

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XVI Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ

25–26 вересня 2025 рік

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9*



ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2025

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство освіти і науки України; Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України; ДП «Адміністрація морських портів» (Україна); ДП «Адміністрація річкових портів» (Україна); ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (Україна); Південний науковий центр НАН України і МОН України (Україна); Головне управління Державної служби з надзвичайних ситуацій України у Миколаївській області (Україна); Національний університет «Одеська національна академія» (Україна); Одеський національний морський університет (Україна); Черкаський державний технологічний університет (Україна); Національний авіаційний університет (Україна); Компанія «АМІКО ГРУПП» (Україна); Морське інженерне бюро (Україна); АТ «Завод «Екватор» (Україна); Асоціація ветеранів Військово-морських сил України (Україна); Харбінський інженерний університет (КНР); Університет науки і технологій Цзянсу (КНР); Таджикиський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикістан); Кошалінський технічний університет (Польща); Гданьський технологічний університет (Польща); Празький університет хімії і технології (Чеська республіка); Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія); ДУ «Національний антарктичний науковий центр».

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ

ТОВ «Видавничий дім «Гельветика»; науковий журнал «Shipbuilding & marine infrastructure»; журнал «Судноплавство»

Відповідальний за випуск
Павлов Геннадій Вікторович

*Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність наведених даних та посилань.
Матеріали публікуються в авторській редакції*

Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XVI Міжнародна науково-технічна
I-66 конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2025. – 1256 с.

ISBN 978-966-321-487-0

У збірнику наведені матеріали XVI Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 001.895:629.5

ISBN 978-966-321-487-0

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2025

Conclusion. The nature of temperature distribution, both in the section of the part and directly in the weld joint area, during the joining of dissimilar materials, is non-uniform and constantly changing. When thermal cycling according to the developed mode of diffusion welding of industrial parts, a fairly uniform heating of the parts along the radius is ensured. When increasing the temperature range of thermal cycling, it is necessary to take into account the effect of non-uniform heating on the stress-strain state of the joined unit.

Literature

- [1] Falchenko Yu.V. Diffusion welding of magnesium alloy MA2-1 through a zinc interlayer / Yu.V. Falchenko, L.V. Petrushynets, V.Ie. Fedorchuk, V.A. Kostin, O.L. Puzrin/ The Paton Welding Journal, 2023, №9, p. 38-42 <https://doi.org/10.37434/tpwj2023.09.06>
- [2] John, B., Letsch, H., Wölck, J., Hess, M., Hensel, J. Process Technology for DiffusionWelding with Cyclically Pulsative Joining Forces. // Metals, 2023, №13, 547. <https://doi.org/10.3390/met13030547>
- [3] Petrushinets L. Diffusion welding in vacuum of a ferromic alloy on a Ni base / L. Petrushinets, Y. Falchenko, A. Ustinov, T. Melnichenko, Oleg Novomlynets // Technical sciences and technologies, 2017, № 3 (9), p. 63-71 [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2017-3\(9\)-63-71](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2017-3(9)-63-71)
- [4] Mathematical modeling and optimization of vacuum diffusion bonding parameters for predicting and enhancing the strength of dissimilar IN-718/ MSS-410 joints using RSM for power generation applications/ Arun Negemiya, Selvarajan Rajakumar, Tushar Sonar, Mikhail Ivanov // Journal of Advanced Joining Processes, 2024, №9, 100214 <https://doi.org/10.1016/j.jajp.2024.100214>
- [5] Invention patent No. 81583. Method of diffusion welding of materials / V.V. Kvasnitsky, M.V. Matviienko, G.V. Yermolaev, V.F. Kvasnitsky, B.V. Bugaenko, V.Yu. Voloshin. Admiral Makarov National University of Shipbuilding. UA. MPK (2008). V23K 20/14. Appl. 21.11.2006. Publ. 10.01.2008. Bull. 1.

УДК 621.923.74:621.921.34

ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЯГНЕННЯ УНІКАЛЬНИХ ТРИБОТЕХНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПРЯЖЕНЬ КОВЗАННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ

Ошовський В.Я.

