

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Разова спеціалізована вчена рада Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України прийняла рішення про присудження **Ілляшенку Євгенію Володимировичу** ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» на підставі прилюдного захисту дисертації «Гібридне зварювання сталей з використанням плазмової дуги та випромінювання волоконного лазера», за спеціальністю 132 «Матеріалознавство».

« 17 » жовтня 2023 року

Ілляшенко Євгеній Володимирович, 1996 року народження, громадянин України.

Освіта вища: закінчив у 2018 році Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» МОН України за спеціальністю «Прикладна механіка».

31 жовтня 2023 року закінчить аспірантуру Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Дисертацію виконано в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Науковий керівник – Коржик Володимир Миколайович, член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу № 21 «Електротермічні процеси обробки матеріалів» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Здобувач має 32 роботи, з яких 6 статті в фахових наукових виданнях України, 5 статті у виданнях інших держав та 4 статті в журналах, які входять до наукометричної бази «SCOPUS», 15 публікацій у матеріалах міжнародних конференцій 1 патент України на винахід та 1 патент на корисну модель, зокрема:

1. Volodymyr Korzhyk, Vladyslav Khaskin, Andrii Grynyuk, Sviatoslav Peleshenko, Viktor Kvasnytskyi, Nataliia Fialko, Olena Berdnikova, **Illiashenko Yevhenii**, Volodymyr Shcheretskiy, Yuhui Yao. Comparison of the features of the formation of joints of aluminum alloy 7075 (Al-Zn-Mg-Cu) by laser, microplasma, and laser - microplasma welding Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, №12 (115), 2022, - P. 38-47. (Scopus)

2. Korzhyk V., Khaskin V., Perepychay A., **Illiashenko. E.**, Peleshenko S. Forecasting the results of hybrid laser-plasma cutting of carbon steel. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, № 21 (104), 2020. – P. 6-14. (Scopus).

3. В.М. Коржик, В.Ю. Хаскін, А.А. Гринюк, **Є.В. Ілляшенко**, А.В. Бернацький, С.І. Пелешенко. Особливості лазерно-плазмового зварювання корозійностійкої сталі AISI 304 з використанням лазера. Журнал «Автоматичне зварювання», № 12, 2021, – P. 18-26.

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради:

Жерносеков Анатолій Максимович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, оцінка позитивна без зауважень.

Лихошва Валерій Петрович, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу «Концентрованих енергетичних впливів» Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України, оцінка позитивна із зауваженнями:

1. При дослідженнях синергетичного ефекту недостатньо уваги приділено впливу розподілу концентрації енергії на поверхні. Зокрема якщо в умовах плазмового джерела можливий лише Гаусовський розподіл енергії, то при лазерному можливо використовувати і другі розподіли.

2. На мій погляд недостатньо систематично розглянуто вплив особливостей фокусування лазерного променя у гібридному зварному процесі, зокрема взаємодія лазерного променя з поверхнею зразка в дофокусної, фокусної та зафокусної областях дії.

3. Дослідження впливу довжини хвилі на прояву синергетичного ефекту та різні технологічні фактори розглянуто в достатньо вузькому діапазоні (0,808...0,97 - 1,07 мкм), що розкриває тики частину явища.

4. На базі практичних досліджень отримано загальний результат застосування випромінювання волоконного лазера по зрівнянню з використанням випромінювання діодного та Nd:YAG лазерів у лазерно-плазмовому зварюванні як найбільш ефективний з позицій глибини проплавлення і підвищення ефективності процесу, однак причини цих переваг не з'ясовані.

5. По тексту дисертації спостерігаються ненаукові порівняльні вирази. Наприклад, ... в металі зварних швів утворюється приблизно однакова за розмірами кристалітів структура (сторінка 180). Відсутні чисельні показники.

6. Ряд рисунків представлено на іноземній мові (англійській).

7. На рис. 3.9, 3.10, 3.11 не вистачає позначень видів проварів в пластині зі сталі AISI304 (лазерних, плазмових або лазерно-плазмових).

8. При більшій кількості висновків по главам ряд з них носить декларативний характер. Наприклад, висновки до розділу 4: пункти 1 і 2; висновки до розділу 5: пункти 1 і 2.

