Chinese Journal of Mechanical Engineering. 2022. Vol. 35. 90. https://doi.org/10.1186/s10033-022-00762-9.

5. Геворкян Е., Нерубацький В., Комарова Г. Удосконалення експлуатаційних характеристик елементів транспортних систем за рахунок застосування нанокомпозитів на основі діоксиду цирконію. Збірник тез VI всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції *«Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем»* (Рівне, НУВГП, 27–28 листопада 2025 р.). Рівне: НУВГП, 2025. С. 194–197.

6. Геворкян Е. С., Нерубацький В. П., Каграманян А. О., Комарова Г. Л., Волошина Л. В. Оптимізація експлуатаційних характеристик засобів залізничного транспорту за рахунок впровадження нанокомпозиційних матеріалів на основі діоксиду цирконію. Тези 3-ї міжнародної науково-технічної конференції *«Прогресивні технології засобів транспорту»* (Харків, УкрДУЗТ, 03–04 грудня 2025 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 126–128.

7. Нерубацький В. П., Геворкян Е. С., Комарова Г. Л., Волошина Л. В. Дослідження впливу нанодобавок на фізико-хімічні властивості частково стабілізованого діоксиду цирконію, що використовується у функціональних матеріалах транспортного призначення. Тези доповідей 6-ї міжнародної науково-технічної конференції *«Інтелектуальні транспортні технології»* (Харків, УкрДУЗТ, 24–26 листопада 2025 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 292–294.

8. Нерубацький В. П., Геворкян Е. С., Комарова Г. Л. Сучасні технології створення поліфункціональної нанокераміки ZrO_2–WC для підвищення ресурсу деталей промислового обладнання і транспорту. Матеріали 26-го міжнародного науково-технічного семінару *«Сучасні питання виробництва та ремонту в промисловості і на транспорті»* (Київ, Асоціація технологів-машинобудівників України, 31 березня – 02 квітня 2026 р.). Київ: АТМ України; Житомир: ПП «Рута», 2026. С. 93–95.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ КОМПОЗИТІВ СИСТЕМИ ZrO_2(3 мол.% Y_2O_3)–WC ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

канд. техн. наук, доцент Нерубацький Володимир Павлович
д-р техн. наук, профессор Геворкян Едвін Спартакович
канд. техн. наук, доцент Комарова Ганна Леонідівна
канд. техн. наук Волошина Людмила Володимирівна
Український державний університет залізничного транспорту

Підвищення якості технологічних процесів машинобудівних і ремонтних підприємств належить до пріоритетних завдань сучасного промислового виробництва, оскільки саме рівень виконання відновлювальних операцій безпосередньо визначає надійність, довговічність і безпечність експлуатації технічних систем. Для підприємств, діяльність яких пов'язана з відновленням деталей транспортного та енергетичного обладнання, особливого значення набуває забезпечення стабільності властивостей матеріалів, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування, змінних механічних навантажень і підвищених температур. За таких умов передчасне руйнування поверхневих шарів деталей призводить до збільшення витрат на ремонт, зростання тривалості простоїв обладнання та зниження техніко-економічної ефективності виробництва.

Актуальність застосування нових матеріалів у ремонтному виробництві зумовлена обмеженими можливостями традиційних конструкційних матеріалів, які не завжди забезпечують необхідне поєднання твердості, тріщиностійкості та термічної стабільності. Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є використання високоміцних керамічних композитів на основі діоксиду цирконію, стабілізованого оксидом ітрію, з додаванням карбіду вольфраму [1–3]. Така композиція забезпечує формування матеріалу з високою зносостійкістю, стійкістю до локального руйнування та здатністю зберігати структурну стабільність упродовж тривалої експлуатації [4, 5]. Підвищення механічної надійності цих матеріалів пояснюється поєднанням дисперсного зміцнення частинками WC і трансформаційного зміцнення цирконієвої матриці, що стримує розвиток мікротріщин у поверхневому шарі [6, 7].

Формування композитів системи ZrO_2(3 мол.% Y_2O_3)–WC доцільно здійснювати методом електроконсолідації порошкових матеріалів[8, 9], який характеризується одночасною дією імпульсного електричного струму та механічного тиску. На відміну від традиційного спікання, зазначений метод забезпечує прискорене ущільнення порошкової суміші, обмежує ріст зерен і сприяє формуванню однорідної дрібнодисперсної структури. Це дозволяє отримувати матеріали з твердістю 14–16 ГПа та в'язкістю руйнування 8–12МПа·м$^{1/2}$, що суттєво перевищує характеристики багатьох традиційних керамічних матеріалів, які використовуються під час відновлення деталей. Одночасно скорочується тривалість технологічного циклу, що позитивно впливає на продуктивність ремонтного виробництва та зменшує питомі енерговитрати.

