

ISSN 1813-6796

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Міністерство освіти і науки
України

BULLETIN

ВІСНИК

of the Kyiv National
University of Technologies
and Design

Київського національного
університету технологій
та дизайну

Серія
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ»

№ 2 (84), 2015



Журнал розміщено в міжнародних наукометричних базах даних, репозитаріях та пошукових системах:



Ulrich's Periodicals Directory, EBSCOhost, WorldCat, РИНЦ, Index Copernicus, Research Bible, PBN, JIF, OAJI, InfoBase Index, ISI, UIF, CiteFactor

Шановні колеги!

**Редакція наукового фахового журналу
ВІСНИК КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
запрошує до співпраці у рамках опублікування наукових
статей.**

Пропонуємо оформити передплату журналу в редакції:

01011, м. Київ, вул. Немировича-Данченка, 2, корп. 1, к. 250, 252

тел.: +38 (044) 256-29-86, e-mail: vistnyk@knuutd.com.ua, <http://vistnyk.knuutd.com.ua/>

**ЗАПРОШУЄМО
до
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
БІБЛІОТЕКИ**

**Київського національного
університету
технологій та дизайну**

<http://biblio.co.ua>

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВІСНИК

КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

BULLETIN of the Kyiv National University of Technologies and Design

№ 2 (84), 2015

Серія «Технічні науки»

Наукове фахове видання

Періодичність виходу: 6 разів на рік

Дата заснування: грудень 1999 р.

Київ 2015

Засновником журналу «ВІСНИК Київського національного університету технологій та дизайну» є

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Науковий фаховий журнал є правонаступником видання «Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности», який видавався з березня 1958 року у Київському технологічному інституті легкої промисловості (СРСР)

**№2 (84)
2015**

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації: серія КВ №19330–9130 ПР від 08.08.2012р.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК № 993 від 24.07.2002р.

Журнал входить до переліку наукових фахових видань, затвердженого постановами президії ВАК України:

- № 1-05/3 від 08.07.2009р. Галузі науки: технічні (технологія легкої промисловості)

- № 1-05/4 від 14.10.2009р. Галузі науки: економічні

Індекс журналу в каталозі передплатних видань України – 91443

ISSN 1813-6796

Журнал зареєстровано в Міжнародному центрі періодичних видань (ISSN International Centre, Париж, Франція) 22.12.2004р.

Журнал реферується та індексується у наступних міжнародних базах даних: Ulrich's Periodicals Directory, EBSCOhost, WorldCat, РИНЦ, Index Copernicus, Research Bible, PBN, JIF, OAJI, InfoBase Index, ISI, UIF, CiteFactor

Засновник і видавець:

Київський національний університет технологій та дизайну
Україна, 01011, м. Київ, вул. Немировича-Данченка, 2

Головний редактор:

Грищенко І.М., д.е.н., професор, член-кореспондент НАПН України

Заступник

головного редактора:

Каплун В.В., д.т.н., професор

Київський національний університет технологій та дизайну є членом Асоціації університетів текстильного профілю (Autex) з 2006 року

Київський національний університет технологій та дизайну – повний індивідуальний член Асоціації Європейських університетів (EUA) з 20 жовтня 2005 року

Тематична спрямованість журналу «Вісник КНУТД»: Матеріалознавство, легка та текстильна промисловість. Технології хімічні, біологічні, фармацевтичні. Технічна естетика, дизайн та мистецтвознавство. Обладнання, електротехнічні та автоматизовані системи та комплекси. Метрологія, стандартизація, сертифікація, методи контролю та визначення складу речовин. Економіка та підприємництво. Питання вищої освіти.

Видання орієнтоване на науковців, викладачів, аспірантів, студентів, а також науково-практичних працівників і фахівців відповідних галузей промисловості.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

01011, м. Київ, вул. Немировича-Данченка, 2, корп. 1, к. 250

тел./факс: +38 (044) 280-60-47

e-mail: vistnuk@knutd.com.ua

www.knutd.com.ua

Рекомендовано до друку Вченою радою Київського національного університету технологій та дизайну, протокол № 2 від 29.04.2015 р.

