

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Національного університету
кораблебудування

імені адмірала Макарова
д-р техн. наук, професор

В.С.Блінцов

" березня 2021 р.

(Печатка установи)



ВИТЯГ

з протоколу № 1 від 04.03.2021 р.

фахового семінару кафедри зварювального виробництва

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

1. ПРИСУТНІ: 13 із 16 науково-педагогічних та наукових працівників складу фахового семінару, а саме:

1. Некрасов Валерій Олександрович, д-р техн. наук, професор, зав. кафедри теорії та проектування суден, голова засідання

2. Квасницький Вячеслав Федорович, д-р техн. наук, професор, завідуючий кафедрою зварювального виробництва, науковий керівник

3. Матвієнко Максим Валентинович, канд. техн. наук, доцент кафедри зварювального виробництва Херсонської Філії НУК ім. адмірала Макарова, другий науковий керівник

4. Дубовий Олександр Миколайович, д-р техн. наук, професор, зав. кафедри матеріалознавства і технології металів, рецензент

5. Коростильов Леонтій Іванович, д-р техн. наук, професор, зав. кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля, рецензент

6. Казимиренко Юлія Олексіївна, д-р техн. наук, доцент, професор кафедри матеріалознавства і технології металів

7. Бондаренко Олександр Валентинович, канд. техн. наук, професор, директор Кораблебудівного навчально-наукового інституту (КННІ)

8. Бугаєнко Борис Васильович, канд. техн. наук, доцент кафедри зварювального виробництва

9. Драган Станіслав Володимирович, канд. техн. наук, професор кафедри зварювального виробництва

10. Костін Олександр Михайлович, канд. техн. наук, професор кафедри зварювального виробництва

11. Лабарткава Андрій Володимирович, канд. техн. наук, професор кафедри зварювального виробництва

12. Лабарткава Олександр Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри зварювального виробництва

13. Лебедева Наталія Юріївна, канд. техн. наук, доцент кафедри матеріалознавства та технології металів

З присутніх – 5 докторів наук та 8 кандидатів наук – фахівці за профілем представленої дисертації.

Голова засідання – Некрасов Валерій Олександрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теорії та проектування суден

2.СЛУХАЛИ: Доповідь аспіранта кафедри зварювального виробництва Бутурля Євгена Андрійовича за матеріалами дисертації: «Розробка припою і технології паяння жароміцних нікелевих сплавів лопаток суднових газових турбін нового покоління», представленої на здобуття вищої освіти ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія та за спеціальністю 132 – Матеріалознавство..

Наукові керівники: завідувач кафедри зварювального виробництва д-р техн. наук, професор. Квасницький Вячеслав Федорович; кандидат технічних наук, Матвієнко Максим Валентинович доцент кафедри зварювального виробництва Херсонської філії НУК ім. адмірала Макарова

Тему дисертації затверджено “25” жовтня 2017 р. на засіданні Вченої ради Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, протокол № 10, та уточнено “27” листопада 2020 р. на засіданні Вченої ради Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, протокол № 9. Робота виконана на кафедрі зварювального виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

По доповіді було задано 21 запитання на які доповідач дав правильні та ґрунтовні відповіді. Питання задавали:

- професор кафедри зварювального виробництва, канд. техн. наук, Костін Олександр Михайлович
- доцент кафедри матеріалознавства та технології металів, канд. техн. наук, Лебедева Наталія Юріївна
- професор кафедри матеріалознавства та технології металів, д-р техн. наук Казимиренко Юлія Олексіївна
- директор Кораблебудівного ННІ, канд. техн. наук, професор, Бондаренко Олександр Валентинович
- завідувач кафедри матеріалознавства та технології металів, д-р техн. наук, професор Дубовий Олександр Миколайович
- доцент кафедри зварювального виробництва, канд. техн. наук, Матвієнко Максим Валентинович
- завідувач кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля, д-р техн. наук, професор, Коростильов Леонтій Іванович
- завідувач кафедри теорії та проектування суден, д-р техн. наук, професор, Некрасов Валерій Олександрович
- директор КННІ, канд. техн. наук, професор Бондаренко Олександр Валентинович
- професор НУК, канд. техн. наук кафедри зварювального виробництва, Драган Станіслав Володимирович

3. Виступи присутніх.

