

ЕТАПИ ВІДПРАЦЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ АЕ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ ЗВАРЮВАННЯ

С.А. Недоска, М.А. Яременко, М.А. Овсієнко, В.В. Долиненко, В.М. Ващенко

ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: inpat59@ukr.net

Проведення контролю якості зварювання безпосередньо під час його виконання дозволяє своєчасно усунути виявлені недоліки. Це скорочує час на виготовлення якісних зварних з'єднань і зменшує матеріальні витрати за рахунок своєчасного внесення корегувань у процес зварювання. Активно використовується з цією метою й метод АЕ. Розробляються різні еталони якісних зварних з'єднань на базі зареєстрованих АЕ сигналів. Такі дослідження проводяться в ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України. Це стає особливо актуальним у період швидкого відновлення та ремонту промислових об'єктів у сучасних умовах, а завданням для фахівців є забезпечення надійного та економічно ефективного виявлення дефектів зварних швів. У статті розглянуто результати першого етапу застосування систем АЕ контролю ЕМА під час процесу електрозварювання з використанням різних режимів налаштування обладнання. Проаналізовано особливості виникнення сигналів АЕ та розподілу їхніх параметрів під час зварювання та охолодження зразків. Визначено необхідні доопрацювання підходів до проведення подальших досліджень, що є необхідними для зміни програмного забезпечення систем АЕ контролю типу ЕМА. Бібліогр. 13, рис. 15.

Ключові слова: електрозварювання, охолодження, АЕ технологія, зварювальний робот

Вступ. Використання методу АЕ для виявлення у процесі електрозварювання дефектів, що розвиваються, стикаються з серйозними складнощами, викликаними температурним впливом і значними шумами. Визначення координат таких дефектів внаслідок багатомодовості сигналів АЕ і не врахування впливу конструктивних особливостей конструкцій дає значні похибки. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки спеціальної методики, перетворювачів АЕ та внесення змін у ПЗ систем АЕ, що дозволять діагностувати конструкції з урахуванням специфіки їхніх форм і розмірів.

Ефективність застосування методу АЕ для оцінки якості електрозварювання визначається, перш за все, можливістю достовірної розшифровки сигналів АЕ, що, у свою чергу, вимагає вирішення двох взаємопов'язаних завдань: виявлення сигналів від дефектів в умовах технологічних перешкод та ідентифікації дефектів і оцінки їхніх параметрів на основі зареєстрованих сигналів [1, 2]. Проведення оцінки якості зварювання (зварного шва) вже на етапі його виконання дозволяє економити час і ресурси за рахунок своєчасного внесення корегувань у процес зварювання.

З метою оперативної оцінки стану промислових виробів (якості виконання технологічних процесів) безпосередньо під час проведення АЕ контролю в сучасних АЕ системах реалізовано різні критерії, які сформульовано на базі обробки великої кількості експериментальних даних. У

системах типу ЕМА обробка даних базується на розпізнаванні образів і реалізовано систему трьох попереджень щодо стану конструкції із визначенням її залишкового ресурсу [3]. Наприклад, у системі MONPAC (MISTRAS Group Acoustic Emission Inspection) [4] використовується метод класифікації АЕ сигналів, заснований на таких параметрах, як «силовий індекс» (severity) та «інтенсивність» (intensity). Є основні та додаткові критерії. До основних відноситься критерій, що враховує емісію протягом витримок тиску, що є особливо важливим, оскільки емісія під час витримок сигналізує про наявність процесів плинності або небезпечність через повзучість або підростання дефектів. Під час витримок шуми заповнення та інші сторонні шуми зазвичай є мінімальними. Також критерій, заснований на швидкості рахунку, є мірою загальної активності. Він є особливо важливим при визначенні широко розповсюджених пошкоджень, таких як сильна корозія або корозійне розтріскування під час навантаження. Критерій, заснований на кількості імпульсів, надає інформацію щодо розміру та небезпечності дефектної зони. Він є особливо важливим для об'єктів, що знаходяться в експлуатації, коли імпульси на рівні нижче за робочий сигналізують про наявність серйозних дефектів. Важливим є й критерій, що враховує високоамплітудні імпульси, які часто супроводжують зростання тріщин. Також підвищення амплітуд імпульсів свідчить про серйозні дефекти структури та часто супроводжує зростання втомних тріщин через початкові дефекти зварювання. Контроль якості під час виконання власне проце-

Авторське право © Автор(и)

© Видавець ТОВ «ВИДАВНИЧИЙ ДІМ» ПАТОН», 2026

Ця стаття у відкритому доступі за ліцензією CC BY-NC-ND <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

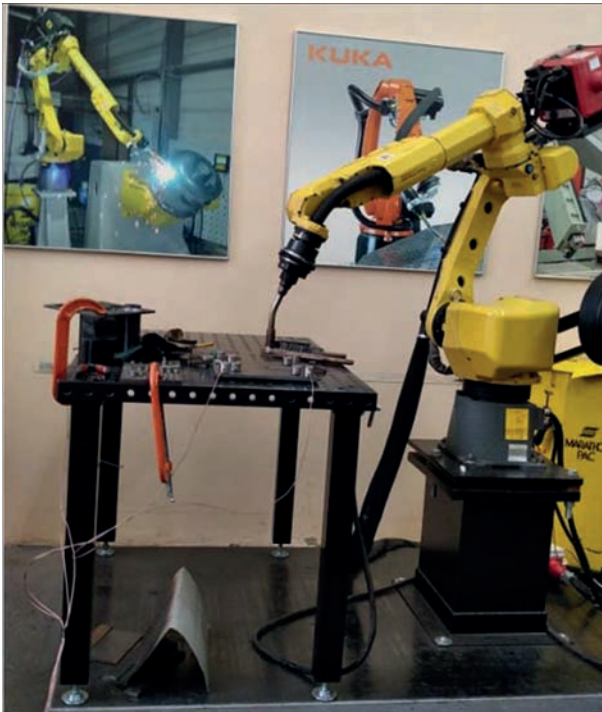


Рис. 1. Обладнання для проведення електрозварювання

су електрозварювання допоможе уникнути цих дефектів. Роботи фахівців показують, що з використанням методу АЕ можна не тільки виявляти дефекти зварного шва у режимі реального часу, але й надати їм оцінку на основі отриманих даних [5–7].

