

АКУСТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ ПОРОШКОВОГО МАТЕРІАЛУ В ПРОЦЕСІ ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

Ю. Г. БЕЗИМЯННИЙ¹, Г. А. БАГЛЮК¹, І. Г. ЄВКО²,
А. І. ХОМЕНКО¹, А. М. КОЛЕСНИКОВ¹

¹*Інститут проблем матеріалознавства ім. І.Н. Францевича НАН України*

²*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

Досліджено можливість використання для контролю порошкового матеріалу чутливих до структурних неоднорідностей акустичних методів неруйнівного контролю, які базуються на вимірюванні швидкості поширення і коефіцієнта згасання пружних хвиль.

ВСТУП

Завдяки своїм властивостям порошкові матеріали знаходять різноманітні застосування в багатьох сферах промисловості [1]. Наприклад, електротехнічні матеріали (контакти), магнітнотверді матеріали й інструменти для електроерозійної обробки, точкового зварювання знаходять широке застосування в електротехніці, апаратуробудуванні, автоматичній та телемеханіці, радіоелектроніці. Порошкові конструкційні матеріали є найбільш розповсюдженою продукцією порошкових матеріалів. Порошкова металургія одна із галузей промисловості, яка швидко розвивається. За допомогою сучасних порошкових технологій можна отримати матеріал, властивості якого задаються замовником.

Процес виготовлення таких матеріалів ділиться на стадії і включає обов'язково формування. Кожна стадія призначена для створення певної структури матеріалу. Вихідні порошки можуть бути гетерогенними і (або) багатофазними. Тому процеси деформування і спікання проходять нерівномірно по об'єму. Це, в свою чергу, приводить до неоднорідності структури і до неоднорідності властивостей всередині матеріалу. Отримані структурні особливості мають, виходячи з експлуатаційних міркувань, позитивні або негативні значення. Реальну неоднорідність властивостей матеріалу по об'єму необхідно знати і вміти контролювати після двох стадій виготовлення – формування і спікання. Для вирішення цього завдання перспективним є акустичний неруйнівний контроль.

1. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження вибраний один із найбільш розповсюджених порошкових матеріалів – порошкове залізо з розміром частинок менше 160 мкм із додаванням 0,8% графіту. Зразки були виготовлені в Інституті проблем матеріалознавства НАНУ у вигляді циліндрів однакового діаметру 30 мм і висотою – 14 і 18 мм. Після стадій формування і спікання вимірювались швидкість розповсюдження і коефіцієнт згасання пружної хвилі в

різних частинах і напрямках зразка. Для дослідження було вибране наскрізне прозвучування в 9-ти напрямках (Рис.1)

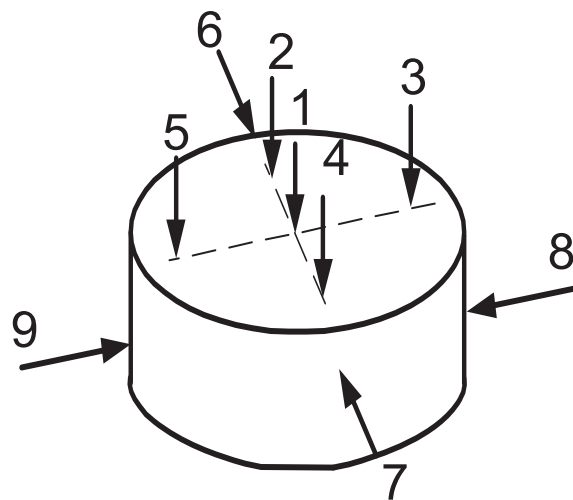


Рис.1. Напрямки прозвучування на зразку для вимірювань.

Швидкість пружної хвилі вимірювалась методом радіоімпульсу з дискретною затримкою [2] (Рис.2)