Матеріали друкуються мовою оригіналу. Відповідальність за переклад, достовірність фактів, цитат, власних імен, географічних назв, назв підприємств, організацій, установ та іншої інформації несуть автори статей. Передруки та переклади статей дозволяються лише за згодою автора (-ів) та редакції.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

BULLETIN

of the KYIV NATIONAL UNIVERSITY
of TECHNOLOGIES and DESIGN

ВІСНИК Київського національного університету технологій та дизайну

№ 2 (84), 2015

Technical Science Series

Scientific Specialized Edition

Issued: 6 times a year

Founded: December, 1999

Kyiv 2015

The owner of «BULLETIN of the Kyiv National University of Technologies and Design» is

KYIV NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGIES AND DESIGN

This Scientific Specialized Journal is the successor of the edition «Proceedings of Higher educational establishments. Technology of the light industry», which was published by Kiev Technological Institute of Light Industry from March, 1958 (USSR)

**№2 (84)
2015** The state registration of print media is KB № 19330-9130 ПП, originating date 08.08.2012
License for publishing activity is ДК №993, originating date 24.07.2002
The journal is listed & reregistered in Higher Attestation Commission of Ukraine:
- № 1-05/3, originating date 08.07.2009. Fields: technological (Light Industry Technologies)
- № 1-05/4, originating date 14.10.2009. Fields: economical
The journal is in the Catalogue of subscription editions of Ukraine – 91443

ISSN 1813-6796 The journal is registered in ISSN International Centre, Paris, originating date is 22.12.2004
The journal is abstracted and indexed by Ulrich's Periodicals Directory, EBSCOhost, WorldCat, ПИИЦ, Index Copernicus, Research Bible, PBN, JIF, OAJI, InfoBase Index, ISI, UIF, CiteFactor

**Owner and
Publisher:** Kyiv National University of Technologies and Design
Ukraine, 01011, Kyiv, 2, Nemyrovych-Danchenka, Str.

Editor-in- Chief: **Ivan M. Gryshchenko** - Dr., professor, Corresponding Member of NAPS of Ukraine

Deputy Editor: **Viktor V. Kaplun** - Dr., professor

Kyiv National University of Technologies and Design is the member of the Association of Universities for Textiles (AUTEX) since 2006

Kyiv National University of Technologies and Design is the general member of European University Association (EUA) since 20 October, 2005

Scientific fields: Materials, Light & Textile Industry. Chemical, Biological, Pharmaceutical Technologies. Industrial Aesthetics, Design & Art History. Metrology, standardization, testing and quality certification. Machinery & Equipment, Electrical & Electronics Engineering. Economics & Business Management. Higher Education: progress, problems and prospects.

The journal is aimed at a wide range of researchers, professors, students, and graduate students and to bring the results of scientific research carried out under a variety of intellectual traditions and organizations of procedures to the attention of a specialized readership.

EDITORIAL OFFICE:

01011, Ukraine, Kyiv, 2, Nemyrovych-Danchenka, Str., office 1-250

Tel./fax: +38 (044) 280-60-47

e-mail: vistnuk@knutd.com.ua

www.knutd.com.ua

Recommendations from Science Council of Kyiv National University of Technologies and Design, Protocol № 2, 29.04.2015

Articles are published in the original language. The authors are responsible for the translation, authenticity of facts, quotations, proper names, geographic names, names of enterprises and other information.

The Editorial Office's and author's consent is needed prior to republishing or translating the articles.

ВІДОМОСТІ ПРО ЧЛЕНІВ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ
наукового фахового журналу
«Вісник Київського національного університету технологій та дизайну,
Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design»
СЕРІЯ «ТЕХНІЧНІ НАУКИ»

Грищенко Іван Михайлович – ректор Київського національного університету технологій та дизайну, доктор економічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, лауреат Державної премії України в галузі науки та техніки, заслужений працівник легкої промисловості України, – головний редактор.

Каплун Віктор Володимирович – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової та інноваційної роботи Київського національного університету технологій та дизайну – заступник головного редактора.