Головко Леонід Федорович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри лазерної техніки та фізико-технічних технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, оцінка позитивна із зауваженнями:

1. На відміну від гібридного зварювання з використанням випромінювання CO₂-лазера, при гібридному зварюванні із використанням випромінювання волоконного лазера, плазмова складова, спираючись на інформацію наведену в дисертації, незначно впливає на глибину проплавлення. Це ствердження потребує пояснення. При дії лазерного випромінювання на розплав, утворений плазмовою дугою, різко збільшується градієнт температур, що обумовлює підвищення швидкості циркуляції розплаву і інтенсивності поглинання ним енергії плазми. Глибина проплавлення повинна зростати,

причому ще більше, чим при дії випромінення CO₂ лазера, оскільки випромінення з цією довжиною хвилі краще поглинається металами навіть при наявності турбулентності розплаву.

2. В роботі наведені дані, які свідчать про те, що передача енергії плазми електричної дуги металу при комбінованій дії з лазерним 10 випромінюванням відбувається більш ефективно, чим без лазерного опромінювання. Цей факт дійсно має місце, але потребує обґрунтування.

3. Яке співвідношення енергії лазерного випромінення і плазмової дуги є оптимальним при зварюванні мало вуглецевих, легованих і високолегованих нержавіючих сталей. Є різниця?. Як що є, то в чому вона полягає.

4. В роботі відмічається, що при гібридному процесі в зварному шві спостерігається в ~1,7 рази збільшення видовження зерен та підвищення мікротвердості (на 20...40%) у порівняно із лазерним зварюванням, але пояснення чому це так, немає, хоча це не так очевидно.

5. При зварюванні використовуються лазерні пучки з різним розподілом інтенсивності випромінення в зоні фокусування у залежності від конструкції системи фокусування (лінзова, дзеркальна). Яка система фокусування найбільш ефективна при гібридному лазерно - плазмовому зварюванні?

6. В тексті дисертації є помилки (стор. 4, 5, 31 і т.д.; невдалі стилістичні вирази (Як слідує ...) стор.36; «Під час лазерного цей лазер продемонстрував...» стор.31; занадто точні дані «спостерігається збільшення в 2,06-2,25 рази площі поперечного перерізу провару» стор.3 і таке інше.

Костін Валерій Анатолійович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, оцінка позитивна із зауваженнями:

1. Актуальність роботи сформульована не досить чітко. Актуальність роботи не може бути пов'язана з тим, що проводиться мало досліджень гібридного лазерно-плазмового зварювання сталей з використанням волоконного джерела лазерного випромінювання. Актуальність роботи повинна бути пов'язана з ПРОБЛЕМАМИ які ще розв'язані при використанні цього методу зварювання.

2. Мета дослідження. Автор вказує що «Мета роботи – дослідження спільного впливу випромінювання волоконного лазера і плазмової дуги на ефективність передачі тепла від джерела енергії, особливості структуроутворення зварних швів, особливості формування та розподілу напружено-деформованого стану та механічні властивості зварних з'єднань». Мені здається що, метою роботи не може бути – «дослідження». «Дослідження» – це шлях який використовує автор, а «мета роботи» - це вирішення конкретної практичної задачі шляхом дослідження спільного випромінювання волоконного лазера і плазмової дуги, дослідження особливостей структуроутворення, напружено-деформованого стану, механічних властивостей.

3. Методи дослідження. Все гарно. Використано багато методів дослідження. Особисто мені не вистачило використання методів рентгеноструктурного та методів дослідження структуроутворення, як зазначено

у меті роботи. На рис.2.12 приведено модернізований з цифровою системою реєстрації зображень оптичний мікроскоп Neophot -30 (а не Neophot -32).

4. Наукова новизна. Дуже широкі міркування, не можливо відразу зрозуміти сенс – що є головним. У четвертому пункті наукової новизни позначено « у шві ... отриманого лазерно-плазмовим способом, спостерігається формування безградієнтних комірчастих структур переважно рівноосної форми, а при лазерному зварюванні в металі шва формуються субструктури подовженої форми». Це важливо з матеріалознавчої точки зору, але чому так відбувається автор не пояснює.