З оцінкою дисертації Бутурля Є. А. виступили **рецензенти** – завідувач кафедри матеріалознавства та технології металів, д-р техн. наук, професор **Дубовий Олександр Миколайович** та завідувач кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля, д-р техн. наук, професор **Коростильов Леонтій Іванович**, які зазначили, що тематика роботи «Розробка припою та технології паяння жароміцних нікелевих сплавів лопаток суднових газових турбін нового покоління» є актуальною та відповідає науковому напрямку спеціальності 132 – Матеріалознавство. В роботі проаналізовано більше тридцяти джерел і виділено, що в них відсутній опис розробки припоїв. Обґрунтована необхідність проведення досліджень, виконаних у роботі та ставиться конкретна наукова-дослідницька задача.

Розроблений у дисертації припій має суттєве значення для галузі суднового машинобудування, тому як його використання дозволяє отримати спаяне з'єднання із довготривалою міцністю 90 % від основного металу для сплавів СМ93-ВІ і СМ96-ВІ. Окрім цього, використання розробленого припою SBM-4 можливе для виправлення поверхневих ливарних дефектів відливок.

Результати дисертації є достовірними, що обумовлено використанням сучасного обладнання та визнаних комп'ютерних програм. Дослідження макро- і мікроструктури сплавів та спаяних з'єднань виконано методами оптично- і електронно-мікроскопічного, фазово-структурного та рентгеноструктурного аналізів. За допомогою високотемпературного диференціального аналізу визначено температури фазових перетворень, температури початку і кінця плавлення сплавів. Вибір основи припою і прогнозування структурної стабільності виконано за допомогою комп'ютерного комплексу РНАСОМР. Для зменшення кількості натурних експериментів застосовано методи планування експериментів та математичної статистики для створення регресійного рівняння. Аналіз і моделювання напружено-деформованого стану спаяного з'єднання із проміжним прошарком виконано за допомогою методу скінчених елементів. Для розрахунку енергії поверхневого натягу краплі припою використано метод лежачої краплі. Фізико-механічні властивості та стійкість проти високотемпературної корозії визначено за допомогою стандартизованих методик.

В опублікованих роботах повністю відображено основні наукові та практичні результати досліджень. Всього за темою дисертації опубліковано 7 статей, серед яких одна у журналі Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, який входить до фахових видань України категорії «А» та в базу Scopus, дві у наукових фахових виданнях України категорії «Б», що підтверджує високий науковий рівень дисертаційного дослідження. Результати дисертації апробовано на трьох міжнародних міжнародних науково-технічних конференціях.

Результати дослідницької роботи пройшли дослідно-промислово перевірку на базі Фізико-технологічного інститут металів і сплавів НАН України. Особливою заслугою дисертанта є те, що проведено широке впровадження результатів роботи, які використовувалися на ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект» і ТОВ «Науково-виробничий центр «Плазер», що підтверджено відповідними актами.

Дисертаційна робота є закінченим науковим дослідженням, виконаним самостійно із вирішенням поставленої науково-практичної задачі. Робота написана у грамотною технічною українською мовою. Наукова і практична значимість показує, що її автор заслуговує присудження наукового ступеню доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство.

Виступили: Казимиренко Юлія Олексіївна, д-р техн. наук, доцент, професор кафедри матеріалознавства і технології металів, Костін Олександр Михайлович, канд. техн. наук, професор НУК кафедри зварювального виробництва, Бондаренко Олександр Валентинович, канд. техн. наук, професор, директор КННІ, Лебедева Наталія Юріївна, канд. техн. наук, доцент кафедри матеріалознавства та технології металів, які зазначили високий науковий рівень роботи, ретельність опрацювання розглянутої складної науково-прикладної проблеми. У роботі отримано вагомі наукові результати, які відповідають поставленій меті дослідження та необхідному рівню для дисертації на здобуття ступеня доктор філософії.

