

УДК 620.179.16

В.О. РУМБЕШТА, І.Р. ТКАЧЕНКО

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

**СУЧАСНІ МЕТОДИ АКУСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ВІДЛИВОК ЗАГОТІВОК  
ДЕТАЛЕЙ З ВРАХУВАННЯМ ГЛИБИНИ ЗАЛЯГАННЯ ДЕФЕКТУ**

*У статті розглянуті та проаналізовані різні методи акустичного контролю відливок заготовок деталей приладів та типові дефекти, які зустрічаються під час такого контролю. Визначений найбільш ефективний метод для проведення акустичного контролю відливок заготовок та описані його особливості.*

**Ключові слова:** дефект, ультразвуковий контроль, ехо-метод.

В даний час відливки з різноманітних металів та сплавів використовують практично в усіх галузях промисловості, зокрема в приладобудуванні. В зв'язку з цим, неруйнівний контроль відливок перед їхньою подальшою обробкою набуває великого значення.

Для контролю відливок з чорних та кольорових металів та різних сплавів застосовують різноманітні методи: акустичні, рентгенівські, магнітні, теплові, електромагнітні та ін. Однак найбільшого розповсюдження отримали акустичні методи неруйнівного контролю. З їх допомогою можна виявляти чужорідні включення, пористість, тріщини, усадочні раковини та рихлоти і т.п. Любий з цих дефектів може призвести до погіршення характеристик чи навіть виходу з ладу виробу, виготовленого з даної відливки.

**Об'єкти та методи дослідження**

Об'єкт дослідження – якість відливок заготовок деталей.

Методи дослідження – аналіз методів акустичного контролю відливок заготовок деталей з врахуванням глибини залягання дефекту, визначення найбільш ефективного.

**Постановка завдання**

Для визначення найбільш ефективного методу для контролю відливок заготовок деталей необхідно розглянути існуючі методи, проаналізувати та оцінити їх недоліки та переваги, обрати найбільш ефективний.

**Результати та їх обговорення**

При контролі відливок зазвичай мова йде про виявлення дефектів виготовлення і, в окремих випадках, про повторну перевірку. Виявлення дефектів лиття по техніці контролю і по їх оцінці відрізняється від контролю деформованого матеріалу. На практиці це іноді випускають з вигляду, що призводить до труднощів. При контролі техніка випробовувань орієнтується на умови навантаження (як у випадку кованим матеріалу) та на пов'язані з ними ймовірні розташування дефектів.

Типові дефекти відливок наступні: усадочні пустоти у вигляді раковин чи пористість; газові пузири; неметалічні включення; гарячі тріщини.

Акустичні методи засновані на реєстрації коливань, що порушуються чи виникають в об'єкті, що контролюється. Їх застосовують для виявлення внутрішніх дефектів (порушень суцільності, неоднорідності структури, міжкристалічної корозії, дефектів склеювання, паяння, зварювання і т.п.) в деталях та виробах, виготовлених з різноманітних матеріалів. Вони дозволяють контролювати геометричні параметри при однобічному допуску до виробу, а також фізико-механічні властивості

металів та металовиробів без їх руйнування. В теперішній час розроблені і успішно застосовуються тінювий, резонансний, ехо-імпульсний, емісійний, велосиметричний, імпедансний і метод вільних коливань. Ці методи також називають ультразвуковими.

Для контролю злитків, що підлягають обробці тиском найбільш ефективно використання УЗ методів з метою виявлення грубих дефектів. Для злитків з різних металів та сплавів, призначених для виготовлення напівфабрикатів та виробів відповідального призначення, зазвичай характерні крупні габаритні розміри, не складна форма (циліндр, прямокутний паралелепіпед), шорстка поверхня ( $Rz \geq 100 \mu\text{м}$ ) та грубозерниста структура. Тому контроль з метою збільшення пробивної здатності, а також збільшення відношення сигнал/перешкода доводиться вести на хвилях пониженої частоти (0,25 – 1,0 МГц). Звідси слідує, що при контролі злитків, особливо крупно габаритних, чутливість і точність визначення координат дефектів невелика.