Важливою умовою практичного використання таких композитів є забезпечення стабільності їх властивостей у серійному виробництві. Це потребує комплексного контролю якості на всіх етапах технологічного процесу – від підготовки порошкової сировини до оцінювання структури та експлуатаційних характеристик готового матеріалу. Контролю підлягають гранулометричний склад порошків, рівномірність розподілу зміцнювальної

фази, температурно-силові параметри електроконсолідації та щільність отриманого матеріалу. Запровадження системного метрологічного супроводу дозволяє зменшити варіацію властивостей між партіями, знизити ризик прихованих дефектів і підвищити відтворюваність технологічного процесу [10, 11]. Саме стабільність структури є визначальною передумовою для впровадження нових композитів у практику ремонтних підприємств.

З економічної точки зору використання композитів системи ZrO_2(3 мол.% Y_2O_3)–WC супроводжується певним збільшенням початкової собівартості відновлення деталей, що пов'язано з вищою вартістю вихідної сировини та необхідністю застосування спеціалізованого обладнання. Проте підвищення ресурсу робочих поверхонь у 2–3 рази забезпечує істотне скорочення витрат на повторні ремонти, зменшення тривалості простоїв обладнання та зниження експлуатаційних втрат. У результаті сумарні витрати протягом життєвого циклу виробу зменшуються, а інтегральний економічний ефект перевищує витрати на впровадження нової технології. Додатковою перевагою є зниження кількості дефектів завдяки стабільнішому формуванню структури матеріалу, що безпосередньо впливає на підвищення якості ремонтних робіт.

Отже, застосування високоміцних композитів системи ZrO_2(3 мол.% Y_2O_3)–WC є перспективним напрямом підвищення якості ремонтного виробництва. Поєднання високих фізико-механічних характеристик, підвищеної довговічності та позитивного економічного ефекту створює передумови для їх ефективного використання у технологіях відновлення відповідальних деталей машин і транспортного обладнання. Практичне впровадження таких матеріалів сприяє підвищенню надійності відремонтованих вузлів і зростанню конкурентоспроможності ремонтних підприємств у сучасних умовах промислового виробництва.

Перелік посилань

1. Геворкян Е., Нерубацький В., Комарова Г. Удосконалення експлуатаційних характеристик елементів транспортних систем за рахунок застосування нанокомпозитів на основі діоксиду цирконію. Збірник тез VIвсеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції *«Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем»* (Рівне, НУВГП, 27–28 листопада 2025 р.). Рівне: НУВГП, 2025. С. 194–197.

2. Нерубацький В. П., Геворкян Е. С., Комарова Г. Л., Волошина Л. В. Дослідження впливу нанодобавок на фізико-хімічні властивості частково стабілізованого діоксиду цирконію, що використовується у функціональних матеріалах транспортного призначення. Тези доповідей 6-ї міжнародної науково-технічної конференції *«Інтелектуальні транспортні технології»* (Харків, УкрДУЗТ, 24–26 листопада 2025 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 292–294.

3. Morozova O. M., Martyrosyan S. R., Nerubatskyi V. P. The determination of the dependence of mechanical characteristics of ZrO_2–3 wt% Y_2O_3 on the sintering mode of ceramics moulding by electroconsolidation method. Матеріали 4-ї міжнародної науково-технічної конференції *«Інтелектуальні транспортні технології»* (Харків, УкрДУЗТ, 27–28 листопада 2023 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2023. С. 329–330.

4. Ünal N., Kern F., Öveçoğlu M. L., Gadow R. Influence of WC particles on the microstructural and mechanical properties of 3 mol% Y_2O_3 stabilized ZrO_2 matrix composites produced by hot pressing. *Journal of the European Ceramic Society.* 2011. Vol. 31, Iss. 13. P. 2267–2275. https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2011.05.032.

5. Jiang D., Van der Biest O., Vleugels J. ZrO_2–WC nanocomposites with superior properties. *Journal of the European Ceramic Society.* 2007. Vol. 27, Iss. 2–3. P. 1247–1251. https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2006.05.028.