Дисертація оформлена якісно та пройшла перевірку на відсутність академічного плагіату. Здобувач отримав достатню освітню підготовку в університеті та оволодів необхідними для виконання дослідження методами, підходами та програмними комплексами.

З характеристикою наукової зрілості здобувача виступили **наукові керівники**: завідувач кафедри зварювального виробництва, д-р техн. наук., професор **Квасницький Вячеслав Федорович** та канд. техн. наук., доцент **Матвієнко Максим Валентинович**, які відзначили, що здобувач своєчасно виконав освітньо-наукову програму та план наукової роботи у повному обсязі. Дисертаційне дослідження виконано в рамках держбюджетної теми № 2083, договорів між НУК ім. адмірала Макарова і «Зовнішньоекономічним представництвом Китайсько-Українського інституту зварювання імені Є.О. Патона» за темою № 45/2108, договору на виконання науково-дослідних робіт НУК ім. адмірала Макарова і ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект», № 2107, в яких аспірант виступав виконавцем робіт. В рамках виконання дисертаційного дослідження здобувач продемонстрував ініціативність, змогу вирішувати складні наукові практичні і експериментальні задачі із використанням складного сучасного обладнання. Виконавцем дисертаційного дослідження отримані експериментальні зразки, запропонована розрахункова модель вузлів з м'яким прошарком, початкові й граничні умови, узагальнені результати комп'ютерного моделювання та експериментальних досліджень. Виконання розрахунків у програмах RHACOMP, JMatPro та моделювання напружено-деформованого стану у програмному комплексі ANSYS виконувалось на ліцензованих версіях продуктів. Розроблена модель дозволила визначити вплив характеру навантаження, товщини, прошарку та фізико-механічних властивостей основного металу та прошарків. Результати дисертаційної роботи використовуються при викладанні дисципліни «Паяння матеріалів».

За результатами наукової роботи та широкого впровадження автор заслуговує присудження наукового ступеню доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство.

Загальна характеристика дисертації – позитивна.

4. Заслухавши та обговоривши доповідь Бутурля Євгена Андрійовича, а також за результатами попередньої експертизи представленої дисертації на фаховому семінарі кафедри зварювального виробництва, прийнято наступні висновки щодо дисертації «Розробка припою і технології паяння жароміцних нікелевих сплавів лопаток суднових газових турбін нового покоління»:

Висновок

фахового семінару кафедри зварювального виробництва про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Розробка припою і технології паяння жароміцних нікелевих сплавів лопаток суднових газових турбін нового покоління» здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 132 – Матеріалознавство.

4.1 Актуальність теми дисертації

Актуальність теми дисертації визначається:

- необхідністю розробки нових припоїв для лопаток морських ГТД зі сплавів СМ93-ВІ і СМ96-ВІ, які працюють в умовах високотемпературної сольової корозії;
- доцільністю забезпечення жаростійкості і довготривалої міцності спаяних з'єднань на рівні не менше 80 % від основного металу.

4.2 Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри

Дисертаційна робота виконувалася в рамках Держбюджетної теми «Механіка та фізико-хімічні процеси при дифузійному зварюванні, паянні, зміцненні жароміцних нікелевих сплавів та різнорідних матеріалів», №2083 (2017-2019 рр.), договорів між НУК ім. адмірала Макарова і «Зовнішньоекономічним представництвом Китайсько-Українського інституту зварювання імені Є.О. Патона» «Дослідження взаємодії сплаву на основі Ni_3Al з матеріалами прошарків різних систем легування для ТЛР-дифузійного зварювання та впливу властивостей матеріалів на напружено-деформований стан (НДС) з'єднань жароміцного сплаву при дифузійному зварюванні з активацією поверхонь розплавом з використанням комп'ютерного моделювання» №45/2108 (2017-2018 рр.), між НУК і Державним Підприємством «Науковий-виробничий комплекс газотурбобудування «Зоря»-«Машпроект» договір на виконання науково-дослідних робіт, №2107 (2017-2020 рр.).