Як показали попередні експериментальні дослідження, за наявності у випробуваних зразках зварного з'єднання воно й є основним джерелом АЕ [8, 9]. Кількість подій АЕ у зразках зі зварним з'єднанням, як правило, перевищує таку ж у суцільних зразках. Процес руйнування зварних зразків вирізняється рівномірнішою за часом активністю АЕ для зразків із найбільшим об'ємом матеріалу зварного з'єднання і менш рівномірною – для зразків із найменшим об'ємом матеріалу зварного з'єднання. Для зразків зі зварними з'єднаннями характерною є більша різноманітність одержуваної картини часового розподілу АЕ, амплітудних та інших характеристик, ніж для зразків без зварювання, що свідчить про вплив якості зварного з'єднання на кількість внесених ним у матеріал пошкоджень.

На підставі проведеного аналізу існуючих рішень у галузі АЕ контролю зварних з'єднань і процесу електрозварювання, а також вивчення характеристик АЕ обладнання, що застосовується для таких досліджень, роботи виконуються з використанням системи технічної діагностики на базі приладу ЕМА-4 [3]. Система має роздільну здатність не менше за 125 нс та кілька ступенів відбракування шумів – аналоговий і цифровий у приладі та програмний, що дає додаткові можливості отримати якісніші результати при випробуваннях. Як ві-

домо, під час роботизованого електрозварювання необхідно контролювати формування таких дефектів як: виникнення пористості, підрізи, включення, надмірна асиметрія кутових швів, непровари, надмірні бризки та несплавлення [2, 10–13].

Метою роботи є відпрацювання технології АЕ контролю та моніторингу під час проведення електрозварювання, що є особливо актуальним на сьогодні з урахуванням необхідності ремонту та відновлення зруйнованого промислового обладнання під час виготовлення, після ремонту або запуску промислових виробів підвищеної безпеки та відповідно до затвердженої наукової роботи «Визначення методом акустичної емісії якості зварних з'єднань у процесі зварювання» (КПКВК 6541030). Роботи проводяться щодо розвитку попередніх досліджень, що виконуються в ІЕЗ ім. Є.О. Патона поетапно.

На першому етапі для відпрацювання методики АЕ контролю якості процесу електрозварювання (наплавлення) використовували зварювальний робот, що працює у різних режимах, і зразок – металеву пластину зі сталі 09Г2С розміром 275×307×10 мм із вже наявним зварним швом приблизно посередині зразка (рис. 1). Для визначення акустичних властивостей матеріалу, а саме: швидкості та коефіцієнтів загасання хвиль, імпедансу матеріалу, параметрів об'єкта як акустичного каналу та АЕ параметрів проведено попереднє АЕ дослідження на вибраному зразку (без навантаження).

Для успішного проведення досліджень в умовах підвищених температур із урахуванням особливостей процесу електрозварювання значна увага приділяється датчикам АЕ, оскільки вони є одними з основних елементів технічних засобів АЕ контролю, визначають чутливість контролю та робочий частотний діапазон. Проведено перевірку роботи та визначено оптимальні характеристики розроблених в ІЕЗ ім. Є.О. Патона датчиків АЕ, зокрема встановлено, що датчики є температурно-стабільними у діапазоні температур, які можуть досягатися при проведенні експерименту, а коефіцієнт електроакустичного перетворення не змінюється більш ніж на 3 дБ у цьому діапазоні температур. Датчики закріплювались на поверхні зразка з використанням магнітного тримача, що дозволяє швидко та надійно забезпечити встановлення та фіксацію датчика на об'єкті дослідження, та з використанням спеціально розробленого електроізоляційного покриття на протектор (на місця контакту) датчиків із нагрітою пластиною (зразком). Результати проведених досліджень характеристик різних варіантів датчиків АЕ та їхній вплив на точність і результативність

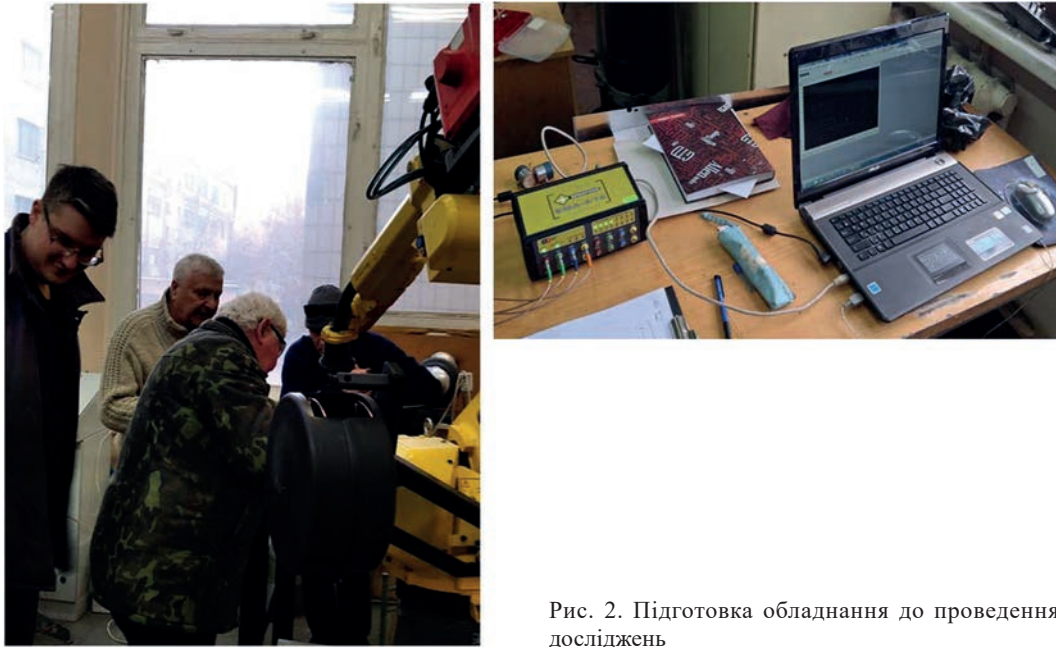


Рис. 2. Підготовка обладнання до проведення досліджень

досліджень будуть наведені в окремій статті. Проведені попередні дослідження показали, що датчики з магнітним тримачем і датчики з нанесеним спеціальним покриттям для роботи в умовах підвищених температур стабільно приймали всі сигнали АЕ від імітаторів, у якості яких виступали як самі датчики АЕ, так і стандартні імітатори сигналів АЕ.

