

УДК 621.002.3:669.14.018.29

**Колесніков Валерій Олександрович**

*к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», науковий співробітник відділу «міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України  
e-mail: kolesnikov197612@gmail.com  
http://orcid.org/0000-0003-2010-3368*

### **КОНЦЕПЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТАЛЕЙ ТА СПЛАВІВ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ З ВИКОРИСТАННЯМ СКРИНІНГОВИХ АНАЛІЗІВ**

В енергетичному обладнанні використовується широкий спектр сталей та сплавів. Наприклад, для виготовлення поковок валів роторів використовують сталі: 34ХМА, 34ХН1А, 25Х1М1ФА, 20Х3МВФА, 34ХН1МА, 38ХН3МФА, 34ХН3МФА, 27ХН3МФА, 36ХН3МФА, 25Х2Н4МФА та ін. [1]. Вали роторів турбін для циліндрів високого, середнього та низького тиску виробляються зі сталей 25Х1М1ФА, 30ХН3М1ФА, 26ХН3М2ФА, 23CrMoNiWV88 та інших. (маса ковальського злитка – до 15 т, діаметр готового виробу – до 2000 мм) [2].

Деталі енергетичного обладнання під час виготовлення та ремонтів зазвичай зазнають механічної обробки (точіння, свердління, шліфування тощо), це також стосується і високоміцних сплавів. Під час їх обробки застосовують різні технологічні рідини, що можуть впливати на їх властивості. Також під час експлуатації з матеріалом деталі можуть відбуватись певні зміни, наприклад, деградація матеріалу, що може спостерігатись у зміні властивостей, зміні твердості, та зміні структурно-фазового складу. Одними з найінформативніших джерел, які дозволяють аналізувати та корегувати технологічний процес можуть виступати продукти різання, а під час експлуатації трибоз'єднань – продукти зношування, також сюди можна включити й продукти корозії.

Метою роботи було узагальнити данні щодо застосування напрацювань пов'язаних з використанням даних щодо продуктів різання та зношування, в контексті практичного застосування, разом з їх відбором (скринінговий аналіз) під час виготовлення, ремонту та експлуатації деталей для енергетичного обладнання.

Попередні дослідження дозволили встановити, що в технологічній документації [3] наголошується, що для роторів турбоагрегатів, які експлуатуються протягом тривалого часу, можуть виділятися засолення, відкладення продукти корозії, зношування, та ін., які необхідно відбирати з метою проведення скринінгових аналізів.

Власні дослідження дозволили встановити [4], що інтенсивність зношування наводнених зразків високоазотних холоднодеформованих

марганцевих сталей в'ятеро вища, ніж ненаводнених. Розміри продуктів зношування без наводнювання становлять 25...40  $\mu\text{m}$  при  $P = 400\text{ N}$  та 40...100  $\mu\text{m}$ , якщо  $P = 500\text{ N}$ . У наводнених зразків – більше 350  $\mu\text{m}$  за навантаження 250 N і 600...1000  $\mu\text{m}$  при  $P = 400\text{ N}$ .

На рис. 1 наведені фотографії продуктів зношування, що відокремились в умовах тертя. Частинка, яка викришилась із наводненого зразка, має більші розміри й відмінна за морфологією від частинок, які викришилися під час тертя без змащування (див. рис. 1а). Стрілкою 1 вказано тераси, проте такий мікрорельєф зустрічається рідко.