РОЗДІЛ: МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, ЛЕГКА ТА ТЕКСТИЛЬНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Березненко Микола Петрович - доктор технічних наук, професор кафедри технології та конструювання швейних виробів КНУТД – *відповідальний за розділ.*

Галавська Людмила Євгеніївна – доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри технології трикотажного виробництва, КНУТД.

Гаркавенко Світлана Степанівна – доктор технічних наук, професор, КНУТД.

Злотенко Борис Миколайович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електромеханічних систем, КНУТД.

Лукаш Д. – доктор технічних наук (Чехія).

Очеретна Л. – доктор технічних наук (Чехія).

Павлова М. - доктор технічних наук (Польща).

Пашаев Н. - доктор технічних наук (Туреччина).

Славінська Алла Людвигівна – доктор технічних наук, Хмельницький національний університет.

Супрун Наталія Петрівна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри матеріалознавства та технології переробки текстильних волокон, КНУТД.

Чабан Віталій Васильович – доктор технічних наук професор, проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародних зв'язків, КНУТД.

РОЗДІЛ: ТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНІ, БІОЛОГІЧНІ, ФАРМАЦЕВТИЧНІ

Цебренько Марія Василівна - доктор хімічних наук, професор, професор кафедри прикладної екології, технології полімерів і хімічних волокон КНУТД – *відповідальний за розділ.*

Астрелін Ігор Михайлович – доктор технічних наук, професор, декан хіміко-технологічного факультету НТУУ «КПІ».

Білошенко Віктор Олександрович – доктор технічних наук, професор, заступник директора, Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О.Галкіна НАН України.

Воронов Станіслав Андрійович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри органічної хімії, Національний університет «Львівська політехніка».

Загорій Гліб Володимирович – доктор фармацевтичних наук, генеральний директор ПРАТ «Дарниця».

Картель Микола Тимофійович – доктор хімічних наук, професор, академік НАН України.

Касьян Едуард Євгенович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри технології шкіри та хутра.

Кузьмінський Євген Васильович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри екобіотехнології та біоенергетики НТУУ «КПІ».

Левицький Володимир Евстахович – доктор технічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка».

Ліщук Віктор Іванович – генеральний директор ПАТ «Чинбар».

Савельєв Юрій Васильович – доктор хімічних наук, професор, заступник директора, Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України.

Скорохода Володимир Йосипович – доктор технічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка».

Страшний Владислав Володимирович – доктор фармацевтичних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, КНУТД.

Суберляк Олег Володимирович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімічної технології переробки пластмас, Національний університет «Львівська політехніка».

Тихонов Олександр Іванович - доктор фармацевтичних наук, професор кафедри технології парфумерно-косметичних засобів, Національний фармацевтичний університет.

РОЗДІЛ: ТЕХНІЧНА ЕСТЕТИКА, ДИЗАЙН ТА МИСТЕЦТВОЗНАВСТВО

Колосніченко Марина Вікторівна - доктор технічних наук, професор, декан факультету дизайну, завідувач кафедри ергономіки і проектування одягу, КНУТД – *відповідальний за розділ.*

Балаш Душан – професор, галерея «VEBA», м. Кошице (Словакія).

Кандрач Йозеф – професор, галерея «Липани», м. Липани (Словакія).

Кузнєцова Ірина Олексіївна – доктор мистецтвознавства, професор, Київський національний авіаційний університет.

Ніколаєва Тетяна Вадимівна – кандидат технічних наук, професор, член Співки дизайнерів України, завідувач кафедри художнього моделювання костюма, КНУТД.

Ніколов Енчев Енчо – професор, директор Міжнародного навчального центру Міжнародної Асоціації університетів «Платон» (Болгарія).

Причепій Євген Миколайович – доктор філософських наук, професор, професор кафедри філософії, політології, українознавства, КНУТД.

Чернявський Костянтин Володимирович – кандидат мистецтвознавства, доцент, заступник голови Національної спілки художників України, КНУТД.