Для отримання максимально повної інформації під час електрозварювання на поверхні зразка встановлювали чотири датчики АЕ результатів експериментів і використовували два варіанти програмного забезпечення (ПЗ) системи ЕМА, які відрізняються деякими можливостями аналізу отриманих даних. Так, розширеніший варіант ПЗ дозволяє в режимі реального часу отримати прогноз щодо стану контрольованого об'єкта та провести оцінку залишкового ресурсу конструкцій, а також дослідити зміни розподілу параметрів акустичної емісії [2, 11, 13].

АЕ дослідження (контроль) проводили як безпосередньо під час виконання процесу електродугового зварювання (наплавлення), так і під час подальшого охолодження зразка.

Електрозварювання проводилось у двох режимах: MIG/MAG та MIGPMС (газ – чистий Ar 100 %). Підготовку обладнання до проведення досліджень та узгодження порядку проведення робіт наведено на рис. 2.

На першому етапі реєстрація АЕ інформації як під час самого процесу наплавлення, так і під час охолодження зварного шва (зразка) проводилась із використанням датчиків із магнітними тримачами (виконувалось наплавлення від правого краю зраз-

ка в напрямку центра – від датчиків №№ 3, 4 у напрямку датчиків №№ 1, 2).

Для відпрацювання технології АЕ контролю процес наплавлення виконувався кілька разів для перевірки зміни температури на різних відстанях від електрода робота та якості реєстрації датчиками АЕ інформації з об'єкта. Проводилось також визначення налаштувальних параметрів системи з використанням режиму автоматичного визначення рівня амплітудної дискримінації, швидкості розповсюдження сигналів у пластині, цифрових та аналогових фільтрів, додаткових математичних фільтрів.

Проведене вимірювання температури поверхні зразка під час пробних запусків робота показало, що процес наплавлення є короткотерміновим, у декілька секунд, і не призводить до підвищення температури самої пластини у місцях встановлення датчиків АЕ. Це гарантує стабільну роботу датчиків протягом усього процесу наплавлення (рис. 3).

На екрані АЕ системи ЕМА-4 фахівці відстежували появу подій АЕ та переміщення електрода робота під час виконання електрозварювання (наплавлення) (рис. 4). Результати експерименту детальніше вивчали після закінчення процесу електрозварювання з використанням режиму післяекспериментальної обробки інформації.

Детальнішу характеристику отриманої інформації наведено на нижче на рис. 5, 6. За результатами попередньої обробки найінформативнішими визнали графіки надходження в часі сумарної кількості зареєстрованих АЕ подій і зміни значення параметра Counts (рахунок імпульсів або кількість перевищень порога) – це базовий кількісний параметр сигналу, що дорівнює числу разів, коли амплітуда

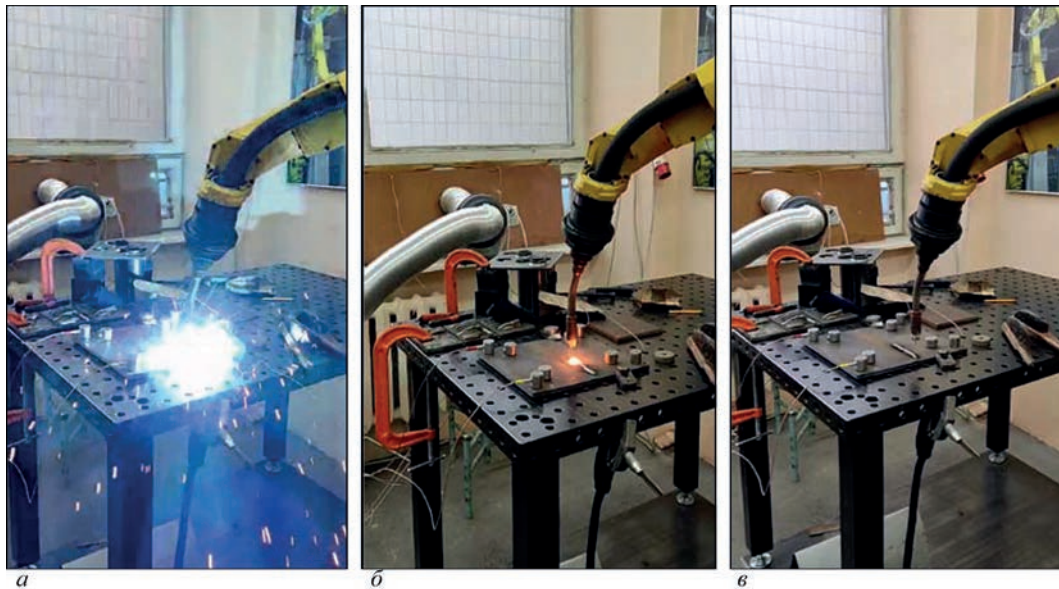


Рис. 3. Етапи проведення наплавлення під час досліджень (на фото підключені датчики АЕ з магнітним тримачем)

