

Відгук

офіційного опонента Ковалю Віктора Вікторовича
на дисертаційну роботу Середи Альони Вікторівни
«Удосконалення методик визначення характеристик твердості та
міцності конструкційних сталей за результатами індентування»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин

1. Актуальність теми дисертації

Сучасний розвиток промисловості, енергетики, транспорту та машинобудування потребує впровадження високонадійних, оперативних і неруйнівних методів оцінки технічного стану конструкційних матеріалів та відповідальних елементів обладнання. Традиційні методи визначення механічних характеристик, засновані на випробуваннях стандартних зразків на одновісний розтяг або ударний вигин, є руйнівними, потребують виготовлення зразків та в багатьох випадках не можуть бути застосовані без демонтажу обладнання або порушення цілісності конструкції.

У зв'язку з цим метод інструментованого індентування набуває особливої актуальності як перспективний підхід до локального неруйнівного контролю механічних характеристик матеріалів. Метод дозволяє визначати твердість, границю плинності та границю міцності за параметрами діаграми деформування матеріалу індентором без виготовлення стандартних зразків та з мінімальним втручанням у конструкцію.

Разом із тим практичне застосування інструментованого індентування для оцінки конструкційних сталей стримується низкою невирішених науково-прикладних задач, пов'язаних із впливом структурної неоднорідності, деформаційної анізотропії, поверхневих дефектних шарів, а також недостатнім нормативним забезпеченням методик визначення механічних характеристик за результатами індентування.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами та темами

Дисертаційна робота виконувалась в Інституті проблем міцності імені Г. С. Писаренка НАН України в межах низки фундаментальних і прикладних науково-дослідних робіт, пов'язаних із розвитком методів оцінки механічних характеристик матеріалів та прогнозуванням ресурсу відповідального обладнання.

Робота безпосередньо пов'язана з виконанням державних та відомчих наукових програм, зокрема:

- програм, спрямованих на розвиток методології моніторингу пошкоджуваності матеріалів та оцінювання залишкового ресурсу обладнання;
- цільової науково-технічної програми оборонних досліджень НАН України;
- робіт, присвячених оцінці технічного стану металу обладнання атомних



електростанцій та подовженню терміну його безпечної експлуатації.

Зв'язок дисертаційної роботи з актуальними науковими програмами підтверджує практичну спрямованість досліджень та їх значення для енергетичної, машинобудівної й оборонної галузей.

3. Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розвитку та удосконаленні методичних підходів до визначення характеристик твердості та міцності конструкційних сталей за результатами інструментованого індентування з урахуванням анізотропії та поверхневої неоднорідності матеріалу, а саме:

- удосконалено методику визначення механічних характеристик конструкційних сталей за параметрами діаграми інструментованого індентування шляхом врахування впливу пружної деформації вимірювальної системи та застосування циклічного режиму навантаження, що дало змогу підвищити достовірність визначення параметрів локального пластичного деформування;

- отримало подальший розвиток використання параметра локального опору пластичній деформації для оцінки характеристик міцності конструкційних сталей у розширеному діапазоні твердості, що дозволило підвищити точність і відтворюваність результатів вимірювань;

- розроблено методику визначення товщини знеуглецьованого шару високоміцних сталей за результатами вимірювань твердості у макродіапазоні зусиль індентування, яка забезпечує можливість неруйнівного контролю поверхневої неоднорідності металу;

- експериментально встановлено закономірності зміни характеристик міцності конструкційних сталей у різних просторових напрямках та показано вплив структурної анізотропії і поверхневої неоднорідності на результати інструментованого індентування, що дозволило оцінити межі застосовності кореляційних залежностей між твердістю та характеристиками міцності.

Отримані результати розширюють можливості практичного застосування методу інструментованого індентування для оцінки технічного стану конструкційних сталей та створюють підґрунтя для подальшого розвитку нормативно-методичного забезпечення таких випробувань.

4. Практичне значення роботи

Практична цінність дисертаційної роботи полягає у розробці та впровадженні методичних підходів до неруйнівного локального контролю механічних характеристик конструкційних сталей у виробничих та експлуатаційних умовах.