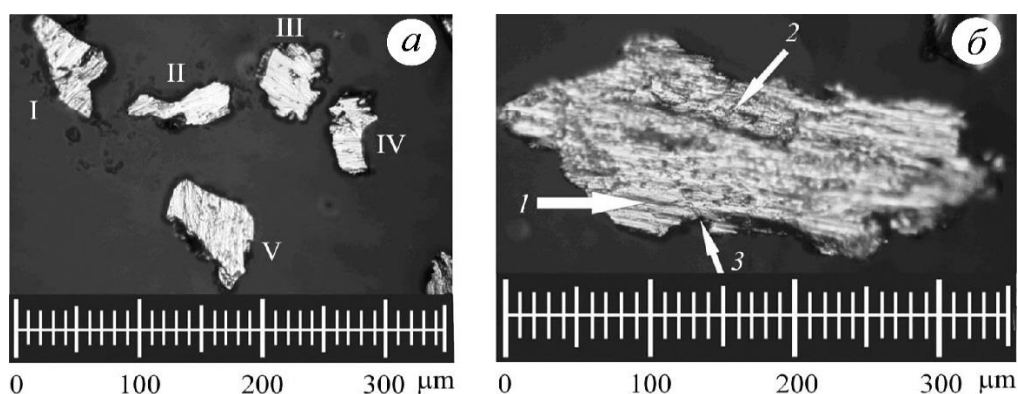


Рисунок 1 – Частинки зношування (I–V), що викришилися в умовах тертя без змащування під час захоплення (а:  $\times 500$ ;  $P = 500\text{ N}$ ;  $V = 2,25\text{ m/s}$ ), та частинка зношування після наводнювання (б:  $\times 500$ ;  $P = 250\text{ N}$ ;  $V = 2,25\text{ m/s}$ ).

Стрілка 2 вказує на переважальну зону зі слідами «виривів» та захоплення, яка у порівнянні з іншими займає велику площу, і ймовірно, саме від неї відділився великий об'єм матеріалу. На багатьох продуктах зношування спостерігали тріщини (рис. 1б, позиція 3).

Подальші дослідження були направлені на дослідження механічної обробки сплавів для енергетичної галузі [5]. В тому числі з застосуванням змащувальне охолоджувальних рідин (ЗОР) виготовлених на базі вітчизняної сировини (які містять соняшникову або ріпакову олії), що робить їх «екологічно чистими» та здатними до розкладання та перероблювання, у порівнянні з ЗОР виготовленими на нафтовій основі.

На рисунку 2 показана безпосередньо оброблювальна поверхня, її 3D реконструкція, яку можна реалізувати за допомогою різних пакетів комп'ютерних програм та застосування програмування (наприклад, скриптів написаних за допомогою мови високого рівня Python). Також на цьому рисунку наведений фрагмент окремої стружки, що зазнала корозійного впливу (в даному випадку води, яка застосовувалась замість ЗОР).

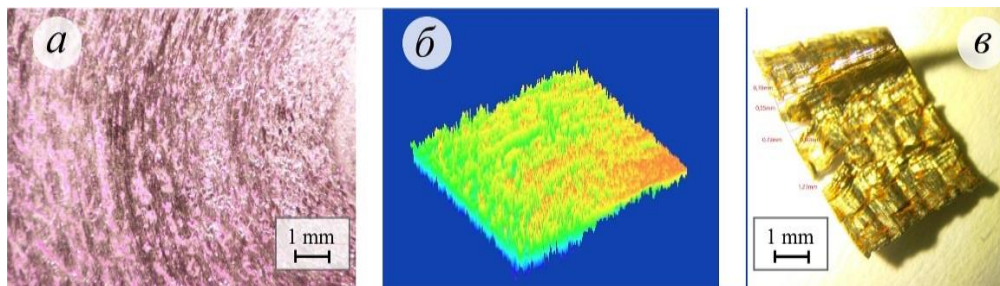


Рисунок 2 – Поверхня різання феритно-перлітної сталі 45 (а); 3D побудована візуалізація поверхні різання (б); частинка різання, що має корозійні пошкодження (в).

Застосування методів комп'ютерного зору для ідентифікації поверхні різання (в тому числі під час ремонтів), продуктів різання та зношування є перспективним шляхом, що дозволяє отримувати інформацію для корегування технологічних процесів, робити висновки про працездатність та довговічність машин та механізмів задіяних в різних галузях.