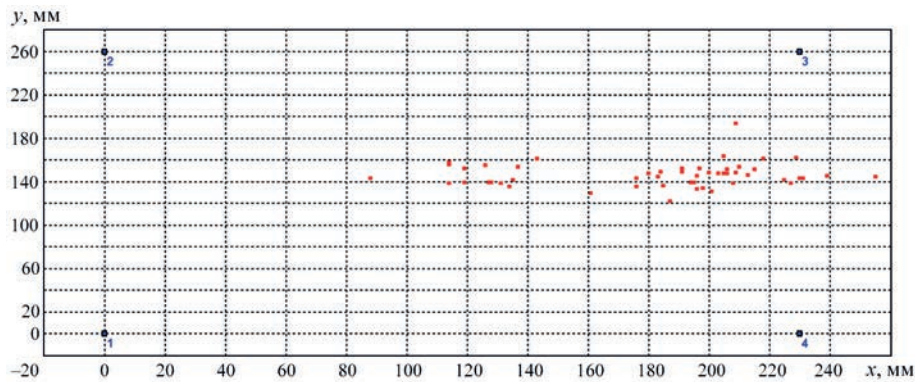


Рис. 4. Надходження АЕ інформації під час першого експерименту

сигналу АЕ перевищила встановлений пороговий рівень за час вимірювання; параметра Rise time (час наростання) – це часовий інтервал, що вимірюється від першого перевищення сигналом порогового рівня (початок сигналу) до досягнення максимальної амплітуди імпульсу; амплітуди зареєстрованих сигналів і рівня шуму по каналах.

Із графіка (рис. 5) видно, що сумарна кількість подій АЕ швидко зростає під час власне процесу електрозварювання, а також зазначається збіль-

шення кількості подій на деяких етапах охолодження зразка, що потребує збільшення часу контролю після завершення процесу зварювання та детальнішого дослідження окремих часових і температурних інтервалів.

Як видно з графіка (рис. 6), амплітуда сигналів АЕ є найбільшою безпосередньо під час процесу електрозварювання та досягає значних величин. Проте співвідношення сигнал/шум дозволяє формувати події АЕ.

Зареєстровані події АЕ під час повторного проходження робота (тим же шляхом) та відповідні графічні залежності наведено на рис. 7–9. Також збільшено час витримки після виконання власне наплавлення для оцінки сигналів АЕ, що продовжують надходити під час охолодження зразка. Графічні залежності побудовано для параметрів аналогічно до рис. 5, 6.

Аналіз отриманої інформації показав, що у процесі проведення наплавлення сигнали АЕ синхронно надходили до приладу АЕ та відображалися на екрані монітора системи у відповідності до переміщення пальника зварювального робота. Під

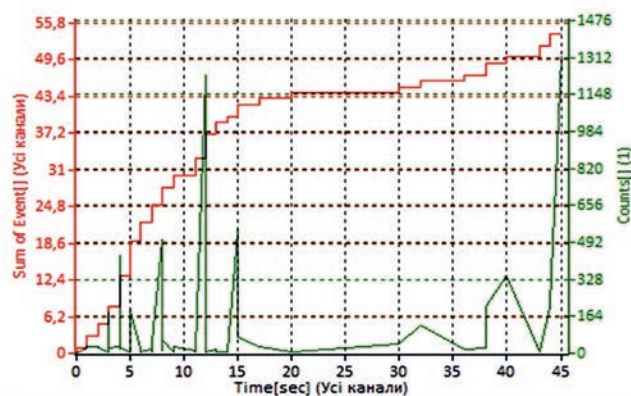


Рис. 5. Сумарна кількість зареєстрованих подій АЕ та зміна параметра Counts

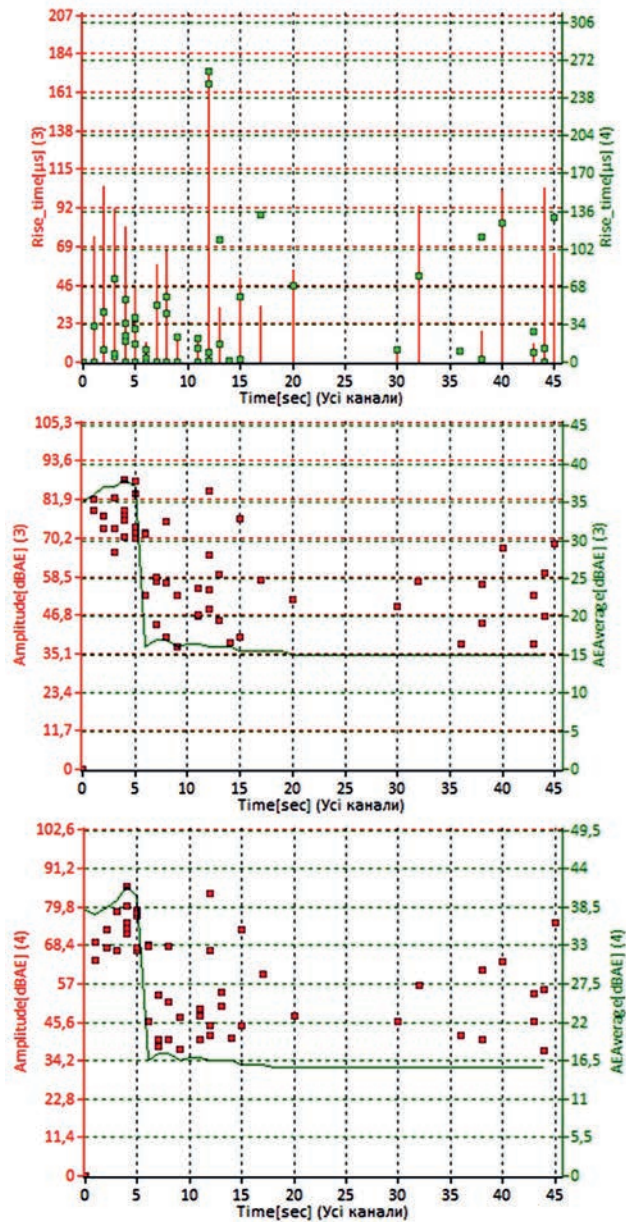


Рис. 6. Значення параметра Rise time та амплітуди сигналів АЕ та рівень неперервної емісії (для датчиків №№ 3, 4)

