

## **ВИСНОВОК**

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів  
дисертаційної роботи

**Максима Олександровича Ковальчука**

«Структуроутворення та властивості зварних з'єднань різнотипних поліетиленів  
і розробка технології ремонту поліетиленових трубопроводів»  
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
в галузі знань 13 «Механічна інженерія»  
за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»

Робота присвячена дослідженню структури, морфології, теплофізичних, термомеханічних та експлуатаційних властивостей зварних з'єднань різнотипних поліетиленів, сформованих шляхом стикового зварювання нагрітим інструментом, а також розробленню дослідного зразка двозонного нагрівального інструменту для зварювання труб із різнотипних поліетиленів. В роботі проведені дослідження впливу параметрів зварювання нагрітим інструментом встик, часу та факторів робочого середовища на структуру та властивості зварних з'єднань труб з різнотипних технічних поліетиленів. Було розроблено розрахунково-експериментальну методичку прогнозування тривалості надійної експлуатації зварних з'єднань труб із різнотипних поліетиленів, розроблено та випробувано дослідний зразок двозонного нагрівального інструменту у складі традиційної зварювальної установки із функцією автономного регулювання температури на кожній з двох робочих поверхонь для ремонту трубопроводів із різнотипних поліетиленів для подовження їх термінів експлуатації. Проведено дослідження морфології та експлуатаційних характеристик зразків різнотипних поліетиленів, сформованих двозонним нагрівальним інструментом.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертаційна робота виконувалась у відділі зварювання пластмас Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України згідно з планами науково-дослідних програм, зокрема: «Розробка технологій зварювання труб, листів та плівок із полімерних композиційних матеріалів, створення нового зварювального обладнання з використанням сучасних способів керування та дозування енергії.» (2016–2019 рр., номер державної реєстрації 0116U004220).

### **Наукова новизна отриманих результатів**

1. Вперше розрахунковим шляхом встановлено що при зварюванні однозонним нагрівальним інструментом встик різнотипних поліетиленів ПЕ-63/ПЕ-80 і ПЕ-63/ПЕ-100 має місце нерівномірність температурних полів у зоні формування зварного з'єднання, а саме:

- при нагріванні комбінації ПЕ-63/ПЕ-80 різниця температур торців труб із ПЕ-80 і ПЕ-63 становить  $\Delta=9...10^{\circ}\text{C}$  у момент закінчення процесу нагрівання при  $t=75$  с,  $\Delta=8...9^{\circ}\text{C}$  у момент з'єднання торців на початку стискання труб при  $t=78$  с, і  $\Delta=5...6^{\circ}\text{C}$  після охолодження при  $t=200$  с;

- при нагріванні комбінації ПЕ-63/ПЕ-100 різниця температур торців труб із ПЕ-100 і ПЕ-63 становить  $\Delta=10...11^{\circ}\text{C}$  у момент закінчення процесу нагрівання при  $t=75$  с,  $\Delta=9...10^{\circ}\text{C}$  у момент з'єднання торців на початку стискання труб при  $t=78$  с, і  $\Delta=7...8^{\circ}\text{C}$  після охолодження при  $t=200$  с.

2. Вперше встановлено особливості аморфно-кристалічної структури зварних з'єднань різнотипних поліетиленів ПЕ-63/ПЕ-80 та ПЕ-63/ПЕ-100, які були отримані з використанням однозонного нагрівального інструменту та перебували в робочому середовищі протягом двох років. Виявлено зміну інтенсивностей дифракційних максимумів, які відповідають кристалографічним площинам з індексами (111) та (200) для зварних з'єднань ПЕ-63/ПЕ-100, які знаходились на повітрі та у ґрунті.

3. Виявлено зміни термомеханічної та теплофізичної поведінки зварних з'єднань різнотипних поліетиленів, які були отримані з використанням однозонного нагрівального інструменту. Проаналізовано температурні переходи склування та плавлення, а також процеси термоокислювальної деструкції у зварних з'єднаннях різнотипних поліетиленів.

4. Розроблено математичну модель процесу зварювання труб із різнотипних поліетиленів секційним (двозонним) нагрівальним інструментом, який створює теплові потоки різної інтенсивності крізь торці кожної з труб і забезпечує розплавлення однакового об'єму матеріалу, необхідного для формування симетричного грату у зварному з'єднанні. Розрахунковим шляхом визначено, що для зварювання ПЕ-63 та ПЕ-100 ця умова забезпечується при розташуванні ізоляції, яка відповідає температурі максимуму теплоємності ( $138^{\circ}\text{C}$ ), на однаковій відстані від торців в момент початку осадження труб.

