

**ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КАПІЛЯРНОГО ЕФЕКТУ
ПРИ КАПІЛЯРНІЙ ДЕФЕКТОСКОПІЇ**

Костишин П. М., Сліпенчук О. В., Барна О. Б.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019*

Капілярний метод контролю використовують для виявлення поверхневих дефектів зварних з'єднань (мікротріщин і тріщин), які виходять на поверхню виробу; дрібних поверхневих пор і вузьких непроварів, які важко виявити при зовнішньому огляді. Даний метод має значну чутливість і може надійно у виробничих умовах виявляти поверхневі дефекти з шириною розкриття 1–5 мкм. Прогрес у підвищенні продуктивності контролю проникливими речовинами, його чутливості вимагає розвитку теоретичних і прикладних досліджень при описі процесів заповнення індикаторними рідинами капілярів і вилучення залишків пенетранта проявником, вивчення впливу різних фізичних полів з метою інтенсифікації та оптимізації процесу, створення нових методів і засобів такого виду неруйнівного контролю [1]. В 1962 році було досліджено що рідина під впливом ультразвукового поля проникає в капілярні канали швидше та на більшу глибину. Це явище назвали ультразвуковим капілярним ефектом і воно знайшло застосування в багатьох технологічних процесах, зокрема в капілярній дефектоскопії [2].

Ультразвуковий капілярний ефект - явище збільшення глибини і швидкості проникнення рідини в капілярні канали під дією ультразвуку (у порівнянні з глибиною і швидкістю, обумовленими тільки капілярними силами). Висота і швидкість підйому рідини в ультразвуковому полі в десятки і сотні разів перевершують відповідні величини обумовлені дією капілярних та інших відомих постійних сил, що виникають у звуковому полі.

Ультразвуковий капілярний ефект залежить від таких властивостей рідини, які впливають на динаміку кавітаційних порожнин (в'язкість, тиск насиченої пари, газоміст і поверхневий натяг).

Під дією ультразвуку при наявності кавітації рідина піднімається як у змочувальному, так і в незмочувальному капілярі, а надлишковий тиск при інших рівних умовах (діаметр, температура, амплітуда коливальної швидкості випромінювача і т. д.) у змочувальному капілярі дорівнює надлишковому тиску у незмочувальному капілярі. Таким чином, ультразвуковий капілярний ефект не залежить від змочування робочою рідиною стінок капіляра.

Спостерігати ультразвуковий капілярний ефект найлегше на наступному досліді, схема якого представлена на рис. 1 [2]. Якщо капіляр опустити у воду, то під дією капілярних сил рідина підніметься на висоту H_0 . Якщо в

рідину на дно ванни помістити джерело ультразвуку, то висота і швидкість підйому будуть в десятки і сотні разів перевищувати величину .

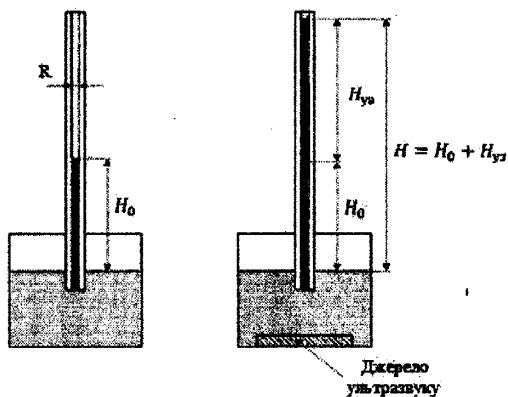


Рисунок 1 - Вплив ультразвукових коливань на явище капілярного ефекту

Силовий вплив ультразвуку на процес заповнення мікрокапілярів рідиною еквівалентний виникненню в каналі капіляра на досить великій глибині додаткового тиску. Тому вирази для розрахунку часу заповнення рідиною капілярів в ультразвуковому полі виводяться так само, як і у випадку відсутності ультразвуку, але з урахуванням додаткового постійного члена рівняння, що зумовлений ультразвуковим тиском. Таким чином для наскрізних циліндричного і плоского каналів отримаємо вирази для розрахунку глибини заповнення порожнини каналів, відповідно:

$$l^2 = \frac{R^2 (p_K + \Delta p_{uz})}{4\mu} t, \quad (1)$$

$$l^2 = \frac{R^2 (p_K + \Delta p_{uz})}{6\mu} t, \quad (2)$$

де $p_K = 2\sigma \cos \sigma / R$ для циліндричного капіляра і $p_K = 2\sigma \cos \sigma / H$ для плоскої щілини.

Як видно із (1) і (2), квадрат глибини заповнення капіляра або щілини проникною речовиною пропорційний тиску, що створюється ультразвуковим полем. Завдяки цьому явищу можна підвищити чутливість капілярного методу.

1. Боднар Р.Т. Фізичні основи неруйнівного контролю / Р.Т. Боднар, В.Т. Камінський, І.С. Кісіль, З.П. Лютак, О.Є. Середюк: навчальний посібник - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. - 384 с. 2. Eskin G.I. Ultrasonic treatment of light alloy melts. / G.I. Eskin / Gordon and Breach Science Publishers, 1998. - 335 p.