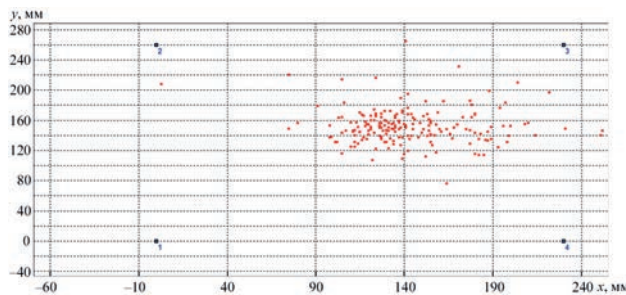


Рис. 7. Надходження АЕ інформації під час другого експеримента

час виконання власне наплавлення реєструвалася основна частина сигналів із високою амплітудою та визначались місця реєстрації (координати) цих сигналів. Також зазначено й надходження АЕ ін-

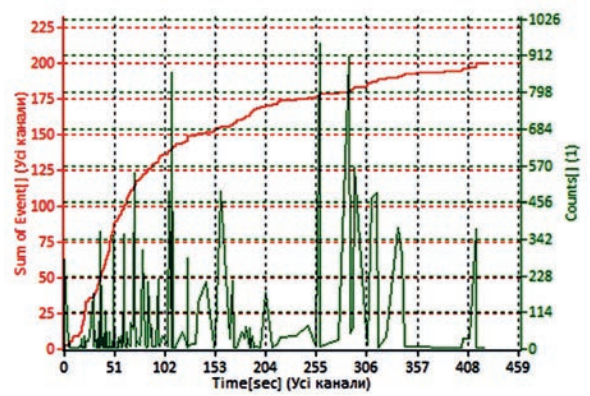


Рис. 8. Сумарна кількість зареєстрованих подій АЕ та зміна параметра Counts

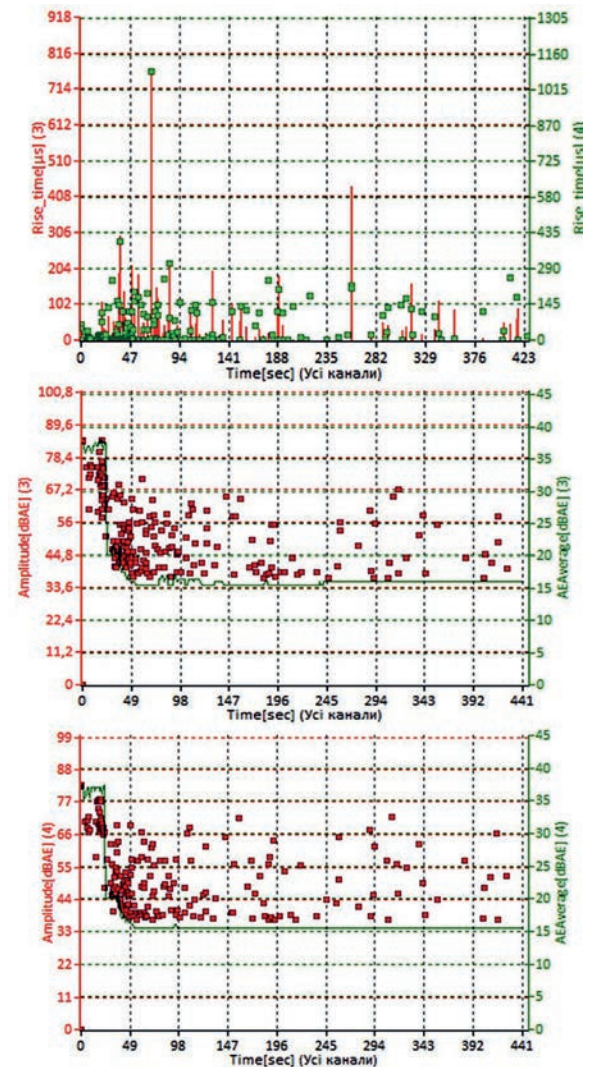


Рис. 9. Значення параметра Rise time та амплітуди сигналів АЕ та рівень неперервної емісії (для датчиків №№ 1, 2)

формації після закінчення процесу наплавлення – у процесі охолодження зразка.

Для подальшого відпрацювання методики проведення АЕ контролю якості зварювання реєстрація АЕ інформації як під час самого процесу наплавлення, так і під час охолодження зварного шва (зразка) проводилось із використанням датчиків зі

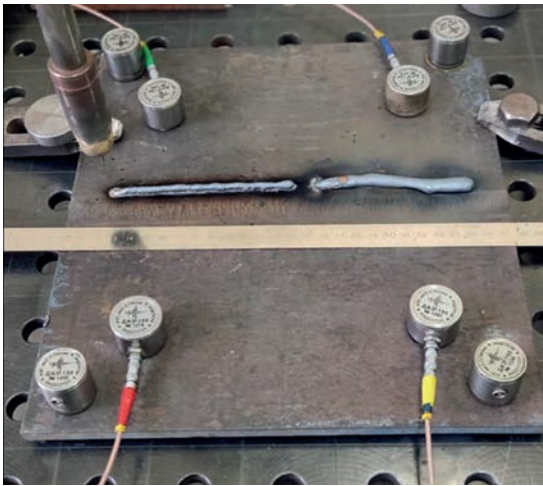


Рис. 10. Розміщення датчиків АЕ на зразку (підключені кабелями датчики – зі спеціальним покриттям; не підключені – на магнітах)

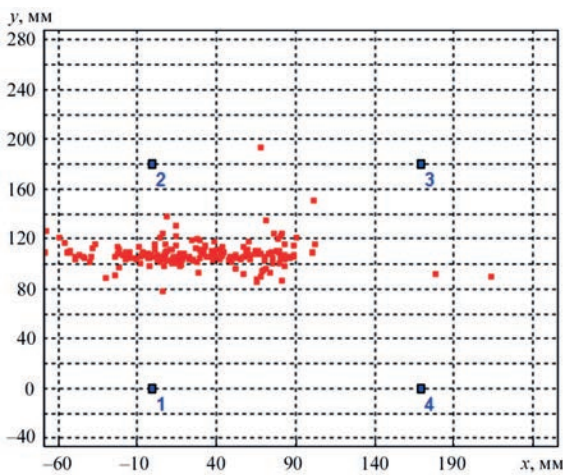


Рис. 11. Надходження АЕ інформації під час першого експерименту

спеціальним покриттям. Виконувалось наплавлення від центру до лівого краю зразка – у напрямку датчиків №№ 1, 2 (рис. 10). Отримані результати наведено на рис. 11–13.