5. Практичне значення. Дуже гарно. Отримано два патенти - на корисну модель та на винахід.

6. Структура дисертації. Структура дисертації побудована логічно та підпорядкована вирішенню мети роботи. Повний обсяг дисертації занадто великий - 219 сторінок.

7. Перший розділ. Більша частина першого розділу присвячена аналізу робіт присвячених процесу гібридного лазерно-плазмового зварювання (технології, обладнанню та режимам лазерно-плазмового зварювання) та аналізу синергетичного ефекту при гібридному зварюванні. Особисто мені у цьому розділі не вистачило аналізу мікроструктури, що формується при гібридних методах зварюванні. У чому їх особливості відносно мікроструктур, що формуються при традиційних методах зварювання? Як на мікроструктуру шва та металу ЗТВ впливає тип (склад) сталі, що зварюється?

8. Другий розділ. У роботі використано дві сталі Q235 та AISI304. Автор вказує, що сталь Q235 є аналогом сталі 09Г2С, сталь AISI304 – сталі 08Х18Н10Т. Але це не так. Сталь Q235 (виробництва КНР) є аналогом сталі Ст3кп або Ст3пс. А сталь AISI304 є аналогом сталі 08Х18Н10, тобто без титану!

9. Третій розділ присвячено дослідженню синергетичного ефекту при лазерно-плазмовому зварюванні з використанням волоконного лазера. Отримано дуже цікаві та важливі результати. Автор вказує «Наявність синергетичного ефекту при лазерно-плазмовому зварюванні забезпечують підвищене вкладення теплової енергії, гідродинаміка зварювальної ванни і тиск плазмової дуги, яка подовжується і проникає у кейхол при глибокому лазерному зварюванні». Виникає декілька питань: звідки береться ця зайва тепла енергія? Як змінюється гідродинаміка ванни (швидкість рідкої ванни, температура, її взаємодія з кейхолом)? Чому підвищується тиск плазмової дуги, чому відбувається контрагування дуги на кейхолі?

10. Четвертий розділ присвячено дослідженню мікроструктури та властивостей зварних з'єднань. Нажаль у цьому розділі досліджено тільки зварні з'єднання нержавіючої сталі AISI304, яка має однорідну повністю аустенітну структуру. Не досліджено зварні з'єднання конструкційної вуглецевої сталі звичайної якості Q235 з ферито-перлітною структурою. Було би цікаво порівняти їх мікроструктуру після лазерно-плазмового зварювання. Також не зрозуміло, що це за друга фаза (чорні плями) з'являються у чисто аустенітній структурі металу шва (рис.3.55, рис.3.60, рис.3.64) після лазерно-плазмового зварювання?

11. Четвертий розділ. Математичне моделювання. Це дуже гарно, що автор намагається промоделювати процеси, що відбуваються при лазерно-

плазмовому зварюванні. Але при моделюванні температурного поля (рис.4.30, рис.4.32) автор отримує температуру металу!!! (не рідкої ванни), у середньому поперечному перерізі 3400оС, що значно вище температури плавлення та випаровування. Тому здається, що у такому спрощеному формулюванні розрахункової задачі моделювання лазерно-плазмового зварювання, яке запропонував автор, отримати надійні результати по напружено-деформаційному стану майже не можливо.

Завдовсєв Анатолій Вікторович, кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, оцінка позитивна із зауваженнями:

1. У преамбулі до значення отриманих результатів:

«Виявлені в роботі особливості та закономірності лазерно-плазмового зварювання дозволили розширити уявлення про процес гібридного зварювання і на основі цього розробити рекомендації по проектуванню зварювальних головок та плазмотронів для лазерно-плазмових процесів та передового зварювального обладнання, розробити та оптимізувати технологічні параметри лазерно-плазмового зварювання сталей.»

Доцільно стисло вказати у чому саме полягає оптимізація технологічних параметрів ЛПЗ.

2. На рис.1.4 англійськи роз'яснення структурних особливостей доцільно розшифрувати українською. Або додати відповідні роз'яснення у підрисунковий підпис.

3. На рис.1.6 англійськи роз'яснення елементів устаткування доцільно розшифрувати українською. Або додати відповідні роз'яснення у підрисунковий підпис.