### **Практичне значення одержаних результатів**

1. Отримані результати та зварювальне обладнання дозволяють забезпечити можливість ремонту поліетиленових трубопроводів, виготовлених із «старих» марок поліетилену без необхідності перебудови всього трубопроводу.

2. Розроблена розрахунково-експериментальна методика прогнозування тривалості експлуатації зварних з'єднань труб із різнотипних поліетиленів.

3. Розроблено метод випробування стійкості до тріщин зразків стикових зварних з'єднань поліетиленових труб дією постійного локального навантаження.

4. Розроблено та випробувано двозонний нагрівальний інструмент з можливістю автономного регулювання температури на кожній з двох робочих поверхонь.

5. Розроблено технологічні рекомендації з використання дослідного зразка двозонного нагрівального інструменту в складі універсального устаткування для зварювання труб із однотипних та різнотипних поліетиленів.

### Особистий вклад здобувача

В роботах, опублікованих в співавторстві, Ковальчук М.О. приймав участь у постановці задач, розробці схем експериментів та їх проведенні, підготовці зразків експериментів, аналізі отриманих результатів досліджень та формуванні висновків.

### Повнота викладення результатів роботи в наукових виданнях

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, серед яких: 1 розділ монографії, 7 статей у наукових фахових виданнях, 6 тез доповідей на міжнародних та вітчизняних наукових та науково-практичних конференціях. 3 роботи включені до міжнародної наукометричної бази даних «Scopus».

### Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. М. Kovalchuk, M. Iurzhenko, V. Demchenko, I. Senchenkov. The Investigation of the Welding Process of Different-Type Polyethylenes. *Advances in Thin Films, Nanostructured Materials and Coatings, Lecture Notes in Mechanical Engineering* / Ed. A.D. Pogrebnjak, V. Novosad. Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2018. P. 225–233. (Видання входить до міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS)

[https://doi.org/10.1007/978-981-13-6133-3\\_23](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6133-3_23)

2. М.В. Юрженко, М.О. Ковальчук, В.Ю. Кондратенко, В.Л. Демченко, А.М. Пилипенко, К.Г. Гусакова, Г.В. Жук, В.С. Вербовський, О.В. Гопаченко, І.А.Гоцик. Вплив газових сумішей водню з метаном на експлуатаційні та теплофізичні характеристики поліетиленових труб діючих газорозподільних мереж України. *Енерготехнології та ресурсозбереження*. 2023. № 2.С. 96–108. (Журнал входить до міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS)

<https://doi.org/10.33070/etars.2.2023.08>

3. Максим Юрженко, Максим Ковальчук, Володимир Кондратенко, Валерій Демченко, Андрій Пилипенко, Валерій Вербовський, Геннадій Жук, Андрій Лукашенко. Водень у полімерних трубах. *Нафтогазова галузь України*. 2022. №1. С. 28–31.

4. М.О. Ковальчук, М. В. Юрженко, В. Л. Демченко, М. Г. Кораб, Р. В. Колісник. Якість та експлуатаційні характеристики зварних з'єднань труб із різнотипних поліетиленів. *Автоматичне зварювання*. 2020. №1.С.14–20.

<https://doi.org/10.37434/as2020.11.03>

5. М. Kovalchuk, M. Iurzhenko, V. Demchenko, I. Senchenkov. The Investigation of the Welding Process of Different-Type Polyethylenes. *Proceedings of the 2018 IEEE 8<sup>th</sup> International Conference on Nanomaterials: Applications &*

*Properties, Part 1*. 2018. p. 01SPN48-1–01SPN48-4. (Видання входить до міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS)

<https://doi.org/10.1109/NAP44020.2018>

6. Юрженко М.В., Ковальчук М.О., Кондратенко В.Ю., Демченко В.Л., Гусакова К.Г., Вербовський В.С., Жук Г.В., Костогриз К.П., Гоцик І.А. Вплив газових сумішей водню з метаном на фізичну та хімічну структуру поліетиленових труб діючих газорозподільних мереж України. *Технічна діагностика та неруйнівний контроль*. 2023. № 2 С. 41–46.

