

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Євгена АНТІПІНА

За темою: «Технологія контактного стикового зварювання оплавленням залізничних рейок конверторного виробництва»

поданої на здобуття наукового ступеню доктора філософії
за спеціальністю 132 -Матеріалознавство

Дисертаційна робота Євгена Антіпіна присвячена дослідженню закономірностей впливу технологічних параметрів контактного стикового зварювання оплавленням (КСЗО) термічнозміцнених рейок на формування зварних з'єднань та розробці технології КСЗО залізничних рейок конверторного виробництва, зокрема рейок К76Ф і R350НТ.

Актуальність роботи

Здобувачем Антіпіним Є. В. проведено огляд сучасного стану зварювання залізничних рейок, проаналізовано відомі способи зварювання з точки зору їх ефективності, продуктивності і можливості забезпечення показників якості зварних рейок згідно вимог діючих стандартів. На основі аналізу літературних джерел показано, що при з'єднанні рейок конверторного виробництва сучасним вимогам найбільшою мірою відповідає контактне стикове зварювання оплавленням (КСЗО). У той же час, технологічні режими КСЗО визначаються експериментально при тестових випробовуваннях для наявного типу рейок і конкретної рейкозварювальної машини. Дотепер в Україні не визначений єдиний алгоритм забезпечення якості зварних з'єднань рейок при зміні зовнішніх факторів (виробник рейок, марка сталі, стан рейкозварювальної машини, параметри дизель-генератора, якість підготовки торців рейок та інше). Визначено об'єкт дослідження – формування нероз'ємних з'єднань сучасних залізничних рейок конверторного виробництва при КСЗО.

Здобувачем показана актуальність тематики дисертації, яка полягає у необхідності наукового обґрунтування і розробки ефективної технології КСЗО залізничних рейок конверторного виробництва класу міцності 350НV, зокрема рейок К76Ф, R350НТ. Показано, що визначення технологічних режимів КСЗО, які забезпечать відповідність показників якості зварних з'єднань вимогам чинних нормативних документів, необхідно проводити на основі врахування енергетичних параметрів процесу КСЗО, зокрема тих, які визначають термічний цикл при КСЗО, температурне поле у з'єднанні рейок, швидкість охолодження металу ЗТВ в інтервалі температур перетворення аустеніту. Здобувачем показано, що очікувані результати досліджень будуть мати наукову значимість і практичну цінність.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалась Антіпіним Є.В. у відділі №26 «Стикове зварювання» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України в рамках державних науково-технічних програм «Дослідження і розробка технологій, устаткування, систем автоматичного керування для способів зварювання тиском заєвтектоїдних рейкових сталей, високоміцних мікролегованих трубних сталей, високолегованих алюмінієвих та нікелевих сплавів у однорідному та різнорідному сполученнях» (Державний реєстраційний номер 0115U006759), «Розробка фундаментальних та технологічних основ твердофазного з'єднання перспективних конструкційних матеріалів у одно- та різнорідному сполученнях» (0117U001897), «Дослідження формування з'єднань рейкових сталей з вираженою структурною неоднорідністю та удосконалення технології контактного стикового зварювання оплавленням (КСЗО) довгомірних рейкових плітей методом «натягу» з одночасним введенням їх у розрахунковий температурний інтервал закріплення» (0118U005295), «Дослідження та удосконалення методів багатофакторного керування процесами структуроутворення та фізико-механічними властивостями твердофазних з'єднань сучасних конструкційних матеріалів у одно- та різнорідному сполученнях, розробка технологій пресового зварювання відповідальних конструкцій для промислових об'єктів машинобудування і транспортної інфраструктури» (0118U100526), «Дослідження зварюваності рейок високої та надвисокої зносостійкості, зокрема закордонного виробництва, розробка технології їх контактного стикового зварювання, модернізація мобільних рейкозварювальних комплексів стосовно до умов спорудження безстикових колій України» (0120U100537), «Дослідження процесів нагрівання та деформації, формування структури та фазового складу, механічних і службових характеристик твердофазних з'єднань виробів із легованих сталей і сплавів на основі алюмінію та нікелю, удосконалення технологій та устаткування для способів стикового зварювання тиском» (01122U000834).

Наукова новизна отриманих результатів

1. Вперше розрахунковим шляхом з використанням розробленої математичної моделі процесу нагрівання при контактному стиковому зварюванні оплавленням (КСЗО) рейок типу Р65 (60Е1) встановлено залежність мінімального $H_{ЗТВ\min}$ та максимального $H_{ЗТВ\max}$ значень ширини зони термічного впливу (ЗТВ) по перерізу зварного з'єднання від тривалості процесу оплавлення $t_{\text{опл.}}$ і величини енерговкладення Q , а саме: при збільшенні $t_{\text{опл.}}$ в діапазоні $t_{\text{опл.}} = 50 \dots 140$ с і Q від 9 до 18 МДж значення $H_{ЗТВ\min}$ зростає від 16 до 22 мм, а $H_{ЗТВ\max}$ – від 36 до 54 мм.