4. На рис.1.7 англійськи роз'яснення доцільно розшифрувати українською. Або виокремити у окрему таблицю.

5. На рис. 1.8 масштабна мітка нерозбірлива.

6. На рис. 1.9 масштабна мітка нерозбірлива

7. На рис.1.12 англійськи роз'яснення елементів устаткування доцільно розшифрувати українською. Або додати відповідні роз'яснення у підрисунковий підпис.

8. На рис.1.13 німецькі роз'яснення елементів устаткування доцільно розшифрувати українською. Або додати відповідні роз'яснення у підрисунковий підпис.

9. На рис.1.14 німецькі роз'яснення елементів устаткування доцільно розшифрувати українською. Або додати відповідні роз'яснення у підрисунковий підпис.

10. На рис.1.15 німецькі роз'яснення на графіку доцільно розшифрувати українською. Також зробити розбірливо масштабну мітку на макроструктурах.

11. На рис.1.17 німецькі роз'яснення елементів устаткування доцільно розшифрувати українською. Або додати відповідні роз'яснення у підрисунковий підпис

12. У підрозділі 2.3 у таблиці 2.1 доцільно вказати стосовно хімічного складу використаних у роботі сталей спосіб визначення, або додати посилання «згідно сертифікату якості на сталь».

13. У розділі 2.6, у реченні «При дослідженні використовувались детектор пружньовідбитих електронів (позначення BSE на електронному знімку)» доцільно зазначити, що цей детектор дозволяє оцінювати фазовий контраст досліджуваних зразків.

14. На рис.3.1 англійськи роз'яснення елементів графіку доцільно розшифрувати українською. Або додати відповідні роз'яснення у підпису під рисунком.

15. Розділ 4. У роз'ясненні до таблиці 4.1. «□ - в шві ↓ HV; □□ - в ЗТВ ↓ HV; □□□ - в шві ↑↑ HV; □□□□ - крупнокристалічна структура. » доцільно додати у тексті речення з коментарі стосовно того, що у шві твердість знижується для лазерного способу, в ЗТВ твердість знижується для плазмового та інш.

16. У розділі 4.1.2. відмічається суттєвий ріст показників твердості у металі шву при лазерно-плазмовому зварюванні зразків товщиною бмм. Враховуючи, що розміри структурних елементів близькі до показників металу шву зразків товщиною 2мм зварених лазерно-плазмовим способом, доцільно у тексті роботи вказати можливу причину цієї відмінності. За рахунок збільшення тепловкладення при збільшенні товщини зразку, можливо виділення сполуки типу Cr₂₃C₆, які відіграють роль дисперсійного зміцнення.

17. На рисунках 4.52, 4.53, 4.54 у підпису слід вказати місце, у цьому конкретно для цього експерименту проводились заміри термічного циклу зварювання.

18. У розділі 4.4 дублюється опис методики механічних випробувань. «Випробування проводили на універсальному серво-гідравлічному випробувальному комплексі MTS 318.25 з максимальним зусиллям 250 кН. Контроль параметрів при випробуваннях здійснювався за допомогою стандартного програмного забезпечення TestWorks 4 системи MTS 318.25.»

Результати голосування:

«За»	– 5 членів ради;
«Проти»	– немає;
Утримались	– немає.

РАЗОВА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВЧЕНА РАДА **ІНСТИТУТУ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О. ПАТОНА НАН** **УКРАЇНИ**

УХВАЛИЛА:

1. Дисертація Ілляшенка Євгенія Володимировича на тему «Гібридне зварювання сталей з використанням плазмової дуги та випромінювання волоконного лазера», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство» є

завершеним самостійним науковим дослідженням і відповідає вимогам «**Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)**» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261; «**Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії**» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

2. Присудити Ілляшенку Євгенію Володимировичу ступінь доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство».

3. Рішення разової спеціалізованої вченої ради затвердити і передати до Науково-організаційного відділу ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України.

4. Науково-організаційному відділу підготувати Наказ про видачу Ілляшенку Євгенію Володимировичу диплома доктора філософії та додатка до нього європейського зразка.

**Голова разової спеціалізованої
вченої ради
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник**

Анатолій ЖЕРНОСЕКОВ

