружність масиву, але повторні експерименти на шахті «Родіна» показали, що характерні частоти 49,6 Гц, що свідчить про зміну частоти коливання гірничого масиву з часом.

Для можливості дистанційного контролю напружено-деформованого стану масиву з поверхні необхідно встановити чи співпадають характерні частоти в шахті та на її поверхні.

На поверхні шахти «Родіна» характерна частота 28,8 Гц.

Частота коливань гірського масиву в шахті та на поверхні шахти відрізняється, тому при виборі фільтра частот потрібно попередньо встановити, яка характерна частота для даної шахти і звідкіля відбувається запис (з шахти чи з поверхні шахти).

Для встановлення характерних частот коливань на поверхні шахти проведено додаткові експерименти, за якими встановлена характерна частота 10 Гц режиму тиші на поверхні між шахтою «Артем-1» та шахтою «Родіна».

Якщо порівняти характерні частоти коливань в шахті «Родіна» та на її поверхні, то вони відрізняються в 5-7 разів. Це пояснюється наявністю наносних порід (близько 200 м).

Встановимо інформативні частоти для поверхні над шахтою «Родіна» за допомогою удару мірним зразком об поверхню рис. 5.



Рис. 5. Запис явища над шахтою «Родіна»

Характерна частота 42 Гц. Протяжність сигналу явища 0,4 с.

Інформативна частота коливань на поверхні шахти у 2-3 рази менша, ніж в шахті. Для детального аналізу наведемо приклади спектральної густини частот для режиму тиші та явища на поверхні шахти «Родіна» на рис. 6, 7.

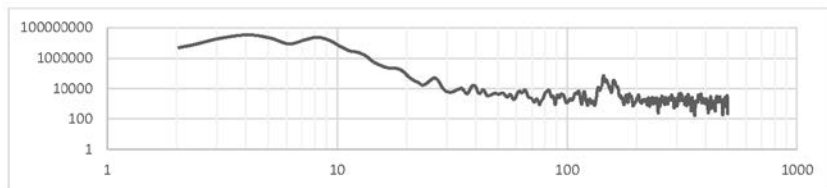


Рис. 6. Спектрально густина частот на поверхні шахти

Характерні частоти 4, 8 Гц.

Переважаюча частина коливань спостерігається на частотах до 10 Гц, що зумовлено мікросейсмічним коливанням землі. Максимум на графіку в 147 Гц свідчить про наявність далеких явищ.

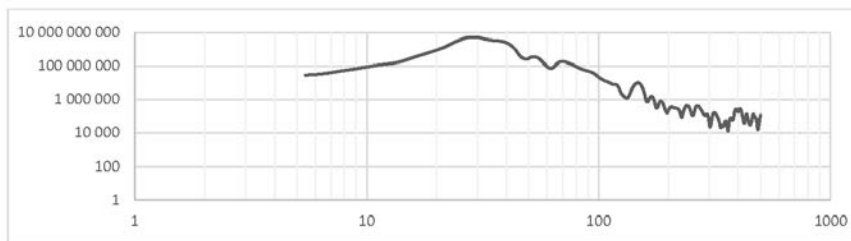


Рис. 7. Спектральна густина частот явища

Характерна частота 29,5 Гц.

Як видно з рис. 7 максимальна кількість частот спостерігається з 20 Гц до 45 Гц, що в діапазоні інформативних частот. Тобто можливо виділити інформативні частоти в шахті, на поверхні шахти та на території санітарної зони.

Тому, при використанні мікросейсмічного моніторингу напружено-деформованого стану масиву, потрібно встановити з якого місця відбувається запис сигналу (шахта, поверхня шахти, санітарна зона), що також пропонується в статті [3]. Наступним кроком потрібно встановити які характерні частоти мікросейсми та явищ для даного масиву. Для можливості моніторингу мікросейсмічного контролю стану масиву з заселеної території потрібно додатково дослідити спектральну частотну густина шуму.

Частота мікросейсми землі в точці вимірювання залежить, в першу чергу, від пружності, питомої ваги породи масиву. Тому в різних місцях вимірювань частота мікросейсми відрізняється у 2-3 рази (контрастна

різниця частот мікросейсми скельних породах нижніх горизонтах шахт і наносних породах поверхні). Аналогічно з частотами руйнування.

Частотні спектри мікросейсми та сигналів значимих явищ розташовані поряд (різниця у 2-3 рази). Різниця частот мікросейсми і явищ дозволяє роздільно вимірювати та контролювати як сигнали мікросейсми, так і інформативні сигнали явищ руйнування і використовувати цю інформацію для визначення стійкості масиву і конструктивних елементів розробки.

Як частоти мікросейсми, так частоти явищ в шахті і на поверхні відрізняються. Відповідно фізико-механічним властивостям, в скельних породах частота мікросейсми та частоти руйнувань в 3-4 рази вище частот в наносних породах.

Список використаних джерел:

1. Герасимова Є.В., Болотников А.В. Використання геофізичних методів спостережень для оцінки стійкості бортів залізрудних кар'єрів. *Гірничий вісник*. 2012. № 95(1). С. 55–58.

2. Рыбалко Б.И., Здешиц В.М., Чистяков Д.Е., Федоренко А.И., Милейко Т.В., Калиниченко О.А. Экспертная идентификация геологических явлений по сигналам записей ГИС. НДГРІ ДВНЗ «КНУ». 2015. № 55. С. 125–134.

3. Бабец Е.К., Рыбалко Б.И., Щербина С.В. Особенности мониторинга напряженного состояния массивов горных пород Кривбасса по микро-сейсмической активности. *Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі: зб. тез доп. міжнар. наук.-тех. інтер.-конф. м. Кривий Ріг, 2016 р.* С. 277.