

Г. М. СУЧКОВ, д.т.н., проф. каф. ПМНК НТУ «ХП»
К. Л. НОЗДРАЧОВА, аспірант каф. ПМНК НТУ «ХП»

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ Й НАДІЙНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ В СТРИЖНЯХ

В статті осяячені результати досліджень по розробці нової технології контролю довгомерних izdeliy. Приведені результати експериментальних досліджень по виявляемості протяжених дефектів в образцах круглого и шестигранного сечения. Показано, что такие дефекты можно обнаружить объемными волнами без сканирования всей поверхности изделия.

In the article the new method of improvement of technology of the control of lengthy products is considered. Results experimentally revealed extensive defects in samples round and hex sections are presented. It is experimentally shown, that such defects can be found out volume waves without scanning of a surface of a product.

Вступ. При стрімкому розвитку промисловості та застосуванні нових конструкційних матеріалів і технологічних процесів виробництва постала проблема розробки нових методів неруйнівного контролю, які могли б надійно та без зайвих затрат виявити дефекти виробів [1]. У теперішній час катані вироби з різних металів і сплавів використовують практично у всіх галузях промисловості. У зв'язку із цим неруйнівний контроль прокатки перед їхньою подальшою обробкою здобуває величезне значення, дозволяючи заощаджувати великі кошти. Для контролю прокатаних стрижнів застосовують різні методи: акустичні, рентгенівські, магнітні, теплові, електромагнітні, капілярні й ін. Але, першим за обсягом застосування в промисловості методом неруйнівного контролю є акустичний, котрий бурхливо розвивається й вважається одним з найбільш універсальних методів. За допомогою цього виду контролю у виробках можна виявляти сторонні вclusions, пористість, тріщини, усадочні раковини, зони ліквіації, флокени, області внутрішніх напружень і т.п.

Постановка задачі. При виготовленні литих та прокатаних довгомірних виробів, внаслідок порушення технологічного процесу, можуть виникати дефекти які розташовані як поперек об'єкту так і витягнуті вздовж нього [2]. Дефекти можуть привести до погіршення характеристик або навіть виходу з ладу виробу, виготовленого з такого матеріалу. Тому, розробка нової технології високопродуктивного контролю, що дозволяє виявляти дефекти катаних стрижнів без сканування поверхні виробу є актуальною задачею для господарства України.

Щоб виріб був перевірений у повному об'ємі кожний елементарний об'єм металу повинен бути «прозвучений» у трьох взаємноперпендикулярних напрямках або близьких до них [3]. Якщо ця умова не виконується контроль

вважається неповним. Надійність такого контролю недостатня, він дуже громіздкий та займає багато часу.

Основна частина. Для вирішення задачі, яка б дозволяла виявляти дефекти без сканування поверхні виробу розроблена нова технологія, що заключається в ефективному застосуванні ефектів дифракції для виявлення дефектів в стрижнях. Фізичну суть процесу можна пояснити за допомогою рис. 1. При збудженні імпульсів зсувних SV- хвиль під кутом β і їх розповсюдженні в стрижні відбувається їхня трансформація в інші види хвиль, наприклад SV- хвиля, відбиваючись від поверхні виробу породжує собі подібну SV- хвилю, поверхневу S_R та поздовжню L, в свою чергу SV- хвиля що виникла при трансформації породжує таку ж сукупність хвиль і так далі. Їхня кількість лавиноподібно зростає. Якщо на шляху розповсюдження зустрічається дефект, то на його кінцях деякі із сформованих імпульсів дифрагують. Частина дифрагованих хвиль розповсюджується у напрямку перетворювача (рис. 2). Таким чином фіксується наявність дефекту та його місцеположення.

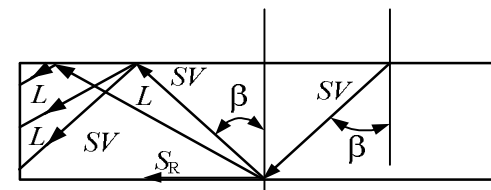


Рисунок 1 – Схема поширення ультразвукових імпульсів у стрижні:
 SV – вертикально поляризовані хвилі; L – поздовжні хвилі; S_R – поверхневі хвилі; β – кут падіння та відбиття SV хвиль

Для перевірки описаної технології була розроблена блок-схема дослідницької установки (див. на рис. 2).