Яковлєв Микола Іванович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри теорії, історії архітектури та синтезу мистецтв Національної Академії образотворчого мистецтва і архітектури.

РОЗДІЛ: ОБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА КОМПЛЕКСИ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ

Зенкін Микола Анатолійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри метрології, стандартизації і сертифікації, КНУТД – *відповідальний за розділ.*

Барсуков В'ячеслав Зіновійович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри електрохімічної енергетики та хімії, КНУТД.

Жидков Владимир Евдокимович – доктор технічних наук, професор, заслужений работник высшей школы РФ, директор ТИС ФГБОУ ВПО "ДГТУ" (Россия).

Жуйков Валерій Якович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри промислової електроніки, декан факультету електроніки, НТУУ «КПІ».

Задерей Петро Васильович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики, КНУТД.

Каплун Віктор Володимирович – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової та інноваційної роботи, КНУТД.

Панасюк Ігор Васильович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологічної безпеки, КНУТД.

Параска Георгій Борисович – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи Хмельницького національного університету.

Слізков Андрій Миколайович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри матеріалознавства, КНУТД.

Федін Сергій Сергійович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри метрології, стандартизації та сертифікації, КНУТД.

Хоменко Володимир Григорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри електрохімічної енергетики та хімії, КНУТД.

Grmela Lubomír – professor, Ing., CSc., Brno University of Technology, Czech Republic.

Litvine Igor – professor, Phd, Nelson Mandela Metropolitan University, South Africa.

ЗМІСТ

ОБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА КОМПЛЕКСИ

1. Каплун В.В., Кравченко О.П., Василенко В.В., Макаревич С.С., Каплун Р.В. Аналіз методів оптимізації мікроенергетичних систем (MicroGrid) на основі джерел розподіленої генерації 5
2. Березін Л.М., Ковальов Ю.А. Експлуатаційні спостереження як інструмент дослідження надійності обладнання 18
3. Піпа Б.Ф., Ковальов Ю.А. Ефективність використання роликівих компенсаторів осьових сил косозубих передач 26
4. Піпа Б.Ф., Плешко С.А., Ковальов Ю.А. Удосконалення методу аналітичного проектування раціональних профілів клинів в'язальних машин 32
5. Піпа Б.Ф., Чабан О.В., Ковальов Ю.А. Ефективність використання відцентрової фрикційної муфти в приводі рукавичного автомата 42
6. Піпа Б.Ф., Чабан В.В., Музичишин С.В. До аналізу впливу параметрів в'язальної машини на величину динамічних навантажень, що виникають під час пуску 49
7. Дворжак В.М., Орловський Б.В. Експериментальне визначення маса-інерційних параметрів рухомих триповодкових ланок механізмів технологічних машин 56
8. Лазарева Д.В., Потапенко А.И., Сурьянинов Н.Г. Экспериментальные исследования асимметричных крупногабаритных рам 63
9. Сурьянинов Н.Г., Потапенко А.И. Применение матриц перехода в краевых задачах расчета тонкостенных стержней 70
10. Гавриш А.П., Роїк Т.А., Віцюк Ю.Ю., Хлус О.С. Особливості високошвидкісного шліфування композитних деталей тертя машино-технологічних комплексів 77
11. Чабан В.В., Кизимчук О.П., Коробченко Є.О. Метод вимірювання деформації в'язального полотна, зумовленої відтяжкою та накатуванням 89

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, ЛЕГКА ТА ТЕКСТИЛЬНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