Однак більша чутливість в цих випадках зазвичай не потребується. Основні дефекти, які повинні бути виявлені (раковини, пористість, рихлоти, чужорідні включення і гарячі тріщини), мають достатньо великі розміри. Усі об'ємні дефекти, а також тріщини (через значну шорсткість їх поверхонь) добре відображають ультразвук з будь-якого напрямку, та можуть бути виявлені при прозвучуванні з різних сторін.

Стальні злитки можуть бути прозвучені на глибину близько 1 м на частоті 0,25 МГц. Однак, щоб більш точно визначити координати дефектів, краще там, де це можливо, використовувати частоту 0,5 МГц. В багатьох випадках умови контролю покращуються після застосування гомогенізуючого відпалу злитків.

Злитки з легованої сталі прозвучуються значно гірше через сильне затухання ультразвуку. Злитки з алюмінієвих і титанових сплавів можуть бути проконтрольовані на частотах 0,5 – 1,5 МГц на глибину більше 1 м.

В більшості випадків поверхні злитків з легких та спеціальних сплавів піддають шліфуванню перед пластичною деформацією. Тому, в багатьох випадках можна застосовувати контактний ехо-метод, також імерсійний та іноді струменевий методи контролю. Прозвучування плоских злитків зручно проводити шляхом сканування по рядкам в напрямку товщини злитка. Прозвучування циліндричних злитків можна здійснювати або ж з торцевої поверхні вздовж осі, або зі сторони бокової поверхні вздовж діаметра, що більш надійно. Оскільки кут розбіжності хвиль великий, при цьому сканувати по гвинтовій лінії не потрібно, достатньо провести перетворювач 4 – 6 разів вздовж твірної циліндру, повертаючи злиток після кожного проходу на  $90 - 60^\circ$ . Таким чином, може бути досягнута достатня продуктивність контролю. Грубі гарячі тріщини при такому контролі виявляються важко. Добре виявляються також раковини та рихлоти. При виявленні раковин в злитках з металів, що виплавляються в нейтральній чи відновної атмосфері, слід враховувати, що внутрішні поверхні таких раковин не окислені та при подальшій обробці тиском можуть зваритись. Такі раковини не являються бракувальною ознакою.

Значне розповсюдження отримали низькочастотні акустичні методи неруйнівного контролю, що виявляють розшарування, пори, тріщини, дефекти з'єднань. Ці ж методи (зокрема імпедансний та метод вільних коливань) можна застосовувати і для дефектоскопії відливок – виявлення заливів, тріщин, раковин, рихлот, пористостей, флокенів. Наприклад, метод вільних коливань дозволяє виявляти

різноманітні дефекти розміром  $\sim 1$  мм, що залягають на глибині декількох міліметрів від поверхні виробу.

Ультразвуковий контроль відливок проводиться ехо- і дзеркально-тіньовим методами, зазвичай за допомогою нормальних перетворювачів. Для такого контролю особливе значення мають відбивні властивості типових дефектів відливок, що згадувались вище. Якщо не рахувати тріщин, то всі дефекти лиття мають більш менш об'ємний характер. Тому їх виявлення, в основному не залежить від напрямку прозвучування і можуть бути виявлені при прозвучуванні з різних сторін. Тому контроль проводять, як правило, в одному напрямку по найкоротшій відстані від поверхні, зручної для введення ультразвукових коливачів. Однак, мають місце небезпечні зони, які повинні бути перевірені в напрямку, перпендикулярному до площини найбільш ймовірного розвитку тріщини. Крім того, у відливках зустрічаються волосовидні дефекти, які погано відображають ультразвук. Про наявність таких дефектів судять по ослабленню донного сигналу.

Для контролю відливок найбільш широко застосовують ехо-метод, він є найбільш ефективним. Цей метод дає змогу виявляти грубі дефекти в злитках з різних металів та сплавів, призначених для виготовлення відповідальних виробів (таких як, наприклад, корпуси, кришки). Проста форма зливка сприяє контролю. Однак, зливки мають крупнозернисту структуру, що потребує зниження частоти, а це в свою чергу знижує чуттєвість контролю. Зливки з вуглецевої сталі можуть бути прозвучені на товщину до 1 мм при частоті 0,25 – 1 МГц. Зливки з легованої сталі прозвучуються значно гірше. Зливки з титанових і алюмінієвих сплавів можуть бути проконтрольовані на глибину більше 1 м при частоті 1 – 1,5 МГц. Для забезпечення акустичного контакту вздовж бокових поверхонь зливка зачищають полоси шириною 50 – 70 мм, звільняючи їх від окалини і нерівностей.