За результатами досліджень:

- удосконалено переносну установку РІТ-02М шляхом модернізації системи кріплення, що забезпечило можливість проведення випробувань як на циліндричних, так і на плоских поверхнях;

– розроблено та впроваджено нормативні документи СОУ 56-37-2021 та СОУ 56-38-2021, які регламентують застосування методу інструментованого індентування для експрес-контролю та вхідної атестації матеріалів;

– запропоновано методичні підходи до оцінки впливу знеуглецьованого шару на результати вимірювання твердості високоміцних сталей;

– результати роботи впроваджено у практичну діяльність підприємств енергетичного та спеціального машинобудівного призначення, зокрема у філії ВП «Науково-технічний центр» АТ «НАЕК «Енергоатом».

Новизну технічних рішень підтверджено патентом України на корисну модель № 151934 від 05.10.2022 р.

5. Ступінь обґрунтованості та достовірності результатів

Достовірність отриманих результатів забезпечується:

– використанням сучасного сертифікованого обладнання та методик, що відповідають вимогам ISO 14577, ASTM та ДСТУ;

– значним обсягом експериментальних досліджень;

– проведенням випробувань на широкому класі конструкційних сталей;

– порівнянням результатів інструментованого індентування з даними стандартних механічних випробувань на одновісний розтяг;

– оцінкою точності та відтворюваності отриманих результатів.

Показано, що для умовно ізотропних сталей розбіжність між характеристиками міцності, визначеними методом інструментованого індентування та стандартними випробуваннями на розтяг, не перевищує 5 %, а при визначенні твердості – 3,9 %.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 17 наукових працях, з яких 5 статей входять до наукометричних баз Scopus та Web of Science.

6. Зауваження та дискусійні питання

Незважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, вважаю за доцільне висловити окремі зауваження та запитання дискусійного характеру:

1. При дослідженні трубопровідної сталі 08X18H10T показано наявність помітних відмінностей між характеристиками міцності, отриманими методом інструментованого індентування та випробуваннями на розтяг. Разом із впливом структурної анізотропії на результати вимірювань певний вплив може мати і кривизна поверхні трубопроводу. У роботі доцільно було б більш детально розглянути вплив геометричного фактора на результати індентування та оцінити його внесок у загальну похибку визначення механічних характеристик.

2. У роботі показано перспективність використання параметра локального опору пластичній деформації для оцінки характеристик міцності високоміцних сталей. Разом із тим для матеріалів із високими значеннями твердості та міцності залишаються актуальними питання впливу деформації самого індентора на результати вимірювань, що потребує подальших досліджень і уточнення меж застосовності запропонованого підходу.

3. При визначенні товщини знеуглецьованого шару методом макроіндентування зона пластичної деформації під індентором може охоплювати декілька структурно неоднорідних шарів матеріалу. У зв'язку з цим бажано було б більш детально обґрунтувати критерії визначення межі переходу між знеуглецьованим шаром та основним металом.

Наведені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи, мають переважно дискусійний характер і свідчать про актуальність та складність поставлених у роботі задач.

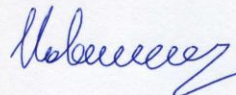
7. Загальний висновок

Дисертаційна робота Середи Альони Вікторівни «Удосконалення методик визначення характеристик твердості та міцності конструкційних сталей за результатами індентування» є завершеною самостійною науково-дослідною працею, у якій вирішено актуальну науково-технічну задачу підвищення достовірності та ефективності неруйнівного локального контролю механічних характеристик конструкційних сталей.

За науковою новизною, практичним значенням, обґрунтованістю отриманих результатів та рівнем їх впровадження дисертаційна робота відповідає вимогам МОН України, що висувуються до кандидатських дисертацій за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин.

Автор дисертаційної роботи, Середа Альона Вікторівна, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин.

Офіційний опонент,
доцент кафедри динаміки і міцності машин
та опору матеріалів навчально-наукового
механіко-машинобудівного інституту
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
кандидат технічних наук, доцент

 Віктор КОВАЛЬ

Підпис Віктора Ковал
засвідчую
Учений секретар
КПІ ім. Ігоря Сікорського



Валерій Холєвко