Наплавлення в цьому випадку також виконували у кілька проходів із метою уточнення параметрів налаштування приладу та ПЗ, синхронності реєстрації АЕ інформації приладом АЕ та її відображення на екрані монітора. Результати одного з проходів наведено на рис. 14, 15.

Таким чином, під час проведення електрозварювання (наплавлення) була відпрацьована методика проведення АЕ досліджень, визначено вплив зміни налаштування системи АЕ, а саме, встановлення значень порогів по каналах АЕ з використанням режиму їхнього автоматичного визначення та перехід із аналогових до цифрових фільтрів, що дозволило підвищити точність визначення місць виникнення сигналів АЕ.

На підставі аналізу результатів проведених експериментальних досліджень були виконані та запропоновані наступні роботи: доопрацьовано та

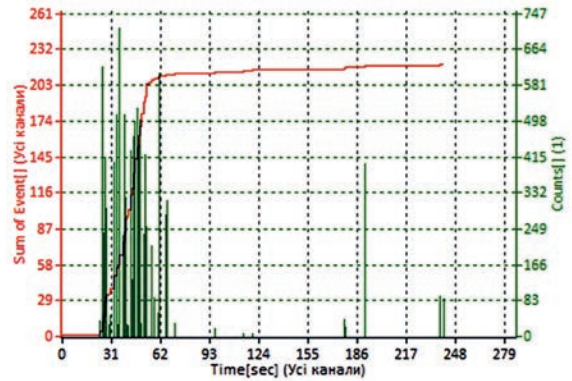


Рис. 12. Сумарна кількість зареєстрованих подій АЕ та зміна параметра Counts

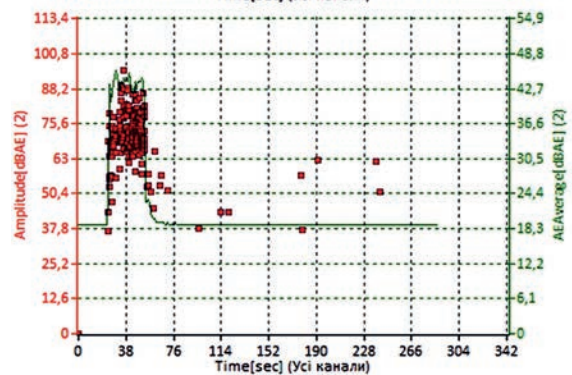
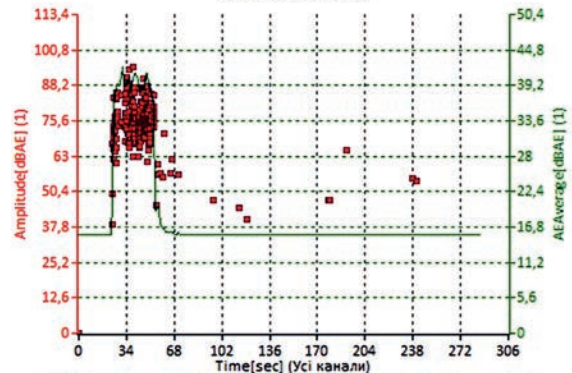
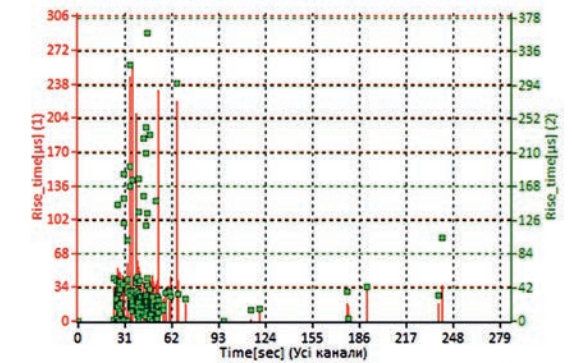


Рис. 13. Значення параметра Rise time та амплітуди сигналів АЕ та рівень неперервної емісії (для датчиків №№ 1, 2)

перевірено для контролю якості зварювальних процесів окремі елементи АЕ обладнання, математичне забезпечення системи, датчики АЕ; проведено їхню повірку, калібрування, виміряно АЧХ. Детальніше вивчено особливості зварювально-