2. Вперше розрахунковим шляхом встановлено залежність швидкості охолодження $W_{8/5}$ зварного з'єднання рейок типу Р65 (60Е1) в інтервалі

температур 800-500°C від тривалості процесу оплавлення $t_{\text{опл}}$ і величини енерговкладення Q при КСЗО та показано, що максимальне значення швидкості охолодження у зварному з'єднанні досягається по лінії з'єднання і змінюється від $W_{8/5}=8,7$ до $W_{8/5}=2,4$ °C/c при збільшенні $t_{\text{опл}}$ і Q в діапазонах $t_{\text{опл}}=50\dots140$ с і $Q=9\dots18$ МДж.

3. Вперше розрахунково-експериментальним шляхом визначено мінімальне значення тривалості процесу оплавлення $t_{\text{опл}}=55$ с і енерговкладення $Q_{\text{мін}}=9,72$ МДж при КСЗО рейок типу Р65 (60Е1) марок К76Ф і R350НТ, при якому швидкість охолодження з'єднання в інтервалі температур 800-500°C не перевищує $W_{8/5}=7,0$ °C/c та забезпечується відсутність у зоні з'єднання бейніту, мартенситу і формується перлітна структура різної дисперсності (перліт, сорбіт, троостит).

Практичне значення роботи

За результатами наукових досліджень Антіпіним Є.В. вперше обгрунтовано розробку технології КСЗО рейок конверторного виробництва із сталей евтектоїдного класу, зокрема термічнозміцнених рейок К76Ф, R350НТ. Показано, що величина енерговкладення Q може бути використана у якості комплексного параметра, який враховує вплив всіх енергетичних параметрів процесу КСЗО на розподіл температур та структуру металу в зоні з'єднання.

Антіпіним Є.В. розроблено технологію КСЗО рейок конверторного виробництва К76Ф, яку за безпосередньою участю здобувача успішно впроваджено на рейкозварювальних підприємствах (РЗП) АТ «Укрзалізниця». Удосконалено систему управління процесом КСЗО для мобільних і стаціонарних рейкозварювальних машин, які використовуються на РЗП АТ «Укрзалізниця».

Антіпіним Є.В. отримано акти технологічних випробувань розробленої технології на Київському РЗП, які засвідчують, що всі зварні стики, виконані на пересувних комплексах ПРЗМ №38 і КСМ005, оснащених мобільними рейкозварювальними машинами К900М і К922, відповідають вимогам Технічних умов ТУ У 24.1-40075815-002:2016.

Повнота викладу результатів роботи в наукових фахових виданнях.

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 28 наукових праць, із яких 15 - статті у наукових фахових виданнях України і періодичних виданнях іноземних держав, 1 – стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus, 1 патент України на винахід, та 12 публікацій у матеріалах міжнародних конференцій.

Перелік робіт в яких опубліковано основні положення дисертації

1. Кучук-Яценко, С., Швець, В., Дидковський, А., Антипін Е. (2016). Влияние неметаллических включений рельсовой стали на формирование сварного соединения. *Автоматическая сварка*. (5-6), 28–32.

2. Кучук-Яценко, С., Дидковский, А., Швец, В., Руденко, П., Антипин, Е. (2016). Контактная стыковая сварка высокопрочных рельсов современного производства. *Автоматическая сварка*. (5-6), 7–16.

3. Кучук-Яценко, С., Руденко, П., Гавриш, В., Дидковский, А., Антипин, Е. (2016). Статистическое управление процессом контактной стыковой сварки рельсов. Двухуровневая система управления. *Автоматическая сварка*. (5-6), 17–20.

4. Kuchuk-Yatsenko, S., Shvets, V., Didkovsky, A., Rudenko, P., Antipin, E. (2016). Flash-butt welding of high-strength rails. *Mining – Informatics, Automation and Electrical Engineering*. (528), 40–47.

5. Руденко, П., Гавриш, В., Кучук-Яценко, С., Дидковский, А., Антипин, Е. (2017). Влияние параметров процесса стыковой контактной сварки оплавлением на прочностные характеристики стыков железнодорожных рельсов. *Автоматическая сварка*. (5-6), 87–90.

6. Kuchuk-Yatsenko, S., Didkovsky, A., Antipin, E., Shvets, V., Wojtas, P., Kozłowski, A. (2017). Real-time operational control in information management system for flash-butt welding of rails. *Mining – Informatics, Automation and Electrical Engineering*. (529), 35–42.

7. Кучук-Яценко, С., Миленин, А., Великоиваненко, Е., Дидковский, А., Антипин, Е. (2018). Математическое моделирование процесса нагрева металла при контактной стыковой сварке непрерывным оплавлением. *Автоматическая сварка*. (10), 3–10.

8. Кучук-Яценко, С., Антипин, С., Дідковський, О., Швець, В., Кавуніченко, О. (2020). Оцінка якості зварних з'єднань високоміцних залізничних рейок сучасного виробництва з урахуванням вимог українського та європейського стандартів. *Автоматическая сварка*. (7), 3–11.

9. Kuchuk-Yatsenko, S., Rudenko, P., Gavrish, V., Didkovsky, A., Antipin, Y. та Ziakhor, I. (2020). Operational control as a means of the evaluation of quality of welded connections for flash-butt welding of modern high-strength steels. *Science and Innovation*. 16, 72–78.