#### Список використаних джерел та літератури

1. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: **К.В. Фролов** (пред.) и др. – М. Машиностроение. Турбинные установки. Том IV - 19. / **В.А. Рассохин, Л.А. Хоменок, В.Б. Михайлов** и др. Под общ. ред. **В.С. Васильева**. М.: Машиностроение. 2015. 1030 с.
2. Поковки для энергетики. Режим доступа: [http://bonus-dnpr.com.ua /category/ener go.htm](http://bonus-dnpr.com.ua/category/energo.htm). (дата звернення: 24.02.2020).
3. Техническое задание на выполнение работ «Комплексная диагностика турбогенератора ТГ – 6 во время ремонта». Режим доступа: [https://www.google.com /url?sa= t&rct=j &q=&es rc=s&source=web&c d=1&cad](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cad) (дата звернення: 24.02.2020).
4. **Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O.** Investigation of wear products of high-nitrogen manganese steels. Materials Science. Volume 45, Issue 4, July 2009, Pages 576-581. DOI: 10.1007/s11003-010-9216-1.
5. **Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Havrylyuk, M.R.** Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel. Materials Science. Volume 54, Issue 5, 15 March 2019, Pages 722-727. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7.



ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»



# СУЧАСНА НАУКА: СТАН, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

---

МАТЕРІАЛИ  
І ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ

Україна,  
м. Старобільськ,  
2020

Міністерство освіти і науки України

Державний заклад «Луганський національний  
університет імені Тараса Шевченка»

# СУЧАСНА НАУКА: СТАН, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

МАТЕРІАЛИ  
І ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-  
ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

*(м. Старобільськ, 14–15 квітня 2020 року)*

*м. Старобільськ  
2020*



**Програмний комітет:**

**С. В. Савченко**, голова комітету, д.п.н., професор, член-кореспондент НАПН України, ректор ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

**Члени програмного комітету:**

**Л. В. Баль-Прилико**, д.т.н., професор, академік НАН вищої освіти України, декан факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

**Т. О. Пушкарьова**, д.п.н., професор, член-кореспондент НАПН України, начальник відділу проектної діяльності ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» Міністерства освіти і науки України, м. Київ, Україна

**В. Т. Надикто**, д.т.н., професор, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН України, заслужений діяч науки і техніки України, м. Мелітополь, Україна

**Л. О. Базиль**, д.п.н., доцент, учений секретар Інституту професійно-технічної освіти НАПН України, м. Київ, Україна

**О. І. Балицький**, д.т.н., професор, провідний співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, Україна

**І. І. Цимбал**, к.п.н., ректор Луганського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти, м. Северодонецьк, Україна

**Я. Хмель**, д.т.н., професор, завідувач кафедри технологічних процесів Морської академії у Щеціні, м. Щецін, Республіка Польща

**Я. Еліаш**, д.т.н., професор, завідувач кафедри експлуатації автомобілів Західнопоморського технологічного університету в Щеціні, м. Щецін, Республіка Польща

**Організаційний комітет:**

**Л. Ц. Ваховський**, голова комітету, д.п.н., професор, проректор з науково-педагогічної роботи ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

**В. Ф. Дрель**, заступник голови комітету, к.б.н., доцент, директор навчально-наукового інституту торгівлі, обслуговуючих технологій та туризму ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

**Члени організаційного комітету:**

**О. Л. Караман**, д.п.н., професор, директор навчально-наукового інституту педагогіки і психології ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

**С. В. Маслійов**, д.с.-г.н., професор кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

**В. В. Бурдун**, к.п.н., доцент, завідувач кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

**Д. П. Крамаренко**, к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

**В. О. Колесніков**, к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

**М. М. Морозова**, к.п.н., доцент кафедри товарознавства, торговельного підприємництва та експертизи товарів ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна

Сучасна наука: стан, проблеми перспективи: матеріали І Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 року). – Старобільськ: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2020. – 222 с. – Текст укр., англ. мовою.

У матеріалах конференції розглядається наукове обґрунтування проблемних питань сучасної освіти та розвитку науки в умовах цивілізаційних змін та соціально-економічної трансформації; аспекти налагодження співпраці та обмін досвідом, науковими ідеями в галузях освіти, науки, харчових технологій, готельно-ресторанної справи, автомобільного транспорту та прикладного матеріалознавства, сучасних агротехнологій, торгівлі, торговельного підприємництва та експертизи товарів.