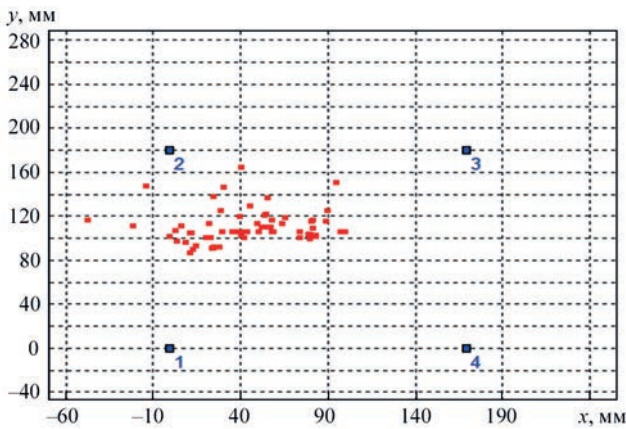


Рис. 14. Надходження АЕ інформації під час другого експерименту

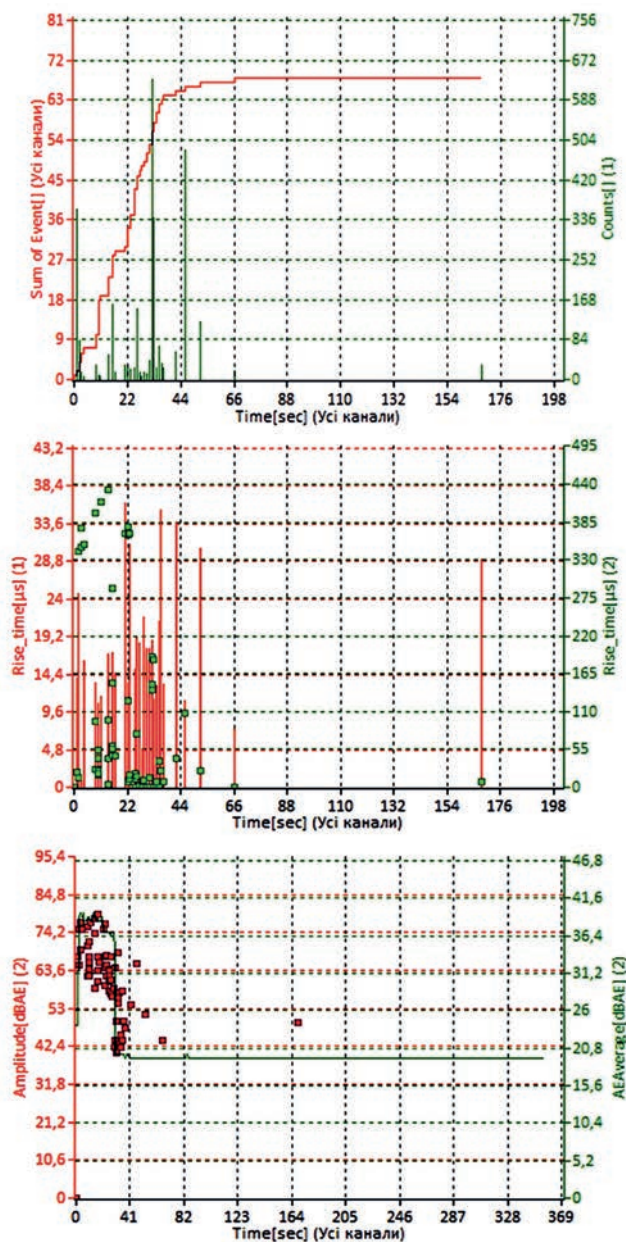


Рис. 15. Графічне представлення отриманих результатів під час другого експерименту

го обладнання, зокрема приладів роботизованого зварювання, наявних у відділі. Запропоновано конструкцію зразка для досліджень із урахуванням наявності зони високої температури, у якій розташування датчиків АЕ є небажаним. Визначено спосіб проведення подальших АЕ досліджень і параметри зварювального процесу, запропоновано початкові налаштування АЕ приладів.

Висновки

Проведені експериментальні дослідження показали, що вся інформація, отримана під час виконання зварювання, була коректно прийнята датчиками АЕ та передана на блок приймання та обробки системи АЕ. Під час контролю процесу охолодження зразка також надходила АЕ інформація та формувались окремі події АЕ. Координати сформованих АЕ подій відображались на екрані монітора системи ЕМА в реальному часі.

Виконані роботи показали високу ймовірність отримання принципово нових результатів для вивчення особливостей зварювальних процесів методом АЕ, а також доцільність продовження розпочатих досліджень.

Список літератури

1. Андрейків О.Є., Скальський В.Р., Сулим Г.Т. (2007) *Теоретичні основи методу акустичної емісії в механіці руйнування*. Львів, Сполом.
2. Недосека С.А., Недосека А.Я., Яременко М.А., Овсієнко М.А. та ін. (2019) Особливості АЕ діагностики. *Технологія, апаратура, алгоритми. Технічна діагностика та неруйнівний контроль*, 1, 3–12. DOI: <https://doi.org/10.15407/tdnk2019.01.01>
3. Недосека С.А., Яременко М.А., Овсієнко М.А., Долиненко В.В., Гур'янов О.М. (2025) Оцінка якості зварних з'єднань із використанням методу АЕ. *Технічна діагностика та неруйнівний контроль*, 4, 25–29. DOI: <https://doi.org/10.15434/tdnk2025.04.03>
4. <https://www.mistrasgroup.com/field-services/acoustic-diagnostics/monpac>
5. <https://bil-ibs.be/en/project/soundweld-quality-inspection-using-acoustic-emission-monitoring>
6. Soundararajan, V., Atharifar, H., Kovacevic, R. (2006) Monitoring and processing the acoustic emission signals from the friction-stir-welding process. *Proc. of the Institution of Mechanical Engineers, Pt B: J. of Engineering Manufacture*, 220(10). DOI: <https://doi.org/10.1243/09544054JEM586>
7. Qiang Zhu, Zaile Huang, Huan Li (2026) Research progress of acoustic monitoring technology in welding and additive manufacturing processes. *Micromachines*, 17(2), 246. DOI: <https://doi.org/10.3390/mi17020246>
8. Троицкий В.А. (2006) *Краткое пособие по контролю качества сварных соединений*. Киев, Феникс.
9. Иванов В.И., Белов В.М. (1981) *Акустико-эмиссионный контроль сварки и сварных соединений*. М., Машиностроение.
10. Abdul Kadir, M.H., Asmelash, M., Azhari, A. (2020) Investigation on welding distortion on stainless steel sheet using gas tungsten arc welding process. *Materials Today: Proceedings*, 46(4), 1674–1679. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.264>
11. Asif, K., Zhang, L., Derrible, S. et al. (2022) Machine learning model to predict welding quality using air-coupled acoustic emission and weld inputs. *J. of Intelligent Manufacturing*, 33, 881–895. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01667-x>
12. Yusof, M.F.M., Ishak, M., Ghazali, M.F. (2021) Acoustic methods in real-time welding process monitoring: Application and future potential advancement. *J. Mech. Eng. Sci.*, 15(4), 8490–8507. DOI: <https://doi.org/10.15282/jmes.15.4.2021.03.0669>