10. Антипин, С., Дідковський, О., Зяхор, І., Кавуніченко, О., Самотрясов, С. Технологія контактного стикового зварювання оплавленням залізничних рейок високої та надвисокої зносостійкості. У: *Матеріали 11 міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості і технологічних процесів та систем», 26 травня 2021, Чернігів, Україна*. с. 72.

11. Кучук-Яценко, С., Руденко, П., Дідковський, О., Левчук, А. Математичне моделювання процесу нагріву металу при контактному стиковому зварюванні безперервним оплавленням. У: *Матеріали міжнародної конференції «Сучасні технології з'єднання матеріалів», 31 травня 2021, Київ*, с. 33.

12. Руденко, П., Зяхор, І., Дідковський, О., Антипин, С., Шило, Ю. Міжнародні стандарти у програмі статистичного контролю процесу контактного

стикового зварювання оплавленням (КЗСО) залізничних рейок. У: *Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика: Матеріали 22-ї Міжнародної науково-практичної конференції, 5 жовтня 2022, Київ, Україна.* с. 51–55.

13. Антіпін, Є., Руденко, П., Дідковський, О. Контроль і регулювання електричних параметрів контактного стикового зварювання оплавленням (КЗСО) в системі управління процесом. У: *Матеріали міжнародної конференції «Сучасні технології з'єднання матеріалів», 31 травня 2021, Київ, Україна.* с. 34.

14. Кучук-Яценко, С., Руденко, П., Дідковський, О., Антіпін, Є. (2021). Операційний контроль процесу контактного стикового зварювання залізничних рейок методом пульсуючого оплавлення. *Автоматическая сварка.* (5), 8–14.

15. Руденко, П., Антіпін, Є., Дідковський, О., Зяхор, І., Кавуніченко, О. Контроль відповідності якості зварних з'єднань залізничних рейок вимогам діючих стандартів. У: *Матеріали 21-ї міжнародної науково-практичної конференції «Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика», 6 вересня 2021, Одеса, Україна.* с. 72–76.

16. Antipin, E., Ziakhor, I., Didkovsky, O., Kavunichenko, O. Technologies of flash-butt welding of modern rails based on pulsating flashing process. У: *Матеріали 22-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Інженерія поверхні та реновація виробів», 15 червня 2022, Київ, Україна.* с. 3–7.

17. *Машина для контактного стикового зварювання рейок* : пат. №151797 Україна. № u202200146 ; заявл. 14.01.2022 ; опубл. 14.09.2022.

18. Руденко, П., Зяхор, І., Дідковський, О., Антіпін, Є. (2022). Програма статистичного контролю процесу контактного стикового зварювання оплавленням залізничних рейок. *Автоматичне зварювання.* (11), 28–35. Режим доступу: doi: 10.37434/as2022.11.04

19. Зяхор, І., Антіпін, Є., Дідковський, О., Кавуніченко, О., Левчук, А., Шило, Ю., Truska Yап. (2023). Сучасні технології зварювання залізничних рейок (огляд). *Автоматичне зварювання.* (4), 5–17. Режим доступу: doi: <https://doi.org/10.37434/as2023.04.01>.

20. Антіпін, Є., Зяхор, І., Дідковський, О., Кавуніченко, О., Левчук, А., Шило, Ю. (2023). Технологія контактного стикового зварювання оплавленням термічнозмцнених рейок. У: *Матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції. 25 - 26 травня 2023 р., Чернігів, Україна,* с 91.

21. Антіпін, Є., Зяхор, І., Міленін, О. (2023). Розрахунково-експериментальне дослідження термічних циклів контактного стикового зварювання оплавленням залізничних рейок. У: *Матеріали 23-ї міжнародної науково-технічної конференції. 20–22 червня 2023 р. м. Київ.* с. 92.

ВИРІШИЛИ

Виходячи з аналізу вищенаведених робіт, можна зробити висновок про успішне виконання встановлених вимог щодо необхідної кількості наукових публікацій перед представленням дисертаційної роботи Євгена АНТІПІНА до захисту, а також про достатню повноту висвітлення наукових та практичних результатів в опублікованих матеріалах.

Розглянута дисертація Євгена АНТІПІНА за темою «Технологія контактного стикового зварювання оплавленням залізничних рейок конверторного виробництва», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 «Матеріалознавство», є завершеним науковим дослідженням і відповідає вимогам, викладеним у постанові КМУ від 12 січня 2022 р. № 44 «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії». Робота містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які мають певне науково-практичне значення в галузі матеріалознавства, вона базується на достатній кількості наукових публікацій, не містить текстових запозичень без посилання на джерело (плагіату), і може бути прийнята до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 «Матеріалознавство».

Голова семінару
чл.-кор. НАН України

Віктор ШАПОВАЛОВ

Секретар семінару
к.т.н.

Олександр КАВУНІЧЕНКО

Учений секретар Інституту
електрозварювання ім. Пяткова НАНУ
І.М. Ключков