4.3. Особистий внесок здобувача

Дисертація виконана автором самостійно і є закінченим дослідженням. Планування, виконання експериментальних досліджень та отримання результатів виконано автором особисто. Здобувачем отримані експериментальні зразки, запропонована розрахункова модель вузлів з м'яким прошарком, початкові й граничні умови, узагальнені результати комп'ютерного моделювання та експериментальних досліджень.

4.4 Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій

Достовірність отриманих результатів виконаного дослідження забезпечується коректною постановкою задачі, застосуванням складного сучасного обладнання,

використанням методів планування експерименту та математичної статистики обробки результатів дослідження. Було застосовані визнані світом сучасні програмні комплекси. Виконання механічних випробувань спаяних з'єднань виконувалось за стандартними методиками у двох організаціях.

4.5 Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

1. Вперше обгрунтовано двоетапний метод розробки припою, суть якого полягає в тому, що на першому етапі, з використанням комп'ютерних програм, розрахована основа припою з включенням найбільш ефективних легуючих елементів, які забезпечують твердорозчинне і дисперсійне зміцнення, та границі легування припою тугоплавкими металами для запобігання утворення ТЩУ фаз, зокрема σ -фази, а на другому етапі експериментально визначається необхідна концентрація депресантів.

2. Вперше встановлено, що багатокомпонентні припої з Re і Ta системи Ni-Cr-Co-Al-Ta-Re-W-Mo-Ti-Nb-V-Hf-Zr-C забезпечують крайові кути змочування сплавів CM93-VI і CM96-VI до 6° , питому площу розтікання 1,4-1,5 мм²/мг при температурі 1200-1230 °С паяння і виправлення поверхневих дефектів відливок.

3. Удосконалено систему легування припою, яка забезпечує довготривалу міцність спаяних з'єднань сплавів CM93-VI і CM96-VI при 900 °С на рівні 0,9 від міцності основного металу.

4. Дістало подальший розвиток уявлення про напружений стан спаяних з'єднань з прошарком припою з його відносною товщиною (s/d від 0,0025...0,01), що має відмінні від основного металу фізико-механічні властивості, яка полягає в тому, що на більшій частині вузла в основному металі напруження практично відсутні при термічному навантаженні та лінійно розподілені при силовому навантаженні. У зовнішньої поверхні з'єднання та в самому прошарку утворюється об'ємний напружено-деформований стан, який призводить до зміцнення або знеміцнення основного металу та прошарку.

4.6 Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

1. Квасницький В.В., Матвиенко М.В., Бутурля Е.А. Вплив властивостей прошарку припою на напружено-деформований стан спаяних вузлів з жароміцних сплавів / Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. – 2020. - №4 (482). – с. 119-128. *(Здобувачем запропонована розрахункова модель та узагальнені результати комп'ютерного моделювання)*

2. Viktor V. Kvasnytskyi, Maksym V. Matviienko, Heorhii P. Mialnitsa, Yevhen A. Buturlia. Investigation of brazing filler for brazing high-temperature nickel alloys of marine gas turbines // Shipbuilding & Marine Infrastructure. – 2020. – № 2 (14). – P. 65–72. *(Здобувачем отримані експериментальні зразки та узагальнені результати експериментів)*

3. Квасницький В.В., Мьяльница Г.Ф., Матвиенко М.В., Бутурля Е.А., Dong Chunlin. Исследование взаимодействия сплава на основе Ni₃Al с прослойками различных систем легирования для TLP-соединения // Автоматическая сварка, 2019, № 8. – С. 22 – 29. *(Здобувачем отримані експериментальні зразки та узагальнені результати експериментів)*