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування

Первомайського навчально-наукового інституту

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,

м. Первомайськ, Україна

oshovskyvikt@ukr.net

Анотація. Використання алмазів як структурних складових поверхонь тертя спряжень ковзання, особливо колінчастих валів двигунів внутрішнього згоряння транспортних засобів,

у тому числі судових, що працюють зі змінними режимами, а іноді і в екстремальних умовах, а також компресорів може надати унікальних триботехнічних властивостей поверхням ковзання.

Пропонується на останній операції обробки шаржувати і притирати з'єднані поверхні шийок валу і вкладишів алмазною пастою з дисульфідом молібдену зі стиском для роздрібнення і втиснення зерен алмазу в поверхні. Отримана мікроструктура з алмазними включеннями та присутність дисульфиду молібдену на поверхнях тертя надасть спряженням валу високої зносостійкості і хімічної стійкості, відсутність прихвачувань, зменшить шорсткість і коефіцієнт тертя а таким чином підвищить надійність і ресурс.

Ключові слова: колінчастий вал, алмазні включення, дисульфід молібдену, шаржування зі стиском, унікальні властивості спряжень ковзання.

Недостатні триботехнічні властивості поверхонь тертя призводять до простоїв машин, спричинених непрацездатністю, великого завантаження виробничих потужностей для виготовлення запасних частин, особливо для транспортної техніки, в тому числі судових двигунів і компресорів. Тому в усіх промислово розвинених країнах приділяється посилена увага до проблем тертя та зношування в машинах, шкідливі наслідки яких оцінюються багатьма мільярдами доларів щорічно [1, с. 7-8].

Колінчасті вали двигунів і компресорів виходять з ладу з-за зносу шийок, але досвід і дослідження показують, що більше половини ще до зносу мають risks, царапини, задири та інші дефекти, що іноді призводить до розплавлення підшипникового матеріалу, заклинювання, деформації і навіть поломки валів. Дефекти можуть виникати також з-за відхилень геометричної форми і розташування поверхонь, недостатньої теплопровідності антифрикційного шару підшипника та перегріву масляного шару і зменшенню його в'язкості і товщини, зменшенню при цьому твердості і міцності антифрикційного шару, прихвачуванню до валу і відриву елементів зносу з пошкодженням поверхонь та ін.

Таким чином основними причинами виходу з ладу колінчастих валів є недостатні триботехнічні властивості поверхонь тертя шийки валу і вкладишів, тому їх дослідження і покращання є актуальною проблемою.

Метою роботи є аналіз методу отримання унікальних триботехнічних властивостей спряжень ковзання колінчастих валів двигунів внутрішнього згоряння та компресорів притиранням поверхонь вкладишів до полірованого валу алмазною пастою з дисульфідом молібдену при одночасному подрібненні алмазних включень та їх шаржуванні в стиснуті при терті поверхні.

Основна частина. Практика показує, що надтверді алмазні включення мають високу адгезію до сталі і при шаржуванні поверхонь тертя надають їм унікальних триботехнічних властивостей.

Важливою з них є перетворення в графіт вершин виступів втиснутих в обидві поверхні спряження алмазних включень при локальному їх нагріві при притиранні, що сприяє вирівнюванню і поліруванню поверхонь. А далі гладкі притерті поверхні включень вже не нагріваються до температур перетворення в графіт (900...1000°C) з-за високої теплопровідності алмазу порівняно з іншими структурними складовими антифрикційних сплавів. Це забезпечує високу зносостійкість і малий коефіцієнт тертя поверхонь, збільшує

опорну довжину профілю, запас на знос за рахунок зменшення найменшого функціонального зазору та ресурс роботи спряження [2].

Додавання при шаржуванні дисульфиду молібдену (MoS_2), відомого як тверде мастило зменшує коефіцієнт тертя, попереджує утворення в парах тертя задирок і прихватів навіть при ударних навантаженнях та при температурах до 400°C . MoS_2 має високу адгезію до металевих поверхонь, утворюючи на поверхнях захисний шар, заповнює мікровпадини шорсткості, підсилюючи цим опірність до навантажень [3].

