

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ ДЛЯ ПОСТАДІЙНОГО КОНТРОЛЮ ПОРОШКОВОГО МАТЕРІАЛУ

Ю. Г. БЕЗИМЯНИЙ¹, Г. А. БАГЛЮК¹, І. Г. ЄВКО²,
К. А. КОМАРОВ¹, І. О. БАШЕВА¹

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

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

В роботі за результатами акустичних вимірів проведено дослідження закономірностей розподілу властивостей в об'ємі порошкового матеріалу після кожної з двох стадій технологічного процесу. На першій стадії було проведено холодне пресування порошку заліза та спікання і отримані пористі циліндричні заготовки. На другій стадії для зменшення пористості ці заготовки зазнали холодне штампування з реалізацією інтенсивних зсувних деформацій. При цьому висота зразків зменшилася і в них з'явилися симетричні пустоти у вигляді усічених конусів. Були виміряні і порівняні швидкості поширення пружної хвилі у різних зонах зразків після кожної вищезгаданої стадії, побудовані графіки зміни швидкості поширення пружної хвилі вздовж зразків. За цими даними зроблено висновок про особливості розподілу властивостей у внутрішньому об'ємі зразків після кожної стадії і порівняно між собою властивості зразків на різних стадіях виготовлення матеріалу.

ВСТУП

Технології порошкової металургії знаходять широке застосування при виготовленні деталей різної форми [1]. Наприклад, ці технології дають можливість отримання зразків з формою та розмірами, максимально наближеними до відповідних розмірів готової деталі за відсутності або мінімальною механічною обробкою таких заготовок. Також можна отримати зразки з необхідними, наперед заданими, властивостями.

Процес виготовлення виробів методами порошкової металургії, як правило, є багатостадійним. На кожній стадії в матеріалі формується певна структура і відповідні властивості. Тому, для забезпечення можливості впливу та керування ходом технологічного процесу, виникає потреба знати властивості напівфабрикату після кожної стадії обробки. Сучасні технології передбачають наявність неоднорідних деформацій матеріалу на проміжних стадіях його формування. Відповідно виникає структурна неоднорідність в середині зразків і неоднорідність властивостей в об'ємі матеріалу. Неоднорідність властивостей в об'ємі зразків необхідно знати і вміти контролювати після кожної стадії виготовлення. Акустичним відображенням такої неоднорідності може служити величина швидкості поширення пружної хвилі. В роботі досліджена перспектива використання для цього ультразвукового неруйнівного контролю.

1. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження, як модельний матеріал, вибране порошкове залізо з розмірами частинок менше 160 мкм із додаванням 0,8 % графіту. Після I стадії холодного пресування порошку зразки мали циліндричну форму однакового діаметру 30 мм і висотою – 14 і 18 мм. Після II стадії холодної штамповки спечених пористих заготовок з реалізацією інтенсивних зсувних деформацій зразки мали таку ж форму з симетричними порожнинами у вигляді усіченого конусу по центру. II стадія необхідна для зменшення

пористості зразків. Після кожної стадії вимірювали швидкість поширення пружної хвилі в зразках. Для кожної із стадій було вибрано наскрізне прозвучування в різних частинах. Після стадії I холодного пресування порошку прозвучування проводилося за схемою (рис.1а), а після стадії II – за схемою (рис.1б). Цифрами на рисунках позначені точки прозвучування зразків.