4. Квасницький В.В., Матвиенко М.В., Бутурля Е.А., Квасницкий В.Ф., Ермолаев Г.В. Влияние толщины прослойки на НДС сварных и паяных соединений жаропрочных сплавов в упругой стадии. / Міжвуз. тематичн. збір. наукових праць «Наука та виробництво», Випуск 20,

№ 1. Маріуполь: ПДТУ. 2019. – С. 23 – 33. (Здобувачем визначені початкові й граничні умови та узагальнені результати комп'ютерного моделювання)

5. Квасницький В.В., Матвиенко М.В., Бутурля Е.А., Квасницький В.Ф., Ермолаев Г.В. Напряженно-деформированное состояние при диффузионной сварке и пайке цилиндрических узлов с мягкой прослойкой в условиях силового термического нагружения в пределах упругости // Вісник Одеського Національного університету. Зб. наук. праць. – Одеса: ОНМУ. – 2019. Випуск 1 (58). – С. 126 – 138. (Здобувачем запропонована розрахункова модель вузлів з м'яким прошарком та узагальнені результати комп'ютерного моделювання)

6. Влияние характера нагружения на напряженное состояние соединений с мягкой прослойкой / В.В. Квасницький, М.В. Матвиенко, Е.А. Бутурля, В.Ф. Квасницький, Г.В. Ермолаев // Наука і виробництво: міжвуз. тематичн. збір. наукових праць. – Маріуполь: 2019. Вип. 21. – С. 39 – 47. (Автором визначені початкові й граничні умови та узагальнені результати комп'ютерного моделювання)

7. Kvasnytskyi, V. Designing brazing filler metal for heat-resistant alloys based on Ni_3Al intermetallide / Viktor Kvasnytskyi, Volodymyr Korzhyk, Viacheslav Kvasnytskyi, Heorhii Mialnitsa, Chunlin Dong, Tetiana Pryadko, Maksym Matviienko, Yevhen Buturlia // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 6, №12 (108). – P. 6-19. (НБД Scopus) (Здобувачем отримані експериментальні зразки та узагальнені результати експериментів)

В опублікованих роботах повністю відображені основні положення та результати дисертації.

4.7 Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозиумах, семінарах тощо

Основні наукові положення і представлені результати пройшли апробацію на наступних наукових конференціях: Міжнародна конференція «Інноваційні технології та інженіринг у зварюванні і споріднених процесах – «PolyWeld. 2019» (м. Київ, 23-24 травня 2019 р.); 14-й Міжнародний симпозиум інженерів-механіків у Львові (м. Львів, 23 травня – 24 травня 2019 р.); Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю «Проблеми зварювання та споріднених процесів і технологій», присвячена 60-річчю кафедри зварювального виробництва (Миколаїв, 17-19 вересня 2019 р.).

4.8 Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати

Теоретичне значення дослідження полягає у обґрунтуванні двоетапного методу розробки припою, суть якого полягає в тому, що на першому етапі, з використанням комп'ютерних програм розрахована основа припою з включенням найбільш ефективних легуючих елементів, які забезпечують твердорозчинне і дисперсійне зміцнення, та границі легування припою тугоплавкими металами для запобігання утворення ТЩУ фаз, зокрема σ -фази, а на другому етапі експериментально визначається необхідна концентрація депресантів.

Дістало подальший розвиток уявлення про напружений стан спаяних з'єднаннях з прошарком припою з його відносною товщиною (s/d від 0,0025...0,01), який має відмінні від основного металу фізико-механічні властивості, воно полягає в тому, що на більшій частині вузла в основному металі напруження практично відсутні при термічному навантаженні та лінійно розподілені при силовому навантаженні. У зовнішньої поверхні з'єднання та в самому

прошарку утворюється об'ємний напружено-деформований стан, який призводить до зміцнення або знеміцнення основного металу та прошарку.

Результати дослідження використані у навчальному процесі Національного університету імені адмірала Макарова при читанні лекцій з дисципліни «Паяння матеріалів».