Така обробка поверхонь тертя може дати високий ефект зносостійкості та надійності в екстремальних умовах роботи поршневих двигунів – при перевищенні питомого тиску і температури масла, навіть в умовах напівсухого тертя [4]. Алмазні частинки хімічно інертні і не допускають приварювання продуктів зносу до поверхонь валу, що усуває появу подряпин у спряженнях.

Важливими геометричними характеристиками спряження є відхилення форми і розташування поверхонь, які призводять до локальних перевантажень, зменшення товщини і підвищення температури мастила і навіть до напівсухого тертя. Для зменшення цих відхилень в роботі [5] запропоновано для підгонки поверхні бабітових вкладишів до оброблених поліруванням шийок колінчастого валу – метод рідкопластичного формування поверхонь вкладишів, який дозволяє також в двигунах і компресорах компенсувати відхилення розміру замикаючої ланки, яка визначає відповідно об'єм камери згоряння в кожному циліндрі двигуна та об'єм мертвого простору компресора.

Алмазні структурні складові надають поверхням тертя таких властивостей: низький коефіцієнт тертя, хімічна інертність, висока твердість включень і зносостійкість поверхонь, перетворення виступів мікронерівностей алмазних включень при терті в графіт, що попереджує появу задирок, приварювання мікрочастинок та ін. [6, 7].

Висновок. Таким чином отримання в поверхневих шарах спряжень шийок колінчастого валу і вкладишів мікроструктури з алмазними включеннями методом притирання поверхонь вкладишів до полірованого валу алмазною пастою з дисульфідом молібдену при одночасному подрібненні алмазних включень та їх шаржуванні в стиснуті при терті поверхні може надати унікальних триботехнічних властивостей спряженням та підвищить їх надійність і ресурс, що важливо для поршневих машин транспортних засобів, в тому числі судових, авіаційних, військової техніки та інших.

Література

- [1] Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль : ТНТУ ім. І.Пулля, 2011. – 322 с.
- [2] Ошовський В.Я. Виробничі технології як альтернатива обкатування деталей ДВЗ. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб.* – Кіровоград : КНТУ, 2013. Вип. 43, ч. 1. С. 320-325.
- [3] Ошовський В.Я. Підвищення ресурсу колінчастого валу алмазно-дисульфід-молібденовою приробкою поверхонь тертя. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб.* Кіровоград : КНТУ, 2016. Вип.46. С. 279-286.

[4] Ошовський В. Я. Підвищення зносостійкості поверхонь спряження деталей з підшипниками ковзання в екстремальних умовах тертя. *Science and innovation of modern world. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference*. Cognum Publishing House. London, United Kingdom. 2023. Pp. 273-281.

[5] Ошовський В.Я., Григурко І.О., Капура І.А. Рідкопластичне формування поверхонь бабітових вкладишів. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб.* Кіровоград : КНТУ, 2014. Вип. 44. С. 248-251.

[6] Ошовський В. Я., Капура І.А. Шаржування поверхонь спряжень шийок колінчастого валу для підвищення їх зносостійкості без обкатування. *Science and innovation of modern world. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference*. Cognum Publishing House. London, United Kingdom. 2023. Pp. 251-254.

[7] Ошовський В.Я. Особливості роботи та підвищення ресурсу рухомих спряжень поршневих двигунів внутрішнього згоряння. *Global science : prospects and innovations. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference*. Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. 2024. Pp. 134-139.

PROSPECTS OF ACHIEVING UNIQUE TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF SLIDING CONNECTIONS OF CRANKSHAFTS

Oshovskyi Viktor Yakiv

Pervomaisk Educational and Scientific Institute of Admiral Makarov national university of shipbuilding.

Abstract. The use of diamonds as structural components of friction surfaces of sliding joints, especially crankshafts of internal combustion engines of vehicles, including marine engines operating with variable modes and sometimes in extreme conditions, as well as compressors, can provide unique tribotechnical properties to sliding surfaces.