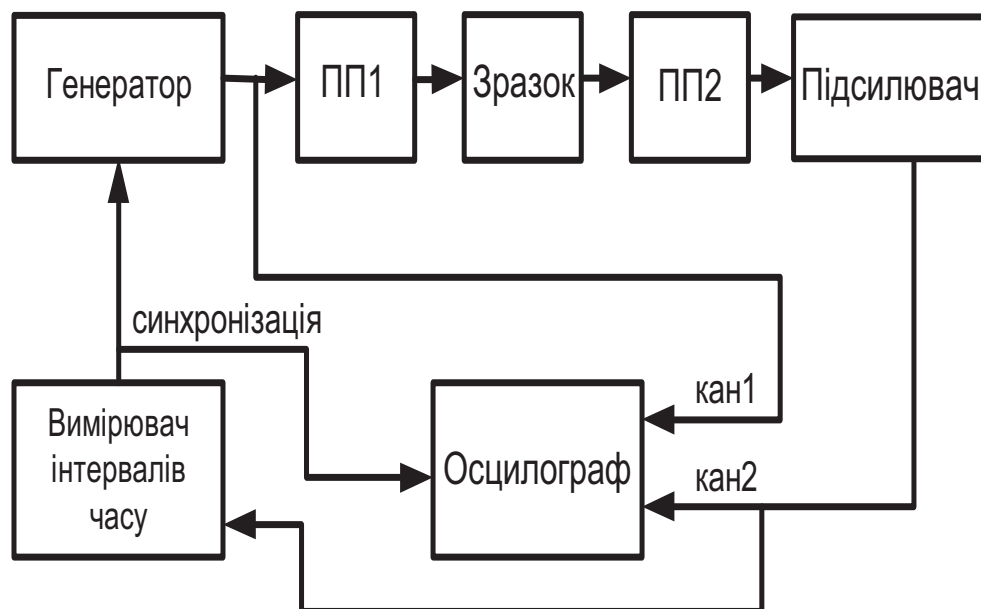


Рис.2. Функціональна схема для вимірювання швидкості пружних хвиль, тут ПП1, ПП2 п'єзоперетворювач 1,2 відповідно.

Коефіцієнт згасання пружної хвилі вимірювався методом імпульсу порівняння [2] (Рис.3)

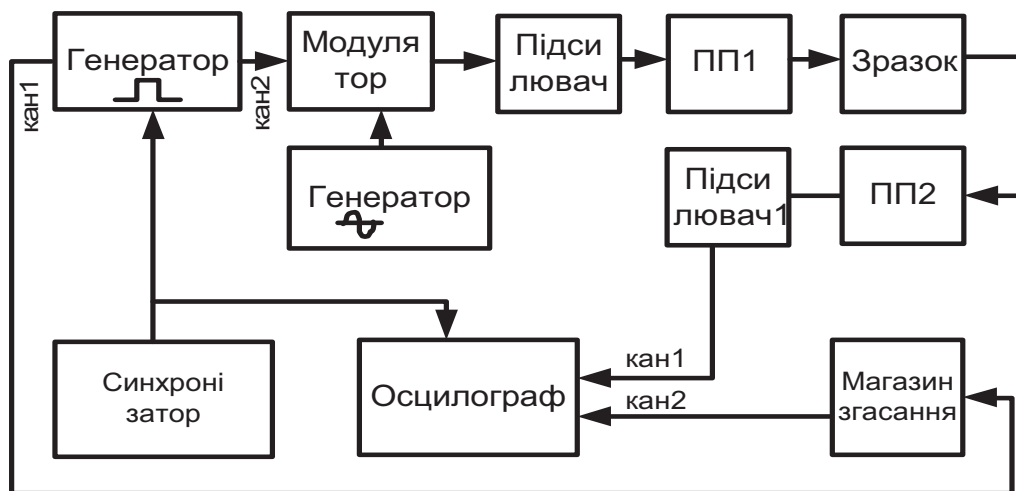


Рис.3. Функціональна схема для вимірювання коефіцієнта згасання пружних хвиль.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ

На Рис.4 наведені графіки швидкості поширення пружної хвилі, коефіцієнта згасання пружної хвилі і висота зразків в напрямках 3, 1, 5. Лініями біля основних значень нанесені розраховані похибки. Зразки 1, 2 мають однакову висоту 14 мм, а 3, 4 – 18 мм. А на Рис.5 представлені графіки швидкості поширення пружної хвилі, коефіцієнта згасання пружної хвилі і висота зразків в напрямках 2, 1, 4.

