



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
"Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського"

к.т.н., доц.

Тетяна ЖЕЛЯСКОВА

“ 17 03 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 13/25 від 4 березня 2025 р. розширеного засідання кафедри
фізичного матеріалознавства та термічної обробки
Навчально-наукового Інституту матеріалознавства та зварювання
імені Є.О. Патона
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки: к. т. н., доцент, Івашенко Є. В.; д. ф-м. н., зав. кафедри, професор, Карпець М. В.; к. т. н., ст. викладач, Орлов А. К.; доктор філософії, асистент Круглов І. О.; к. т. н., доцент, Бурмак А. П.; к. т. н., доцент, Халявко В. В.; д. ф-м. н., ст. дослідник, Владимирський І. А.; к. т. н., ст. викладач, Вербицька Т. І.; д. т. н., професор, Макогон Ю. М.; студ. Пальчевський О. А.; к. т. н. доцент, Конорев С. І.; д. т. н., професор Доній О. М.; к. т. н., доцент, Дудка О. І.; к. т. н., Ворон М. М.; д. ф-м. н., Сидоренко С. І.
- з кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії: зам. директора НН ІМЗ ім. Є. О. Патона, д. т. н., професор, Мініцький А. В.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри фізики металів та термічної обробки Горпенко Артема Олександровича за матеріалами дисертаційної роботи “Вплив дефектів наплавлення на втомну міцність титанового сплаву BT22 з відновленою поверхнею”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія, за спеціальністю 132 Матеріалознавство. Освітньо-наукова програма Матеріалознавство.

Тему дисертаційної роботи “Вплив відновлювального наплавлення та локальної термічної обробки на втомні властивості титанового сплаву VT22” затверджено на засіданні Вченої ради НН ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол №14/21 від “29” листопада 2021 року) та перезатверджено на “Вплив дефектів наплавлення на втомну міцність титанового сплаву VT22 з відновленою поверхнею” на засіданні Вченої ради НН ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол №11/24 від “18” листопада 2024 року).

Науковим керівником затверджений к. т. н., професор Доній О. М.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: к. т. н., доцент, Бурмак А. П.; д. ф-м. н., ст. дослідник, Владимирський І. А.; к. т. н., доцент, Іващенко Є. В; к. т. н., доцент, Ворон М. М.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: к. т. н., доцент, Халявко В. В; професор, Макогон Ю. М.; к. т. н., доцент, Бурмак А. П.; д. ф-м. н., ст. дослідник, Владимирський І. А.; д. т. н., професор, Мініцький А. В; професор, Карпець М. В.; професор, Доній О. М.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження. Відновлення зношених деталей авіаційної техніки є однією з актуальних проблем сучасного матеріалознавства, зокрема при експлуатації високоміцних титанових сплавів, таких як VT22. Традиційні методи ремонту деталей часто не забезпечують належного рівня механічних властивостей, особливо в умовах циклічних навантажень. Одним із перспективних підходів до відновлення працездатності таких деталей є використання технології відновлювального наплавлення із застосуванням присадних дротів, зокрема СП15св та VT22св, з подальшою локальною термічною обробкою.

Однак, наявність дефектів зварювання, неоднорідність структури та значні перепади мікротвердості в зоні термічного впливу можуть суттєво впливати на втомну міцність та довговічність деталей. Недостатність системних досліджень щодо механізмів зародження та розвитку втомних тріщин у зонах наплавлення, а також впливу локальної термічної обробки на характеристики міцності, створює наукову та практичну потребу у вивченні цих процесів.

Дане дослідження спрямоване на визначення закономірностей впливу дефектів зварювання, структури зони наплавлення та режимів локальної

термічної обробки на втомну міцність титанових сплавів. Отримані результати можуть бути використані для розробки рекомендацій щодо підвищення довговічності відновлених деталей авіаційної техніки, що підвищить їх експлуатаційну надійність та зменшить витрати на ремонт та технічне обслуговування.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконувалася відповідно до плану наукових досліджень кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки навчально-наукового інституту матеріалознавства та зварювання імені Є.О. Патона Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

3. Наукова новизна отриманих результатів.