УДК 001(06)

Рекомендовано до друку Вченою радою ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка» (протокол № 9, від 30 квітня 2020 р.) Матеріали друкуються в авторській редакції мовами оригіналів, за виклад, зміст і достовірність яких відповідальні автори.

Погляди, відображені у публікаціях, не завжди можуть співпадати з офіційною позицією організаторів конференції.

Розповсюдження та тиражування без офіційного дозволу Державного закладу «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» заборонено.

© ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»,  
2020

*Матвеева М. В.*

ТРУДОВЕ НАВЧАННЯ ЯК ЗАСІБ СОЦІАЛІЗАЦІЇ ДІТЕЙ  
З ОСОБОВИМИ ОСВІТНІМИ ПОТРЕБАМИ ..... 107

**ПРИКЛАДНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО  
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
В АВТОМОБІЛЬНІЙ ГАЛУЗІ**

*Балицький О. І., Іваськевич Л. М., Колесніков В. О., Ріпей І. В.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИКЛІЧНОЇ ТРИЩИНІСТІЙКОСТІ СТАЛІ  
38ХНЗМФА ПІСЛЯ НАВОДНЮВАННЯ ..... 112

*Беседа О. О.*

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНІЧНОГО  
ДІАГНОСТУВАННЯ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛІВ ..... 1 15

*Завгородній Є. Є.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВ'ЯЗКІВ МІЖ ТЕХНІЧНИМИ  
ПАРАМЕТРАМИ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ ЯК  
СКЛАДНИКІВ, ЩО ФОРМУЮТЬ СИСТЕМУ ..... 121

*Іценко Б. М., Крива Є. М., Фірсов О. І., Колесніков В. О.*

ПРИКЛАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ..... 125

*Колесніков В. О.*

КОНЦЕПЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ  
СТАЛЕЙ ТА СПЛАВІВ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ З  
ВИКОРИСТАННЯМ СКРИНІНГОВИХ АНАЛІЗІВ ..... 128

*Лященко С. О., Колієв М. В., Серов І. І., Колесніков В. О.*

ЗАСТОСУВАННЯ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ ТА  
ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ МАТЕРІАЛІВ З  
ПІДВИЩЕНОЮ КОРОЗІЙНОЮ СТІЙКІСТЮ ..... 131

*Ревякіна О. О.*

ГЕОМЕТРО-КІНЕМАТИЧНІ КРИТЕРІЇ АРКОВИХ  
ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ, ЩО МАЮТЬ ВИХІДНИЙ КОНТУР,  
ОБКРЕСЛЕНИЙ ДОВІЛЬНОЮ КРИВОЮ ..... 134

*Хмель Я., Балицький О. І., Колесніков В. О.*

КОНЦЕПЦІЯ ВРАХОВУВАННЯ МОРФОЛОГІЇ ПРОДУКТІВ  
ЗНОШУВАННЯ ЯК ІНФОРМАЦІЙНИХ ЧИННИКІВ ЩОДО  
КОРЕГУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ ТА  
ОБЛАДНАННЯ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ..... 137

*Еліаш Я., Балицький О. І., Гаврилюк М. Р., Колесніков В. О.*

ДЕЯКІ МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ ТА МОРФОЛОГІЯ  
ПРОДУКТІВ РІЗАННЯ ЯК ІНФОРМАЦІЙНІ ЧИННИКИ  
ЩОДО КОРЕГУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД  
ЧАС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ СПЛАВІВ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ  
ГАЛУЗІ ..... 140

193. Колесніков В.О. Концепція проведення комплексних досліджень статей та сплавів для енергетичної галузі з використанням скринінгових аналізів. *I-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи»*. Матеріали. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 р. С. 128 – 130.