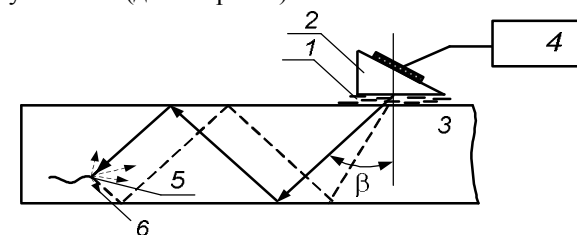


Рисунок 2 – Блок-схема установки для відпрацювання параметрів технології високопродуктивного контролю стрижнів:

1 – контактна рідина; 2 - ПЕП для похилого введення УЗК в стрижень; 3 – стрижень; 4 – серійний УЗ дефектоскоп; 5 – дефект; 6 – дифракційні відлуння

стрижнів круглого та шестигранного перетину із сталі марки АС35Г2 та АС14 довжиною $l = 3 \dots 6$ м зі штучними дефектами підтвердили наявність відлуння від цих дефектів. Аналіз результатів досліджень дав можливість

розробити нову технологію контролю, яка заключається в наступному: ультразвуковий дефектоскоп 4 (УД2-70) за допомогою похилого перетворювача 2 через контактну рідину 1 збуджує в стрижні 3 імпульси ультразвукових коливань (SV – хвилі під кутом β) із частотою заповнення 1,8 МГц. Хвилі, перевідбиваючись від границі виробу й трансформуючись, поширюються уздовж стрижня 3 до його торця (див. рис. 1). Відбившись від торця сформована група хвиль знову відбиваючись і трансформуючись вертається до того ж або іншого прийомного п'єзоелектричного перетворювача. При наявності в стрижні витягнутого уздовж осі дефекту 5 пакет імпульсів 6 дифрагує на його торці й неоднорідностях поверхні, формує відповідний пакет у напрямку ПЕП (див. рис. 2).

У подальшому виконанні дослідження 490 шт. стрижнів з реальними дефектами ВАТ «Сіровського металургійного заводу» зі сталі марки АС35М2 довжиною 4,5 м, діаметром 21 мм. Збраковано 71 прутків. Традиційним методом виявлено тільки 24 дефектних стрижня. Чутливість дефектоскопа настроювали по контрольному зразку зі штучним дефектом – отвір $\varnothing = 2$ мм глибиною 10 мм. Типові реалізації (А-скани) наведені на рис. 3-8. Результати виявлення дефектів підтверджені металографічним методом (виконаним по методу Брегга).

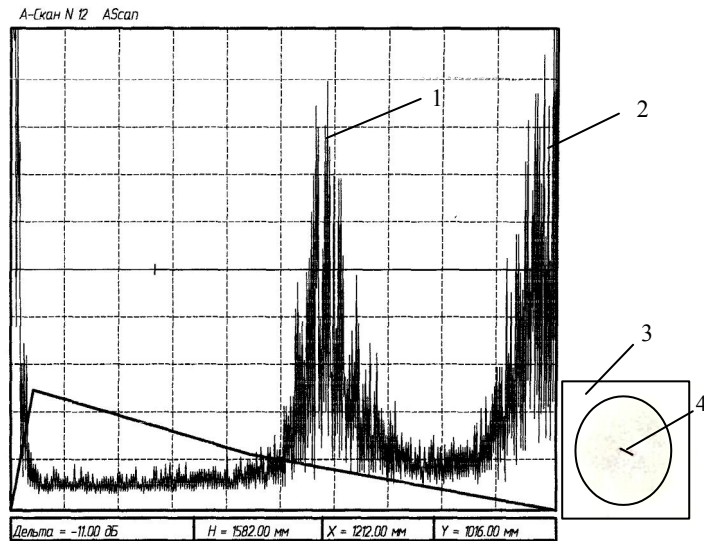


Рисунок 3 – Реалізація на екрані дефектоскопу з сигналами від дефекту і торця стрижня:

1 – сумарний комплект імпульсів від дефекту 4; 2 – сумарний комплект імпульсів від торця стрижня; 3 – форма та положення поздовжнього дефекту в перетині стрижня (відбиток за методом Брегга); 4 – дефект по центру стрижня у вигляді плоскої тріщини