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Встановлено, що при відновленні поверхневого шару титанового сплаву BT22 методом наплавлення з використанням присадних дротів СП15св та BT22св і подальшій локальній термічній обробці у зоні термічного впливу можуть утворюватися мікроструктурно різні ділянки з відмінною травимістю, які характеризуються локальними відхиленнями хімічного складу, що визначає формування нерівноважної мікроструктури та зниження мікротвердості (323–335 HV).
2. Встановлено, що контрольований швидкісний СВЧ-нагрів у процесі локальної термічної обробки забезпечує рівномірний розподіл температури та формування однорідної мікроструктури в зоні термічного впливу та наплавленому шарі титанового сплаву BT22. Це сприяє стабілізації мікротвердості, зменшенню залишкових напружень і підвищенню втомної міцності матеріалу, що є критично важливим для деталей, які працюють в умовах циклічних навантажень.
3. Встановлено, що наявність пор діаметром 80-120 мкм у приповерхневій зоні наплавленого шару зі сплаву BT22 є критичним фактором, що ініціює втомне руйнування. Визначено, що втомна міцність відновлених деталей з наявними порами знижується на 45-50% у порівнянні з матеріалом, у якому такі дефекти були відсутні.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження. Отримані результати вдосконалюють технологію відновлювального наплавлення та локальної термічної обробки високоміцних титанових сплавів, що застосовуються в авіабудуванні. Встановлено критичний вплив зон з неоднорідною травимістю та дефектів наплавлення на втомну міцність сплаву BT22.

Розроблено методику виявлення таких зон без хімічного травлення на етапі механічного полірування за допомогою косого освітлення. Це дозволяє

своєчасно ідентифікувати потенційно небезпечні ділянки та здійснювати якісний контроль поверхонь без використання реактивів.

Запропонований метод спрощує діагностику дефектів, скорочує витрати на контрольні операції та підвищує ресурс відновлених деталей. Впроваджені рекомендації сприяють зниженню ризику передчасного руйнування матеріалу, покращенню якості ремонту титанових конструкцій та підвищенню безпеки авіаційної техніки.

5. Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи представлено на міжнародних конференціях: VII International Conference “Welding and Related Technologies” (7-10 October 2024, Yaremche, Ukraine); III Міжнародна науково-практична конференція «Modern challenges and achievements of the scientific community of the 21st century» (16-18 October 2024, Narva, Estonia); IV Міжнародна науково-практична конференція “The impact of scientific research on the development of the modern world” (23-25 October 2024, Dubrovnik, Croatia); VI Міжнародна науково-практична конференція “Scientific research in the era of digital technologies: challenges and opportunities” (6-8 November 2024, Barcelona, Spain).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Горпенко Артема Олександровича визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача *(наводиться повний перелік публікацій за темою дисертації)*

За результатами досліджень опубліковано 8 наукових публікацій, у тому числі:

- 4 статі у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 132 Матеріалознавство в т.ч. 1 стаття у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб, та 1 стаття у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus, кат. А.

- 4 тези виступів на наукових конференціях;

1. **Горпенко А. О.,** Семенець О. І., Доній О. М., Валуйська К. О. Вплив стану поверхні деталей шасі з високоміцного титанового сплаву ВТ-22 в процесі випробувань на втому / А. О. Горпенко, О. І. Семенець, О. М. Доній, К. О. Валуйська // Успіхи матеріалознавства. – 2021. – № 2. – С. 45–53. DOI: 10.15407/materials2021.02.045. (стаття у фаховому науковому виданні України, категорія Б), (Особистий внесок: проводив дослідження зразків, оброблював отримані результати, підготував статтю до друку).

2. **Горпенко А. О.,** Семенець О. І. Вплив дефектів зварювання на втомні показники зразків зі сплаву ВТ-22 при застосуванні відновлювального наплавлення присадковими дротами / А. О. Горпенко, О. І. Семенець // Успіхи матеріалознавства. – 2023. – № 7. – С. 27–36.

DOI: 10.15407/materials2023.07.003. (стаття у фаховому науковому виданні України, категорія Б), (Особистий внесок: проводив дослідження зразків, оброблював отримані результати, підготував статтю до друку).

3. **Горпенко А. О.,** Семенець О. І. Вплив стану поверхні на опір втоми зразків з отвором зі сплаву VT22 при відновлювальному наплавленні / А. О. Горпенко, О. І. Семенець // Автоматичне зварювання. – 2024. – № 6. – С. 35–42. DOI: 10.37434/as2024.06.06. (стаття у фаховому науковому виданні України, категорія Б), (Особистий внесок: проводив дослідження зразків, оброблював отримані результати, підготував статтю до друку).