12. Галавська Л.С., Єліна Т.В. Використання комп'ютерних тривимірних геометричних моделей петельної структури трикотажу у віртуальних експериментах 94
13. Колосніченко О.В., Полька Т.О., Остапенко Н.В. Дослідження теплозахисних властивостей пакетів для створення спецодягу гармонійних форм 104
14. Єліна Т.В. Автоматизоване проектування елементів конструкції трикотажного одягу 110
15. Водзінська О.І. Розробка класифікації чинників, що визначають здатність матеріалів до спрасування 115
16. Щуцька Г.В., Супрун Н.П., Пономаренко Т.В. Розробка післяопераційного взуття для хворих після операцій на нижніх кінцівках 119
17. Смачило О.В., Касьян Е.С. Оптимізація технологій емульсійного знежирення та знежирення-віблювання хутра 125
18. Луцкер Т.В., Колосніченко М.В., Остапенко Н.В., Винничук М.С. Теоретичне обґрунтування фізичної моделі процесу визначення теплового опору з підвищеною точністю вимірювань 131
19. Слізков А.М., Зайц Т.В., Пилипенко Ю.М., Демківська Т.І. Особливості системи прогнозування властивостей тканин технічного призначення 136
20. Дзикович Т.А. Дослідження особливостей формування структур трикотажу перехресних переплетень 144
21. Первая Н.В., Бондаренко М.В. Дослідження функціонального стану людини при використанні профілактичних устілок з наповнювачами рослинного походження 151

ТЕХНІЧНА ЕСТЕТИКА, ДИЗАЙН ТА МИСТЕЦТВОЗНАВСТВО

22. Овчарек В.Є., Омельченко Г.В. Виставковий дизайн: визначення, структура, сфера застосування 157
23. Гаркіна А.І., Чернявський К.В. Перспективні тенденції застосування кольору в рамках конструктивно-функціональної проблематики дизайну 163
24. Кожушко Р.Ю. Дослідження захисних властивостей спеціального одягу для захисту від рентгенівського випромінювання і моди 167
25. Струмінська Т.В., Прасол С.І. Метод пошуку творчих рішень, як засіб створення нових дизайн-об'єктів 172
26. Чупріна Н.В., Яценко Н.В. Еклектика як формуючий принцип створення нових моделей одягу у сучасній індустрії моди 177

МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ, МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

27. Зенкін А.С., Бобрусь О.В. Визначення рівня якості поліграфічної продукції від споживчих властивостей паперу 187
28. Василенко І.Ю., Зенкін А.С. Оцінка якості клейових циліндричних з'єднань з урахуванням впливу мікропрофілю поверхонь деталей 193
29. Зенкін М.А., Киричок Д.С., Корнієвський О.О. Удосконалення контролю якості легкового автомобіля на основних етапах його життєвого циклу 200
30. Зубрецкая Н.А., Федін С.С., Лыстюк Т.И. Актуальные научные проблемы оценки качества промышленной продукции 205
31. Зенкін А.С., Овчаренко О.В. Розроблення принципів і підходів до контролю якості процесу інструментального забезпечення на прикладі машинобудівного виробництва 214
32. Слізков А.М., Упірова Н.І. Проблеми екологічної сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості і шляхи їх вирішення 221
33. Зенкін М.А., Федорчук Д.І. Комплексна оцінка якості систем захисту програмного забезпечення 227
34. Хімічева Г.І., Сокотун Ж.В. Сучасні тенденції нормативно-правового забезпечення продукції органічного походження 232
35. Алексеев О.М., Коновалова Н.А., Лозова К.А., Трофименко П.С. Значущість і складність тестових завдань під час оцінювання діяльності викладачів ВНЗ 240
36. Євстаф'єва Є.О., Дядюра К.О. Технічне регулювання експорту окремих видів насосів в країни Європейського Союзу 147

ТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНІ, БІОЛОГІЧНІ, ФАРМАЦЕВТИЧНІ

37. Гараніна О.О., Панасюк І.В., Романкевич Я.О., Кравченко Я.Ю. Фарбування функціоналізованих поліакри-лонітрильних волокнистих матеріалів за гетерокоагуляційним механізмом 257
38. Кодиров Т.Ж., Содиков Н.А., Муродов Т.Б. Термоокислительная деструкция кож наполненный новым модифицированным аминокальдегидным олигомером 262
39. Редько Я.В., Романкевич Я.О., Четвертка Т.А., Таран А.О. Дослідження можливості синтезу наночастинок IN SITU для створення наноконпозиційного текстильного матеріалу 269
40. Сова Н.В., Савченко Б.М., Пахаренко В.О. Структурні зміни в сумішах поліетилентерефталат / полікарбонат 275