6. Нерубацький В. П., Геворкян Е. С., Комарова Г. Л. Сучасні технології створення поліфункціональної нанокераміки ZrO_2–WC для підвищення ресурсу деталей промислового обладнання і транспорту. Матеріали 26-го міжнародного науково-технічного семінару *«Сучасні питання виробництва та ремонту в промисловості і на транспорті»* (Київ, Асоціація технологів-машинобудівників України, 31 березня – 02 квітня 2026 р.). Київ: АТМ України; Житомир: ПП «Рута», 2026. С. 93–95.

7. Геворкян Е. С., Нерубацький В. П., Комарова Г. Л., Волошина Л. В. Наноструктуровані керамічні композити на основі SiC, ZrO_2 та WC для підвищення надійності та метрологічної стабільності транспортних систем. Тези доповідей 6-ї міжнародної науково-технічної конференції *«Інтелектуальні транспортні технології»* (Харків, УкрДУЗТ, 24–26 листопада 2025 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 281–284.

8. Hevorkian E. S., Nerubatskyi V. P., Rucki M., Kilikevicius A., Mamalis A. G., Samociuk W., Morozow D. Electroconsolidation method for fabrication of fine-dispersed high-density ceramics. *Nanotechnology Perceptions.* 2024. Vol. 20, No. 1. P. 100–113. https://doi.org/10.56801/nano-ntp.v20i1.363.

9. Vovk R. V., Samociuk W., Hevorkian E. S., Nerubatskyi V. P., Chyshkala V. O., Komarova H. L., Voloshyna L. V.Modeling of density estimation during sintering of zirconium dioxide by the method of electroconsolidation. *Low Temperature Physics.* 2026.Vol. 52, No. 4. P. 510–516. https://doi.org/10.1063/10.0043203.

10. Комарова Г., Геворкян Е., Нерубацький В., Волошина Л. Підвищення ефективності метрологічного забезпечення якості виробництва на підприємствах залізничного транспорту. Тези доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції *«Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи»* (Львів, НУ «Львівська політехніка», 20–21 листопада 2025 р.). Львів: ЛА «Піраміда», 2025. С. 136–137.

11. Геворкян Е. С., Нерубацький В. П., Комарова Г. Л., Волошина Л. В., Сухорученкова А. І. Метрологічне забезпечення контролю функціональних параметрів наноструктурованих матеріалів для інтелектуальних транспортних технологій. Тези 3-ї міжнародної науково-технічної конференції *«Прогресивні технології засобів транспорту»* (Харків, УкрДУЗТ, 03–04 грудня 2025 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 122–124.

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

канд. с.-г. наук, доцент Панкова Оксана Володимирівна
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

У сучасних умовах реформування системи вищої освіти України особливої актуальності набуває питання підготовки фахівців, компетентних у сфері забезпечення якості освітньої діяльності. Розвиток внутрішніх систем якості у закладах вищої освіти, впровадження стандартів ESG-2015 та орієнтація на європейський освітній простір зумовлюють потребу у формуванні нового типу професійних компетентностей у науково-педагогічних працівників, керівників освітніх програм та фахівців структурних підрозділів із забезпечення якості.

Особливістю навчання таких фахівців є його міждисциплінарний характер, що поєднує педагогічні, управлінські, аналітичні та нормативно-правові знання. Важливим компонентом підготовки виступає формування здатності здійснювати моніторинг освітніх програм, аналіз результатів навчання, організацію внутрішнього аудиту якості та розроблення коригувальних заходів.

Суттєву роль у підготовці фахівців відіграє практико-орієнтований підхід. Як зазначає Anca Greere, ефективне навчання у сфері quality assurance повинно базуватися на моделюванні реальних професійних ситуацій, роботі з кейсами, аналізі індикаторів якості та розвитку навичок прийняття управлінських рішень. Особливе значення має адаптація програм підготовки до потреб конкретних груп стейкхолдерів — адміністративного персоналу, викладачів, гарантів освітніх програм та здобувачів освіти.

В умовах цифровізації освіти важливою особливістю навчання стає використання електронних платформ для збору та аналізу даних щодо якості освітнього процесу. Це дозволяє формувати у фахівців компетентності у сфері освітньої аналітики, роботи з інструментами зворотного зв’язку та системами моніторингу.

Таким чином, підготовка фахівців з питань забезпечення якості повинна орієнтуватися не лише на засвоєння нормативної бази, а й на