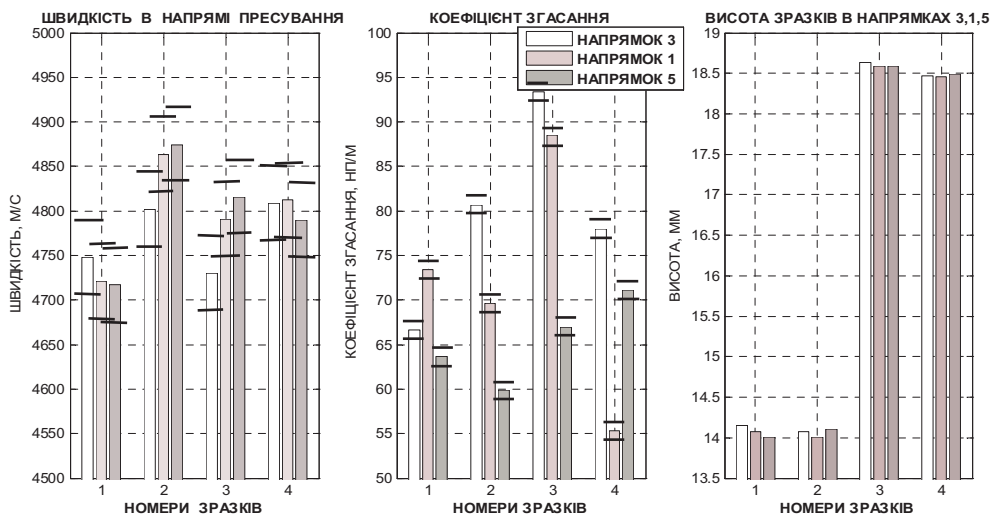


Рис.4. Залежність швидкості, коефіцієнта згасання і висота зразків в напрямках 3, 1, 5.

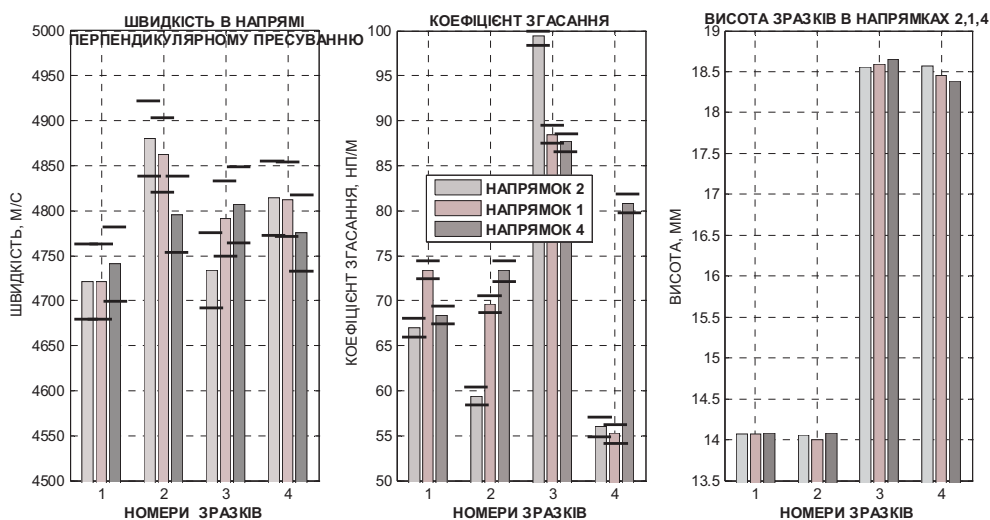


Рис.5. Залежність швидкості, коефіцієнта згасання і висота зразків в напрямках 2, 1, 4.

Для напрямків 3,1,5 і 2,1,4 спостерігаються майже однакові значення швидкості для зразку 1. В зразках 1-4 спостерігається неоднорідність акустичних властивостей в цих напрямках як за швидкістю так і за коефіцієнтом згасання пружної хвилі.

На наступному рисунку (Рис.6) наведені залежності швидкості пружних хвиль через зразки в напрямках 6,7 і 8,9.

