

НИЗЬКОЧАСТОТНА ФІЛЬТРАЦІЯ СЕЙСМОГРАМ, ОДЕРЖАНИХ АНАЛОГО-ЦИФРОВИМ КОМПЛЕКСОМ

Лабораторією ПСБТВ ІГМ НАН України проведені дослідження з підвищення точності сейсмічних вимірів від стандартного сейсмоприймача СМ-3 і аналого-цифрового перетворювача Е14-440.

Слід зазначити, що досліджувані сигнали, зняті з реєструючих елементів - вібродатчиків (акселерометрів), можуть бути замасковані присутніми шумами. Наприклад, практично завжди в сигналі присутня перешкода 50 Гц. Так само, при розташуванні території поблизу автостради, або залізничних колій, на сигнал можуть накладатися перешкоди техногенного характеру. Таким чином, до побудови взаємних кореляційних функцій і подальших маніпуляцій з ними, необхідно провести ряд заходів щодо поліпшення якості досліджуваного сигналу. Поліпшення вихідного сигналу будемо виробляти в кілька етапів.

1. Фільтрація нижніх і верхніх частот. Експериментально виявлено, що максимальний енергетичний внесок в сигнал вносять хвилі, що знаходяться всередині частотного діапазону 10 Гц (і менш) ÷ 100 Гц. Обмеження по верхній частоті пов'язано з швидким загасанням хвилі коливань ґрунту (тобто поглинання хвилі). Обмеження по низьких частотах пов'язано з довжинами хвиль і відстанню, на якій ми проводимо вимірювання. Припустимо, що охороняється периметр - 500x500 метрів, швидкість поширення хвилі в ґрунті (піщано-земляна суміш) $v \approx 1000$ м/с (реально швидкість хвилі може змінюватися в залежності від якості ґрунту), довжина хвилі $\lambda = v/f$. Отже, хвиля з частотою $f = 0,1$ Гц буде мати довжину 10 км, що явно зайве для п'ятисот метрової зони. Природно, такі зароджені хвилі будуть вносити негативний внесок в досліджуваний сигнал. У той же час хвиля з частотою $f = 10$ Гц відповідає 100 метрам, що цілком допустимо.

2. Фільтрація перешкоди 50 Гц. Ілюстрація наведена на рисунку 1.

3. Вивчення інших перешкод і при необхідності використання смугового (bandstop) фільтра. Після проведення заходів можна навіть візуально оцінити якість попередньої цифрової обробки сигналу. Осцилограми вихідного і очищеного сигналів наведені на рисунку 2.

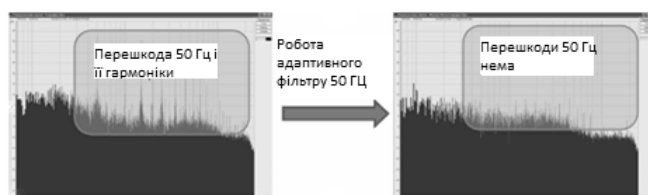


Рисунок 1 – Результат фільтрації перешкоди 50 Гц



Рисунок 2 – Сигнал після попередньої обробки
(Осцилограми наведені в однаковому масштабі)

Дисперсія в сигналі до обробки становить 1 мВ, після обробки 0,2 мВ, різниця в 5 разів (або $20 \lg 5 = 14$ дБ).

Після проведених заходів за попередньою цифровою обробкою сигналів можна приступити безпосередньо до кореляційного аналізу сигналів. Основне в цьому завданні - правильно підібрати час розрахунку і час усереднення кореляційної функції.

На рисунку 3 показано вже профільтрований сигнал від датчика СМ-3, встановленого в точці "0". Як частоти зрізу, тобто граничні частоти, вибрано відповідно частоти 100, 50, 25 і 12 (Гц). Неважко помітити, як зменшуються значення одного і того ж сигналу в залежності від граничної частоти фільтру.

Зрозуміло, що визначити істинний рух частинок ґрунту з безпосереднього запису сейсмічних коливань при КСП МВ практично неможливо, тому що в результаті поширення різних типів хвиль виникають інтерференційні явища, високочастотні коливання накладаються на низькочастотні і сейсмічний сигнал зовсім не нагадує синусоїдальний рух, а про видимий період коливань не може бути й мови. Спотворення в запис вносить і реєструє апаратура, якщо остання не відповідає складу коливального процесу.

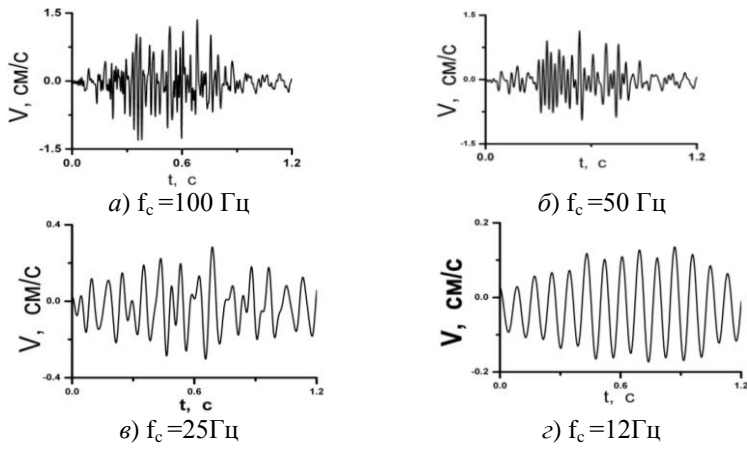


Рисунок 4 – Результати проведеної фільтрації сигналу

Отже, при використанні фільтрації з'являється можливість більш точно і в повному обсязі обробити осцилограми і відповідно розробити рекомендації, що дозволяють ефективно вести вибухові роботи.