4.9 Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані

Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному:

Запропонований і реалізований двоетапний метод розробки припою із використанням комп'ютерних програм для розробки припою. Із використанням нового методу розроблено припій SBM-4 та технологію паяння і виправлення поверхневих дефектів лиття промислових відливок для жароміцних нікелевих сплавів CM93-ВІ і CM96-ВІ. Припій має температуру паяння 1200...1230 °С, довготривалу міцність для спаяних з'єднань при 900 °С на рівні 0,9 від рівня основного металу і стійкість проти високотемпературної сольової корозії на рівні сплаву CM88У-ВІ та пройшов етапи впровадження, що підтверджується відповідними актами. Розроблений припій може використовуватися для інших ЖНС та був застосований для відновлення паянням у вакуумі пошкоджених високотемпературних елементів обладнання з жароміцного сплаву ЧС88-ВІ та для отримання відцентровим плазмовим розпиленням сферичних порошків.

4.10 Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Дисертація складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку літератури та додатків. Дисертація містить 123 найменування бібліографічних посилань, 64 рисунки, 26 таблиць у основному тексті. Обсяг дисертації складає 195 сторінок, зокрема: 152 сторінки основного тексту, 14 сторінок використаних джерел, та 15 сторінок додатків. Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України до оформлення дисертацій, а саме Наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій».

Дисертацію написано грамотною українською мовою, результати розрахунків, моделювання, вимірювальних досліджень узагальнено за допомогою методу математичної статистики і наведено у табличному та графічному вигляді. Мікроструктури дослідження коректно представлені у вигляді мікрофотографій, зроблених за допомогою сучасних оптичних та електронних мікроскопів.

У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

5. З урахуванням зазначеного, на фаховому семінарі кафедри зварювального виробництва ухвалили:

5.1. Дисертація Бутурля Євгена Андрійовича «Розробка припою і технології паяння жароміцних нікелевих сплавів лопаток суднових газових турбін нового покоління» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання – розробка припою і технології паяння жароміцних нікелевих сплавів СМ93-ВІ і СМ96-ВІ для виробництва суднових газових турбін нового покоління з підвищенням високотемпературної міцності спаяних з'єднань не нижче 80 % міцності основного металу, що має важливе значення для галузі знань **13 – Механічна інженерія** та спеціальності **132 – Матеріалознавство**.

а. У 7 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них 1 стаття у науковому періодичному виданні, що входить до бази Scopus та 2 статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б».

б. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019р. № 167).

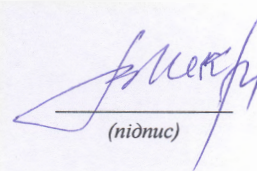
с. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Бутурля Євгена Андрійовича дисертація «Розробка припою і технології паяння жароміцних нікелевих сплавів лопаток суднових газових турбін нового покоління» рекомендується для подання до розгляду та захисту у разовій спеціалізованій вченій раді Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

За затвердження висновку проголосували:

за	13	<i>тринадцять</i>
проти	0	<i>(немає)</i>
утримались	0	<i>(немає)</i>

Головуючий

на засіданні фахового семінару, зав.
кафедри теорії та проектування
суден

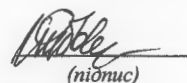


(підпис)

Некрасов В. О.

Рецензенти:

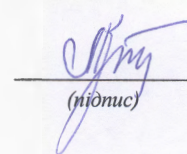
1. Д-р техн. наук, професор, зав.
кафедри матеріалознавства і
технології металів



(підпис)

Дубовий О. М.

2. Д-р техн. наук, професор, зав.
кафедри будівельної механіки та
конструкції корпусу корабля

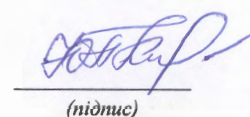


(підпис)

Коростильов Л. І.

Відповідальний у

кораблебудівному ННІ
за атестацію докторів філософії
д-р техн. наук, доцент, професор
кафедри матеріалознавства і
технології металів



(підпис)

Казимиренко Ю. О.