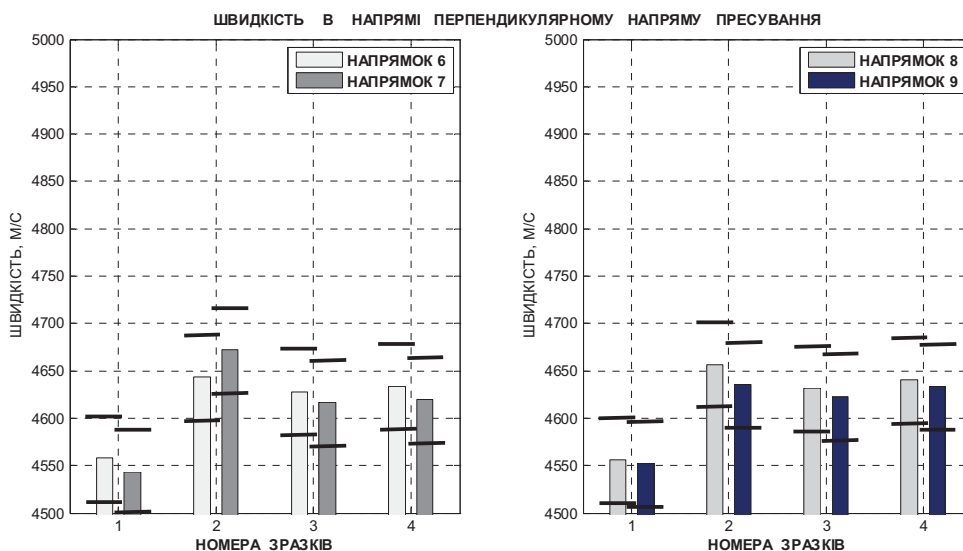
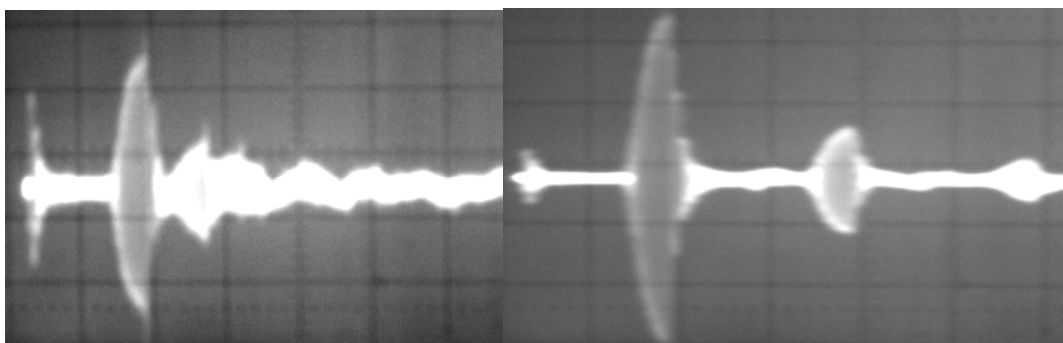


Рис.6. Залежності швидкості в напрямі перпендикулярному напрямку пресування.

Для напрямків 6,7 і 8,9 спостерігаються однакові значення швидкостей в зразках 2-4, а в зразку 1 швидкість менша ніж швидкості для зразків 2-4.

3. ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для зразку 3 у напрямку 3 виявлено значне спотворення ехосигналу (Рис.7) в порівнянні з напрямком 5. Це вказує на дефект структури зразку в напрямку 3.



а)

б)

Рис.7. Ехосигнали при вимірюванні коефіцієнта згасання для 3-го зразку:
а) у напрямку 3; б) у напрямку 5 .

Анізотропія властивостей – швидкість пружної хвилі в напрямі пресування менша ніж в напрямі перпендикулярному пресуванню – є характерною особливістю для порошкових матеріалів, які отримують за традиційною технологією порошкової металургії [4]. За отриманими даними можна стверджувати, що для всіх зразків спостерігається інверсія анізотропії властивостей [3]. Значення швидкості в напрямку 3,1,5; 2,1,4 становить 4725 – 4940 м/с, а в напрямку 6,7; 8,9 – 4550 – 4675 м/с. Тобто, швидкість пружної хвилі в напрямі пресування більша ніж швидкість пружної хвилі в напрямі перпендикулярному пресуванню. Це можна пояснити тим, що густина невелика і формування відбувалося при різній інтенсивності зростання контактів між частинками при хорошому спіканні.

ВИСНОВКИ

Неоднорідність матеріалу в напрямках 1-5 пов'язана з неоднорідністю розподілу по об'єму пор. Причиною цьому є нерівномірність тиску у пуансоні і нерівномірність розподілу температурного поля при спіканні. Виявлено, що неоднорідність акустичних властивостей по об'єму зразків пов'язана з неоднорідністю властивостей матеріалу і перевищує похибки вимірювань. Тому обидві акустичні характеристики можуть використовуватися для контролю об'ємних неоднорідностей порошкових матеріалів на стадії формування і спікання. Однак, в подальших дослідженнях необхідно продумати як звести до мінімуму вплив спотворень ехосигналу (Рис.7а) на вимірювання коефіцієнта згасання пружної хвилі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Федорченко И.М., Андриевский Р.А. Основы порошковой металлургии. – К.: АН УССР, 1963. – 420с.
2. Труэлл Р., Эльбаум, Чик Б. Ультразвуковые методы в физике твердого тела. – М.: Мир, 1972. – 301с.
3. Роман О.В., Скороход В.В.,Фридман Г.Р. Ультразвуковой и резистометрический контроль в порошковой металлургии. – Мн.: Выш. шк., 1989. – 182с.
4. Бальшин М.Ю. Порошковое металловедение. – М.: Металлургия, 1948. – 286с.