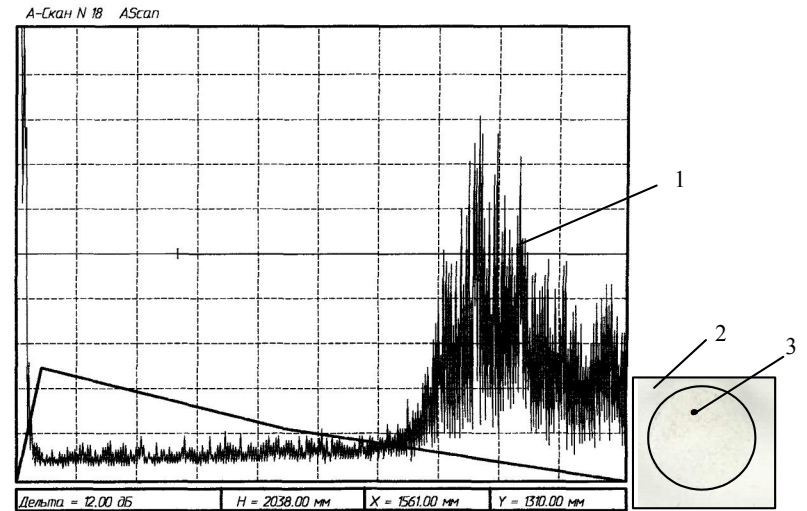


Рисунок 4 – Реалізація на екрані дефектоскопу з сигналом від дефекту:

1 – сумарний комплект імпульсів від дефекту 3; 2 – форма та положення округлого дефекту в перетині стрижня (відбиток за методом Брегга); 3 – дефект, зміщений від центру стрижня у вигляді округлого включення свинцю

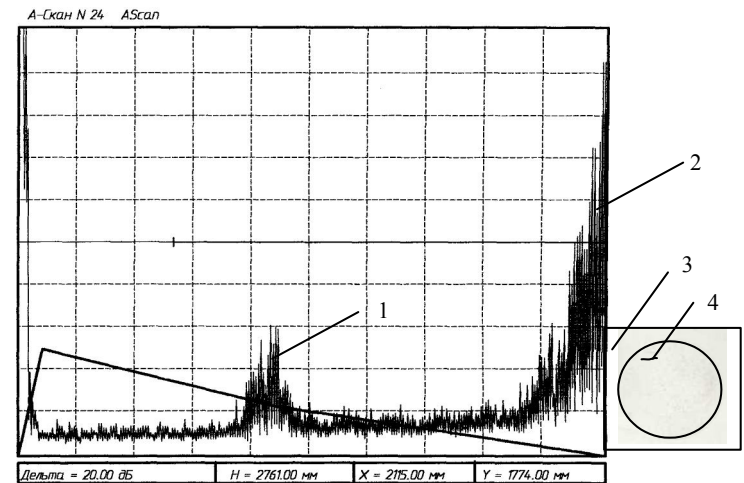


Рисунок 5 – Реалізація на екрані дефектоскопу з сигналами від дефекту і торця стрижня:

1 – сумарний комплект імпульсів від дефекту 4; 2 – сумарний комплект імпульсів від торця стрижня; 3 – форма та положення поздовжнього дефекту в перетині стрижня (відбиток за методом Брегга); 4 – дефект у вигляді тріщини біля поверхні стрижня