[https://www.researchgate.net/publication/342787506\\_Ministerstvo\\_osviti\\_i\\_nauki\\_Ukraini\\_Derzavnij\\_zaklad\\_Luganskij\\_nacionalnij\\_universitet\\_imeni\\_Tarasa\\_Sevcenka](https://www.researchgate.net/publication/342787506_Ministerstvo_osviti_i_nauki_Ukraini_Derzavnij_zaklad_Luganskij_nacionalnij_universitet_imeni_Tarasa_Sevcenka)

[https://www.researchgate.net/publication/342397259\\_Programa\\_SUCHASNA\\_NAUKA\\_STAN\\_PROBLEMI\\_PERSPEKTIVI\\_14\\_04\\_2020\\_SUCASNA\\_NAUKA\\_STAN\\_PROBLEMI\\_PERSPEKTIVI\\_PROGRAMA\\_I\\_VSEUKRAINSKOI\\_NA\\_UKOVO-PRAKTICNOI\\_KONFERENCII\\_m\\_Starobilsk\\_14-15\\_kvitna\\_2020\\_roku\\_DZ](https://www.researchgate.net/publication/342397259_Programa_SUCHASNA_NAUKA_STAN_PROBLEMI_PERSPEKTIVI_14_04_2020_SUCASNA_NAUKA_STAN_PROBLEMI_PERSPEKTIVI_PROGRAMA_I_VSEUKRAINSKOI_NA_UKOVO-PRAKTICNOI_KONFERENCII_m_Starobilsk_14-15_kvitna_2020_roku_DZ)

[https://kolesnikov.ucoz.com/load/koncepcija\\_provedennja\\_kompleksnikh\\_doslidzen\\_stalej\\_ta\\_splaviv\\_dlja\\_energetichnoji\\_galuzi\\_z\\_vikoristannjam\\_skriningovikh\\_analiziv/1-1-0-227](https://kolesnikov.ucoz.com/load/koncepcija_provedennja_kompleksnikh_doslidzen_stalej_ta_splaviv_dlja_energetichnoji_galuzi_z_vikoristannjam_skriningovikh_analiziv/1-1-0-227)

[https://researchworker.ucoz.ru/load/konferencii/koncepcija\\_provedennja\\_kompleksnikh\\_doslidzen\\_stalej\\_ta\\_splaviv\\_dlja\\_energetichnoji\\_galuzi\\_z\\_vikoristannjam\\_skriningovikh\\_analiziv/6-1-0-343](https://researchworker.ucoz.ru/load/konferencii/koncepcija_provedennja_kompleksnikh_doslidzen_stalej_ta_splaviv_dlja_energetichnoji_galuzi_z_vikoristannjam_skriningovikh_analiziv/6-1-0-343)

[https://www.researchgate.net/publication/343193317\\_Kolesnikov\\_VO\\_Koncepcia\\_provedenna\\_kompleksnikh\\_doslidzen\\_stalej\\_ta\\_splaviv\\_dla\\_energeticnoi\\_galuzi\\_z\\_vikoristannjam\\_skriningovih\\_analiziv\\_I-sa\\_Vseukrainska\\_nauk-prakt\\_internet-konf\\_Sucasna\\_nauka\\_stan\\_p?\\_sg=nt3-RTQdsE0gxpQ3FkBs5dQto7AhZI-zGWWI7SSGcS6YuWPG7luSvRekRvYhWIHRI5QXngLMOvmQSSZ4GziAAW\\_aBUMGPutFXXuFkn5XQ.pWYojSiVqqDX6k6Bc4biWvGIJQp7L53T46WF\\_ZSD\\_Q2OFgDwr--pM\\_UwV9rRlyi4\\_Exhe-uO\\_JD-sJgqYVwM7Sw](https://www.researchgate.net/publication/343193317_Kolesnikov_VO_Koncepcia_provedenna_kompleksnikh_doslidzen_stalej_ta_splaviv_dla_energeticnoi_galuzi_z_vikoristannjam_skriningovih_analiziv_I-sa_Vseukrainska_nauk-prakt_internet-konf_Sucasna_nauka_stan_p?_sg=nt3-RTQdsE0gxpQ3FkBs5dQto7AhZI-zGWWI7SSGcS6YuWPG7luSvRekRvYhWIHRI5QXngLMOvmQSSZ4GziAAW_aBUMGPutFXXuFkn5XQ.pWYojSiVqqDX6k6Bc4biWvGIJQp7L53T46WF_ZSD_Q2OFgDwr--pM_UwV9rRlyi4_Exhe-uO_JD-sJgqYVwM7Sw)