### **Висновки**

Визначено, що найбільш ефективним для контролю відливок є метод віддзеркалення, а саме: ехо-метод. Так як, він дозволяє контролювати деталі зі складною конструкцією стінок, бабишок і т.п., що має місце в корпусах приладів.

### Список використаної літератури

1. Алешин Н.П., Лупачев В.Г. Ультразвуковая дефектоскопия: Справ. пособие. – Мн.: Выш. шк., 1987. – 271 с.
2. Ультразвуковой и рентгеновский контроль отливок/ Е.А. Гусев, А.Е. Карпельсон, В.П.Погапов и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 208 с.
3. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Радиационная, ультразвуковая и магнитная дефектоскопия металлоизделий: Учеб. для ПТУ. – М.: Высш. Шк., 1991. – 271 с.
4. Ультразвуковой контроль материалов: Справ. Изд. Й. Крауткремер, Г. Крауткремер; Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1991. – 752 с.
5. Каневский И.Н. Неразрушающие методы контроля: учеб. пособие / И.Н. Каневский, Е.Н.Сальникова. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 243 с.

Стаття надійшла до редакції / Article received: 20.05.2013

**Современные методы акустического контроля отливок заготовок деталей с учетом глубины залегания дефекта**

Румбешта В.А., Ткаченко И.Р.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»*

В статье рассмотрены и проанализированы различные методы акустического контроля отливок заготовок деталей приборов и типичные дефекты, которые встречаются во время такого контроля. Определен наиболее эффективный метод для проведения акустического контроля отливок заготовок и описаны его особенности.

**Ключевые слова:** дефект, ультразвуковой контроль, эхо-метод.

**Modern methods of acoustic control parts billet castings with the depth of the defect**

Rumbeshta V., Tkachenko I.

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"*

The article reviewed and analyzed various methods of acoustic control parts billet casting equipment and typical defects that occur during such control. Determine the most effective method for acoustic control of casting billets and describes its features.

**Keywords:** defect, ultrasonic testing, echo method.

УДК 677.055.621

Л.М. БЕРЕЗІН

Київський національний університет технологій та дизайну

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОМУ РОЗПОДІЛУ УДАРНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В В'ЯЗАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ПАНЧІШНИХ АВТОМАТІВ**

*Запропонована послідовність визначення закону розподілу ударного навантаження в системі клин - голка - паз панчішних автоматів за результатами теоретичного аналізу їх ударної взаємодії. Чисельно-аналітичним методом з використанням обчислювального експерименту отримано поліноміальну модель, що дозволяє розглядати навантаження як функцію випадкових аргументів при будь-яких значеннях факторів в межах, заданих умовою. Встановлено, що випадкові значення ударного навантаження описуються нелінійним рівнянням та не підпорядковуються нормальному закону розподілу.*

**Ключові слова:** навантаження, рівняння регресії, сила опору, закон розподілу

Стержньові елементи в'язальних механізмів панчішних автоматів відносять до критеріальних за розмірами, оскільки забезпечення необхідних запасів міцності збільшенням геометричних параметрів небезпечного перерізу не можливе через технологічні вимоги переробки пряжі певного тексту. Саме для таких деталей першочергово використовують ймовірнісні розрахунки на втомленісну довговічність, що передбачає знання законів розподілу навантаження та характеристик міцності деталей. На підставі узагальненої статистичної інформації з досвіду експлуатації машин переважно допускають припущення про математичний опис розподілу значень навантажень нормальним законом [1], що дозволяє використовувати традиційні методики розрахунків за нормованою ймовірністю руйнування. Застосування нормального закону навантажень виправдано у випадках одночасної дії достатньо великої кількості факторів, величини яких підлягають різним законам розподілу при умові відсутності серед них домінуючого, коли результуюча дія у відповідності до центральної теореми теорії ймовірностей має розподіл, який близький до нормального [2]. Оскільки на практиці розподіли навантажень деталей деяких механізмів відмінні від нормального, його використання за припущенням в розрахунках критеріальних деталей може призвести до хибних висновків.