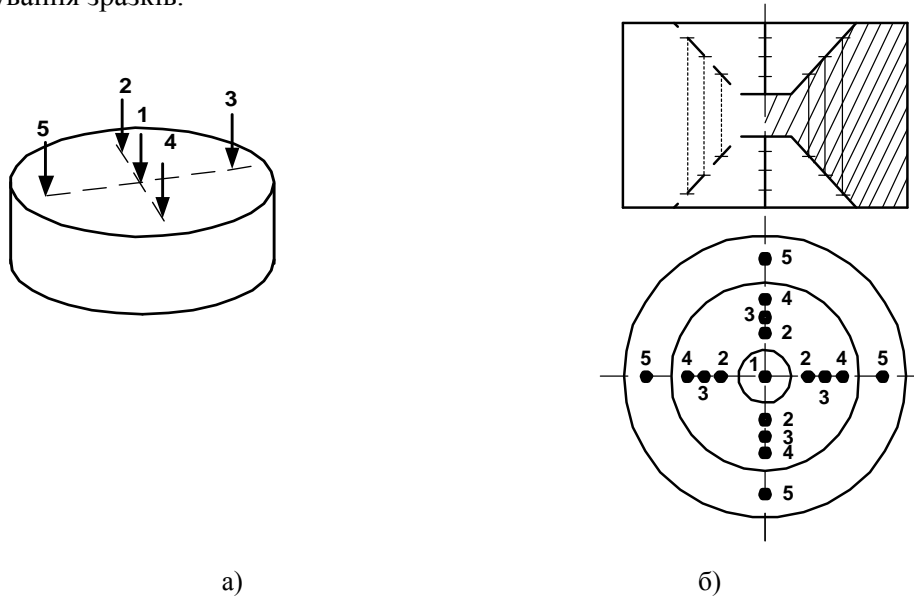


Рис.1.

Швидкість поширення пружної хвилі вимірювали методом радіоімпульсу з дискретною затримкою [2]. Методику вимірів описано у роботі [3]. Зразки після стадії холодної штамповки мали нестандартну форму, тому, порівняно з цією методикою, щоб підвести пружну хвилю в зразок і зняти її після проходження було застосовано два кондуктори. На рис.2 показана схема проходження пружної хвилі в акустичному тракті.

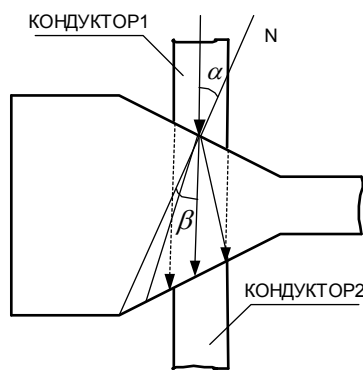


Рис.2.

Тут N – нормаль до похилої площини зразку, кут $\alpha=25^\circ$ – між нормаллю N та напрямком поширення пружної хвилі в кондукторі 1, кут $\beta=22^\circ$ – між нормаллю N та напрямком поширення пружної хвилі в середині зразку. Близня зона для частоти 5 МГц для сталі $R_0=7,5$ мм, кут $\theta=14^\circ$ – розходження ультразвукових хвиль від нормалі в дальній зоні. Пружна хвиля збуджується в верхньому п'єзодавачі і передається на зразок через

кондуктор 1. Пройшовши зразок основна частина пружної хвилі потрапить в кондуктор 2, а з нього на нижній п’єзодавач. Є певна особливість: як бачимо, на рис.2 основний напрямок поширення хвилі в зразку матиме певний кут β від нормалі N, так як площа зразку, до якої підводиться пружна хвиля, не горизонтальна. Тому не вся енергія пружної хвилі потрапить в нижній кондуктор, а тільки деяка її частина. А це, в свою чергу, накладає певні труднощі при фіксуванні кондукторів, самих п’єзодавачів і зразку один відносно одного. Також при дослідженнях особливу увагу необхідно було приділити речовині змочування поверхонь контактування п’єзодавача і кондуктора, кондуктора і зразку. Звичайну воду, масло використовувати не можна було, тому що поверхня зразків не захищена і це призводить до проникнення цих речовин в середину зразків. Ця проблема була вирішена застосуванням в якості речовини змочування меду, який добре проводить пружні ультразвукові хвилі і майже не проникає у внутрішню структуру зразку і не викликає корозії зразків.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ

На рис.3 наведені графіки швидкості поширення пружної хвилі зразку №2 для двох стадій, а на рис.4 представлені графіки швидкості поширення пружної хвилі зразку №4 для двох стадій (див. форму зразків після кожної стадії на рис.1). Після I стадії на графіках вказаний двома лініями розкид значень.

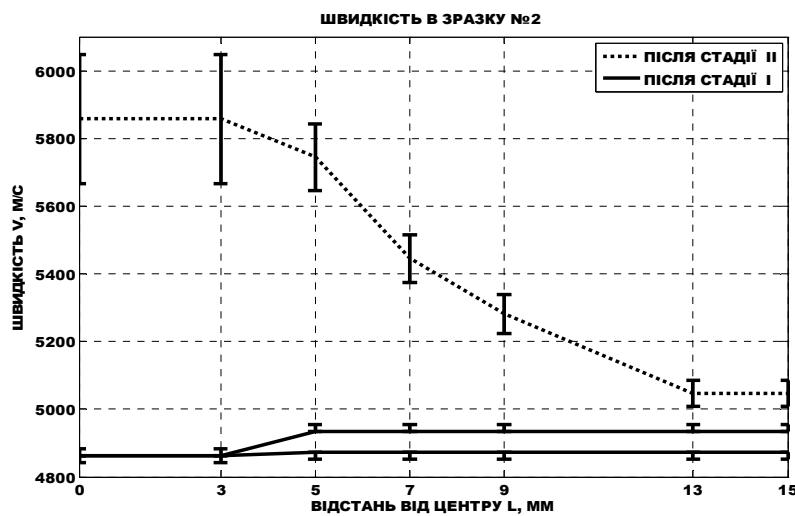


Рис.3.

3. ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

В зразках 2, 4 після I стадії спостерігається неоднорідність акустичних властивостей у напрямках 2, 3, 4, 5 на рис.1а, тому на графіках після 3 мм від центру проведено дві лінії, в межах яких лежали значення швидкості поширення пружної хвилі. Розкид цих значень значно перевищує похибки вимірювань. Похибки для кожної точки вимірювань вказані на графіках поличками від верхньої лінії додатні значення, від нижньої лінії від’ємні значення. Після II стадії спостерігалась повторюваність результатів вимірювання на однаковій відстані від центру зразків. Похибки нанесені для другої стадії поличками відносно вимірюваних значень швидкості пружної хвилі. За отриманими даними можна стверджувати, що похибки менші характерного розкиду параметрів в об’ємі зразків.

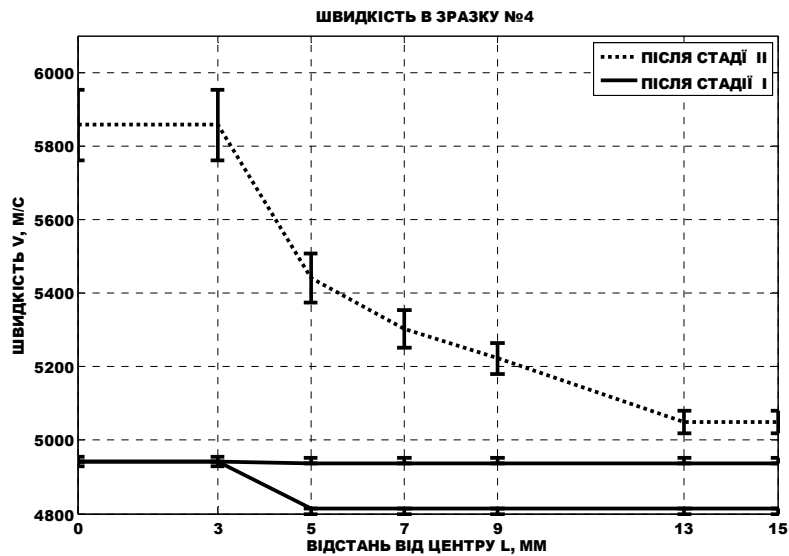


Рис.4.

Як видно з графіків рис.3, 4 значення швидкості поширення пружної хвилі в зразках після другої стадії зросли і найбільше значення вони мають по центру зразків. Ці значення підтверджують технологічні особливості отримання зразків: в них найменша пористість внаслідок деформування буде в центрі. А чим менша пористість, тим будуть вищі значення швидкості поширення пружної хвилі. І навпаки при віддаленні від центру пористість в зразках збільшується, а відповідно і швидкість поширення пружної хвилі зменшується майже до рівня, яка була в зразках після першої стадії.

ВИСНОВКИ

У роботі на прикладі порошкового заліза показано можливості ультразвуку для контролю за змінами властивостей в середині об'єму матеріалу та після різних стадій технологічного процесу його виготовлення.

Подальший розвиток роботи пов'язаний з необхідністю вдосконалення методики за рахунок статистичної обробки результатів вимірювань та вдосконалення акустичного тракту з використанням кондукторів і зведення до мінімуму небажаних втрат енергії пружної хвилі в акустичному тракті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Федорченко И.М., Андриевский Р.А. Основы порошковой металлургии. – К.: АН УССР, 1963. – 420с.
2. Труэлл Р., Эльбаум Ч., Чик Б. Ультразвуковые методы в физике твердого тела. – М.: Мир, 1972. – 301с.
3. Безимьянний Ю.Г., Баглюк Г.А., Євко І.Г., Хоменко А.І., Колесников А.М. Акустичний контроль стану порошкового матеріалу в процесі його виготовлення // Акустичний симпозиум “КОНСОНАНС-2009”. Збірник праць. – К. – Стор. 55-60.