4. **Горпенко А. О.,** Семенець О. І. Вплив відновлювального наплавлення присадним дротом VT22СВ на втомні показники зразків зі сплаву VT22 / А. О. Горпенко, О. І. Семенець // Металофізика та новітні технології. – 2024. – № 11. – С. 1095–1110. DOI: 10.15407/mfint.46.11.1095. (стаття Scopus, квартиля Q1), (Особистий внесок: проводив дослідження зразків, оброблював отримані результати, підготував статтю до друку).

5. **Gorpenko A.,** Semenets O., Doniy O. Effect of restorative cladding with VT22sv filler wire and local heat treatment on the fatigue performance of VT22 alloy samples with a hole / A. Gorpenko, O. Semenets, O. Doniy // VII International Conference “Welding and Related Technologies”, 7–10 October 2024, Yaremche, Ukraine. – P. 16. (Особистий внесок: брав участь у обробленні й обговоренні результатів, підготував тези до друку).

6. **Gorpenko A.,** Semenets O., Doniy O. The impact of welding defects on the fatigue properties of VT-22 alloy samples using repair welding with filler wires / A. Gorpenko, O. Semenets, O. Doniy // III Міжнародна науково-практична конференція «Modern challenges and achievements of the scientific community of the 21st century», 16–18 October 2024, Narva, Estonia. – P. 171. DOI: 10.70286/ISU-16.10.2024. (Особистий внесок: брав участь у обробленні й обговоренні результатів, підготував тези до друку).

7. **Gorpenko A.,** Semenets O., Doniy O. Effect of the chassis parts surface condition from high-strength titanium alloy VT-22 in the process of fatigue tests / A. Gorpenko, O. Semenets, O. Doniy // IV Міжнародна науково-практична конференція «The impact of scientific research on the development of the modern world», 23–25 October 2024, Dubrovnik, Croatia. – P. 237. DOI: 10.70286/ISU-23.10.2024. (Особистий внесок: брав участь у обробленні й обговоренні результатів, підготував тези до друку).

8. **Gorpenko A.,** Semenets O., Doniy O. The influence of surface defects on fatigue performance of VT22 alloy samples with holes using restorative welding with SP15SV filler wire / A. Gorpenko, O. Semenets, O. Doniy // VI Міжнародна науково-практична конференція «Scientific research in the era of digital technologies: challenges and opportunities», 6–8 November 2024, Barcelona, Spain. – P. 307. DOI: 10.70286/ISU- 2024. (Особистий внесок: брав участь у обробленні й обговоренні результатів, підготував тези до друку).

Якість та кількість публікацій відповідають “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”.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Горпенко Артема Олександровича “Вплив дефектів наплавлення на втомну міцність титанового сплаву ВТ22 з відновленою поверхнею”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 132 Матеріалознавство за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПП ім. Ігоря Сікорського Матеріалознавство зі спеціальності 132 Матеріалознавств.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу “Вплив дефектів наплавлення на втомну міцність титанового сплаву ВТ22 з відновленою поверхнею”, подану Горпенко Артемом Олександровичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПП ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

Доктор фізико-математичних наук, старший дослідник, директор навчально-наукового інституту матеріалознавства та зварювання імені Є.О. Патона Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» **Владимирський Ігор Анатолійович.**

Члени:

Рецензенти:

Доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» **Карпець Мирослав Васильович.**

Доктор технічних наук, професор, перший заступник директора навчально-наукового інституту матеріалознавства та зварювання імені Є.О. Патона Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» **Мініцький Анатолій Вячеславович**

Офіційні опоненти:

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Відділу металургії та зварювання титанових сплавів Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України **Шваб Сергій Леонідович.**

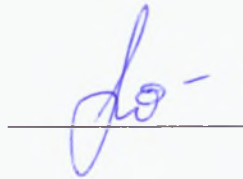
Кандидат технічних наук, старший дослідник, заступник завідувача відділу процесів плавки та рафінування сплавів, Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України **Ворон Михайло Михайлович.**

Головуючий на засіданні:
д. ф-м. н., проф.
завідувач кафедри ФМТО



Мирослав КАРПЕЦЬ

Вчений секретар
кафедри ФМТО:
к.т.н.



Сергій КОНОРЕВ