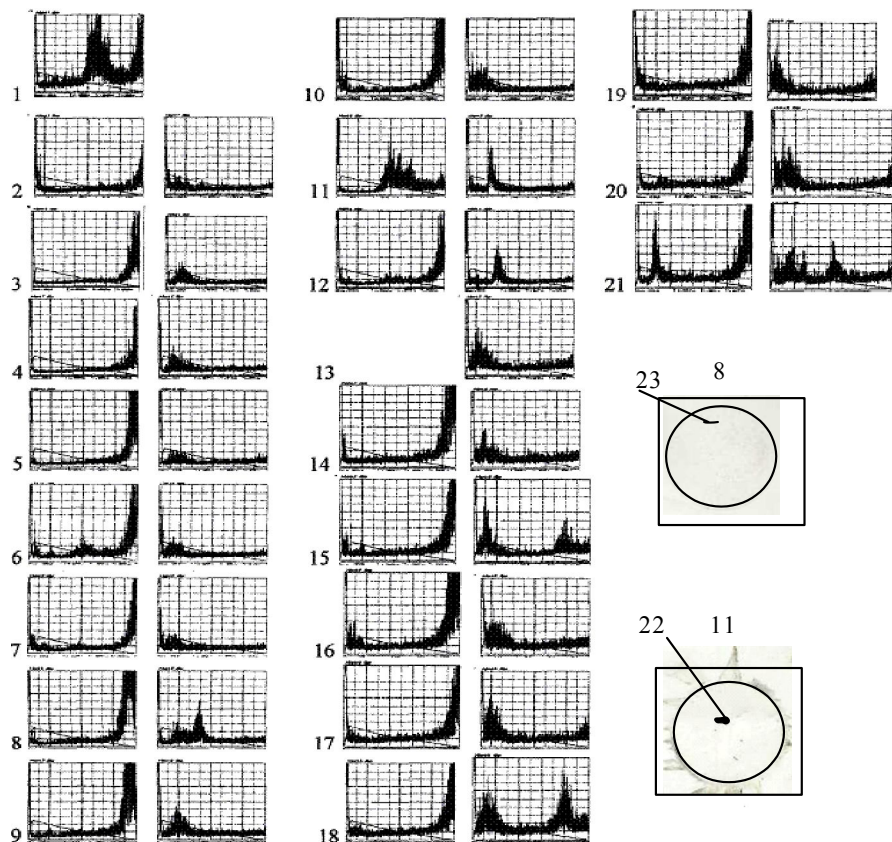


Рисунок 6 – Реалізації на екрані дефектоскопу з сигналами від дефектів і торця стрижнів:

1-21 – сумарні комплекти імпульсів від дефектів; 8, 11 – форма та положення деяких дефектів в перетині стрижнів (відбиток за методом Брегга); 22 – дефект у вигляді округлого включення свинцю, зміщеного у сторону від центра стрижня; 23 – дефект у вигляді тріщини біля поверхні виробу



Рисунок 7 – Фотографії відбитків по Бреггу виявлених ультразвуковим методом дефектів у прутках шестигранного перетину:

1 – дефект у вигляді тріщини біля поверхні виробу; 2 – дефект у вигляді округлого включення свинцю, зміщеного від центра стрижня

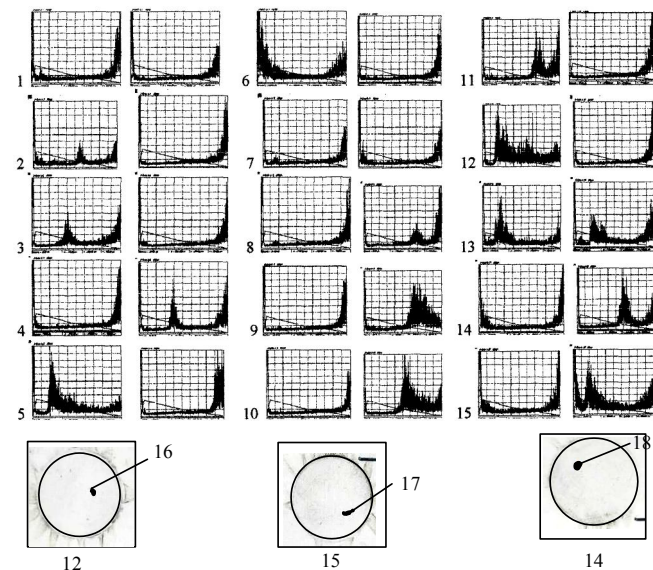


Рисунок 8 – Реалізації на екрані дефектоскопу з сигналами від дефектів і торця стрижнів:

1-15 – сумарні комплекти імпульсів від дефектів; 12, 15, 14 – форма та положення дефектів в перетині стрижнів (відбиток за методом Брегга); 16 – дефект у вигляді округлого включення свинцю, зміщеного у сторону від центра стрижня; 17 – дефект у вигляді витягнутого включення свинцю, розміщеного біля поверхні стрижня; 18 – дефект у вигляді округлого включення свинцю, зміщеного до поверхні стрижня

Висновки: Аналіз отриманих результатів дав можливість зробити наступні висновки:

1. Розроблений метод дозволяє підвищити надійність виявлення дефектів, оскільки з його допомогою можна виявляти внутрішні дефекти поздовжнього типу в стрижнях незалежно від їхнього розташування в перетині, форми дефекту та матеріалу його заповнення.

2. Новий метод має високу продуктивність, оскільки дозволяє контролювати стрижні довжиною до 6 м з 3-4 установок п'єзоелектричного перетворювача, який вводить ультразвукові хвилі під кутом 50° до утворюючої стрижня.

Список літератури: 1. Патон Б. Є., Троїцький В. О., Посипайко Ю. М. Неруйнівний контроль в Україні // Інформ. бюл. Українського товариства неруйнівного контролю та технічної діагностики. 2003. № 2(18). С. 5-9. 2. ГОСТ 21120-75 «Прутки и заготовки круглого и прямоугольного сечения» 3. *Вопилкин А.Х.* Дифракционные методы в ультразвуковом неразрушающем контроле // М.: изд. НТО «Приборпром», 1989. 73 с.