<https://doi.org/10.37434/tdnk2023.02.06>

7. М.Г. Кораб, М.В. Юрженко, М.О. Ковальчук, Л.С. Паршутіна, О.М. Чукашкін. Дослідження структури зварних з'єднань полімерів з використанням ефекту Ребіндера. *Автоматичне зварювання*. 2023. № 2. С. 18–23.

8. Юрженко М.В., Ковальчук М.О., Кондратенко В.Ю., Демченко В.Л., Гусакова К.Г., Вербовський В.С., Жук Г.В., Костогриз К.П., Гоцик І.А. Вплив газових сумішей водню з метаном на фізичну та хімічну структуру поліетиленових труб з ПЕ-80. *Технічна діагностика та неруйнівний контроль*. 2023. № 3. С. 21–25. <https://doi.org/10.37434/tdnk2023.03.04>

#### Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. М.О. Kovalchuk., Iurzhenko M.V., Shadrin A.O., Demchenko V.L., Galchun A.M., Kondratenko V.Yu., Anistratenko V.V., Menzheres M.G. Recent peculiarities and possible problems with reconstruction and renovation of polyethylene pipelines. *9<sup>th</sup> International conference of young scientists on welding and related technologies*. (м. Київ, Україна, 19–22 травня 2021 р.) Київ, 2020. (Форма участі – очна)

2. Kovalchuk M.O., Iurzhenko M.V., Galchun A.N., Kondratenko V.Y., Demchenko V.L. Nanostructuring of different types of polyethylene in their compatible welded joints. *International research and practice conference: Nano-technology and nanomaterials «NANO-2017»*. (м. Чернівці, Україна, 23–26 серпня 2017 р.). Чернівці, 2017. (Форма участі – очна)

3. М.О. Ковальчук, М.В. Юрженко, М.Г. Кораб, В.Л. Демченко. Структуризація різнотипних поліетиленів в їх сумісних зварних з'єднаннях. *Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток інноваційної діяльності в галузі технічних та фізико-математичних наук»*. (м. Миколаїв, Україна, 22–24 вересня 2016 р.). Миколаїв, 2016. (Форма участі – очна)

4. М.О. Kovalchuk, M.V. Iurzhenko, M.G. Korab, V.L. Demchenko. Nanostructuring of different types of polyethylene in their compatible welded joints. *International research and practice conference: Nano-technology and nanomaterials «NANO-2016»*. (м. Львів, Україна, 24–27 серпня 2016 р.). Львів, 2016. (Форма участі – очна)

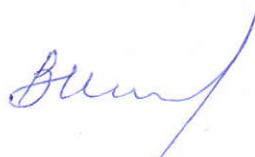
5. **M. Kovalchuk**, M. Iurzhenko, V. Demchenko, I. Senchenkov. The investigation of the welding process of different-type polyethylenes 2018 *IEEE 8th International Conference on Nanomaterials: Applications & Properties* (смт. Затока, Україна, 9–14 вересня 2018). Затока, 2018 (Форма участі – очна)

6. **Kovalchuk M.**, Iurzhenko M., Demchenko V., Galchun A., Kondratenko V. Structuring of different types of polyethylene in their compatible welded joints. IX *International Conference of young scientists «Welding and related technologies. WRTYS-2017* (Київ, Україна, 23–26 травня 2017 р.) Київ, 2017. (Форма участі – очна)

Виходячи з аналізу наведених робіт, зроблено висновок про успішне виконання вимог, що висуваються до дисертаційних робіт на здобуття ступеню доктора філософії. Ковальчуком М.О. забезпечено достатню повноту висвітлення результатів наукових та практичних досліджень в опублікованих матеріалах.

Розглянута дисертаційна робота Ковальчука Максима Олександровича за темою «Структурування та властивості зварних з'єднань різнотипних поліетиленів і розробка технології ремонту поліетиленових трубопроводів», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство, є завершеним науковим дослідженням та в повній мірі відповідає вимогам, викладеним у постанові КМУ від 12 січня 2022р. №44 «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії». Робота містить нові науково обгрунтовані результати проведених Ковальчуком М.О. досліджень, що мають вагоме науково-практичне значення в галузі матеріалознавства, базується на достатній кількості публікацій, не містить текстових запозичень без посилання на джерело (плагіату) та може бути прийнята до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство.

Голова семінару:  
член-кор. НАН України,  
доктор технічних наук,  
професор




Віктор ШАПОВАЛОВ

Секретар семінару:  
зав. відділу № 26 «Стикове зварювання»  
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України,  
к.т.н., с.н.с.



Ігор ЗЯХОР



І.М. Ключко