13. Недосека С.А., Недосека А.Я., Яременко М.А., Овсієнко М.А. та ін. (2022) Оцінка можливості застосування зміни розподілу параметрів акустичної емісії для удосконалення визначення стану матеріалів. *Технічна діагностика та неруйнівний контроль*, **1**, 31–38. DOI: <https://doi.org/10.37434/tdnk2022.01.03>

References

1. Andreykiv, O.E., Skalskyi, V.R., Sulym, G.T. (2007) *Theoretical foundations of the acoustic emission method in fracture mechanics*. Lviv, Spolom [in Ukrainian].
 2. Nedoseka, S.A., Nedoseka, A.Ya., Yaremenko, M.A., Ovsienko, M.A., Boichuk, O.I., Voloshkevich, I.G. (2019) Features of AE diagnostics. Technology, instrumentation and algorithms. *Technical Diagnostics and Non-Destructive Testing*, **1**, 3–12 [in Russian]. DOI: <https://doi.org/10.15407/tdnk2019.01.01>
 3. Nedosiaka, S.A., Yaremenko, M.A., Ovsienko, M.A., Dolynenko, V.V., Hurianov O.M. (2025) Assessment of the quality of welded joints using the AE method. *Technical Diagnostics and Non-Destructive Testing*, **4**, 25–29 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.37434/tdnk2025.04.03>
 4. <https://www.mistrasgroup.com/field-services/acoustic-diagnostics/monpac>
 5. <https://bil-ibs.be/en/project/soundweld-quality-inspection-using-acoustic-emission-monitoring>
 6. Soundararajan, V., Atharifar, H., Kovacevic, R. (2006) Monitoring and processing the acoustic emission signals from the friction-stir-welding process. *Proc. of the Institution of Mechanical Engineers, Pt B: J. of Engineering Manufacture*, **220(10)**. DOI: <https://doi.org/10.1243/09544054JEM586>

7. Qiang Zhu, Zaile Huang, Huan Li (2026) Research progress of acoustic monitoring technology in welding and additive manufacturing processes. *Micromachines*, **17(2)**, 246. DOI: <https://doi.org/10.3390/mi17020246>
 8. Troitsky, V.A. (2006) *Brief guide to quality control of welded joints*. Kyiv, Phoenix [in Russian].
 9. Ivanov, V.I., Belovm V.M. (1981) *Acoustic emission testing of welding and welded joints*. Moscow, Mashinostroenie [in Russian].
 10. Abdul Kadir, M.H., Asmelash, M., Azhari, A. (2020) Investigation on welding distortion en stainless steel sheet using gas tungsten arc welding process. *Materials Today: Proceedings*, **46(4)**, 1674–1679. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.264>
 11. Asif, K., Zhang, L., Derrible, S. et al. (2022) Machine learning model to predict welding quality using air-coupled acoustic emission and weld inputs. *J. of Intelligent Manufacturing*, **33**, 881–895. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01667-x>
 12. Yusof, M.F.M., Ishak, M., Ghazali, M.F. (2021) Acoustic methods in real-time welding process monitoring: Application and future potential advancement. *J. Mech. Eng. Sci.*, **15(4)**, 8490–8507. DOI: <https://doi.org/10.15282/jmes.15.4.2021.03.0669>
 13. Nedoseka, S.A., Nedoseka, A.Ya., Yaremenko, M.A., Boichuk, O.I., Ovsienko, M.A. (2022) Evaluation of the possibility of applying a change in the distribution of acoustic emission parameters to improve determination of material state. *Technical Diagnostics and Non-Destructive Testing*, **1**, 31–38 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.37434/tdnk2022.01.03>

STAGES OF DEVELOPMENT OF AE CONTROL TECHNOLOGY FOR WELDING PROCESSES

S.A. Nedosiaka, M.A. Yaremenko, M.A. Ovsienko, V.V. Dolynenko, V.M. Vashchenko

E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine. 11 Kazymyr Malevych Str., 03150, Kyiv, Ukraine.
 E-mail: inpat59@ukr.net

Carrying out quality control of welding directly during its performance allows timely elimination of identified deficiencies. This shortens the time for making quality welded joints and reduces material costs by making timely adjustments to the welding process. The AE method is also actively used for these purposes. Various standards of high-quality welded joints are being developed based on registered AE signals. Such studies are also conducted at the E.O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine. This becomes particularly relevant in a period of rapid rehabilitation and repair of industrial sites in modern conditions, and the challenge for professionals is to ensure reliable and cost-effective detection of weld defects. The article examines the results of the first stage of the application of AE systems EMA during the electric welding process using different equipment adjustment modes. The peculiarities of the occurrence of AE signals and the distribution of their parameters during welding and cooling of samples are analyzed. Necessary refinements of approaches to further research have been determined, and changes to the software of AE systems EMA are necessary. 13 Ref., 15 Fig.

Keywords: electric welding, cooling, AE technology, welding robot

ORCID

Недосека С.А. – <https://orcid.org/0000-0001-9036-1413>, Яременко М.А. – <https://orcid.org/0000-0001-9973-4482>, Овсієнко М.А. – <https://orcid.org/0000-0002-2202-827X>, Долиненко В.В. – <https://orcid.org/0000-0002-8001-1337>, Ващенко В.М. – <https://orcid.org/0009-0008-1476-3689>

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

АВТОР ДЛЯ ЛІСТУВАННЯ

Яременко М.А.

ІЕЗ ім. С.О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11.

E-mail: inpat59@ukr.net

РЕКОМЕНДОВАНЕ ЦИТУВАННЯ

С.А. Недосека, М.А. Яременко, М.А. Овсієнко, В.В. Долиненко, В.М. Ващенко (2026) Етапи відпрацювання технології АЕ контролю процесів зварювання. *Технічна діагностика та неруйнівний контроль*, **02**, 36–43. DOI: <https://doi.org/10.37434/tdnk2026.02.04>

ГОЛОВНА СТОРІНКА ЖУРНАЛУ

<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/tdnk>

Отримано 04.05.2026

Отримано у переглянутому вигляді 29.05.2026

Підписано до друку 08.06.2026

Оприлюднено 30.06.2026