It is proposed that the final machining operation should be to carve and lap the mating surfaces of the shaft journals and liners with diamond paste containing molybdenum disulfide with compression to crush and embed the diamond grains into the surface.

It is proposed that the final machining operation should be to carve and lap the mating surfaces of the shaft journals and liners with diamond paste containing molybdenum disulfide with compression to crush and embed the diamond grains into the surface.

Keywords: crankshaft, diamond inclusions, molybdenum disulfide, compression rolling, unique properties of sliding conjugations.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУДЕН НА ПОВІТРЯНІЙ ПОДУШЦІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ЛОГІСТИКИ Дядюра Є.Ю., Ткаченко Ю.М.	139
РОЗРАХУНОК ПІДКРІПЛЕНЬ ПІД КОНТЕЙНЕРИ НА ПОДВІЙНОМУ ДНІ Шарун Г.В.	142
СЕКЦІЯ 2. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СУДНОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ	
НАНОСТРУКТУРУВАННЯ СТАЛЕЙ І НАПИЛЕНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ВУЗЛІВ СУДНОВИХ МЕХАНІЗМІВ Дубовий О.М., Lu Sheng, Карпеченко А.А., Бобров М.М.	146
ОТРИМАННЯ ПЛАЗМОВИХ МЕТАЛОКЕРАМІЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ Ярос Ю.О., Карпеченко А.А., Бобров М.М., Кондратьєва А.А., Савенков О.І.	150
ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ПРОЦЕСУ ПРИ БАГАТОЕЛЕКТРОДНОМУ НАПЛАВЛЕННІ Драган С.В., Ярослав Ю.О., Бойко І.О., Козловський Д.С.	153
ПІДВИЩЕННЯ ДЕМПФІРУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І СПЕЦІАЛЬНИХ СПЛАВІВ Лебедєва Н.Ю., Казимиренко Ю.О.	156
МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ ПРОБЛЕМИ Ф'ЮЗИНГ-ТЕХНОЛОГІЙ І ФРІТТА-ДЕКОРУ Казимиренко Ю.О.	160
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ДРІБНОСЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ Боду С.Ж., Новошицький А.В., Шумілов О.П.	164
ЗНОСОТРИВКИЙ СПЛАВ НА ОСНОВІ НІКЕЛЮ Костін О.М., Шаблій Т.Ю.	167
АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ Лебедєв В.О., Лой С.А., Спіхтаренко В.В.	169
ПОКРАЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТРУМОПІДВОДУ Лебедєв В.О., Лой С.А., Спіхтаренко В.В.	173
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ІЗ ЗАСТОСОВАННЯМ УЛЬТРАЗВУКУ Лебедєв В.О., Лой С.А.	176
ENHANCING THE WEAR RESISTANCE OF CUTTING TOOLS THROUGH DISCRETE LASER TREATMENT FOLLOWED BY NITRIDING Olexandr Nikolaiev, Vitaliy Polishchuk, Erik Strelchenko	179
ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ПРИВАРЮВАННІ ПІД ФЛЮСОМ АНКЕРНИХ СТРИЖНІВ ІЗ АРМАТУРНОЇ СТАЛІ Гладченко Д.С., Драган С.В., Ярослав Ю.О.	181
STUDY OF TEMPERATURE DISTRIBUTION IN A JOINT OF DISSIMILAR MATERIALS DURING DIFFUSION WELDING Matviienko M.V.	185
ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЯГНЕННЯ УНІКАЛЬНИХ ТРИБОТЕХНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПРЯЖЕНЬ КОВЗАННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ Ошовський В.Я.	188
STUDY OF STRESS-STRAIN STATE OF WELDED AND SOLDERED ASSEMBLY FROM DISSIMILAR MATERIALS WITH AN INTERLAYER UNDER TEMPERATURE-FORCE LOADING Matviienko M.V.	192
ЗАСТОСУВАННЯ 3D ДРУКУ ТА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ, ЯК СУЧАСНИЙ ЕТАП РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ Капура І.А.	195