TABLE OF CONTENTS

EQUIPMENT, ELECTRICAL AND AUTOMATION SYSTEMS & COMPLEXES

1. Kaplun V., Kravchenko O., Vasilenko V., Makarevich S., Kaplun R. Analysis method for optimizing micro energy systems (MicroGrid) based on the distributed energy sources 5
2. Berezin L.M., Kovalev U.A. Operating monitoring as instrument of research of equipment reliability 18
3. Pipa B.F., Kovalev Y.A. Efficacy of the roller compensator axial forces helical transmission 26
4. Pipa B.F., Pleshko S.A. Kovalev Y.A. Improvement of methods of analytical design of rational profiles klinv knitting machine 32
5. Pipa B.F., Chaban A.V., Kovalev Y.A. Efficiency of using a centrifugal friction clutch in the drive glove machine 42
6. Pipa B.F., Chaban V.V., Musithisen S.W. To the analysis of the influence of parameters knitting machines on the value of the dynamic loads arising in starting 49
7. Orlovsky B.V., Dvorzhak V.M. Experimental determination of the mass-inertia parameters moving three pedestrian links of the mechanism technological machines 56
8. Lazareva D.V., Potapenko H.I., Suryaninov N.G. Experimental Verification Of Asymmetrical Large Frame 63
9. Suryaninov N.G., Potapenko H.I. Application transition matrix in the boundary value problem calculation thin-walled 70
10. Gavrish A.P., Roik T.A., Vitsuk Y. Y., Khlus O.S. The high speed grinding specifics of the composite friction parts for the machine and technology complexes 77
11. Chaban V.V., Kyzymchuk O.P., Kravchenko E.O. Measuring method of deformation characteristics of knitted fabric caused by rolling and sling 89

MATERIALS SCIENCE, LIGHT & TEXTILE INDUSTRIES

12. Galavska L.Je., Ielina T.V. Using of computer 3D geometric models of the knitted structures knitwear for virtual simulations 94
13. Kolosnichenko O.V., Polka T.O., Ostapenko N.V. Research of thermoprotective properties packages to create harmonic forms of specials clothes 104
14. Ielina T.V. Computer aided design of knitted garment elements 110
15. Vodzinska O. Development classification of the factors, which determinate the ability of materials to pressing-in 115
16. Shchutska G.V, Suprun N.P, Ponomarenko T.V. Shoes for development postoperative patients after operations on the lower limbs 119
17. Smachylo O.V., Kasyan E.E. Optimization of emulsion degreasing and degreasing-bleaching technologies for fur 125
18. Lutsker T., Kolosnichenko M., Ostapenko N., Vynnychuk M. Theoretical ground of physical model of determination of thermal resistance with the best exactness of measuring 131
19. Slizkov A.M., Zayts T.V., Pylypenko Y.M., Demkivska T.I. Singularity of technical textiles properties forecasting system 136
20. Dzykovych T. Research of formation features of patterns of crossed interlooping knitwear 144
21. Pervaya N.V., Bondarenko M.V. Research of human functional state when wearing the prophylactic insoles with vegetable filler 151

TECHNICAL AESTHETICS, DESIGN AND ART APPRECIATION

22. Ovcharek V.E., Omelchenko A.V. Exhibition design: definition, structure, sphere of application 157
23. Garkina A., Cherniavskiy K. Future trends regarding the use of colour within the structural and functional design perspective 163
24. Kozhushko R. Studing of quality index for clothing with X-RAY protection 167
25. Struminska T.V., Prasol S.I. Method find creative solutions, as a means of creating new design objects 172
26. Chouprina N. V., Yatsenko N. V. Eclecticism as a forming principle of creation of new models of clothing in modern fashion industry 177

STANDARDIZATION, METROLOGY, TESTING AND QUALITY CERTIFICATION

27. Zenkin A., Bobrus O. Determination of level of quality of polydiene products from consumer properties of paper 187
28. Vasilenko I., Zenkin A. Estimation of quality of glue cylindrical connections taking into account influence of micro-profile of surfaces of details 193
29. Zenkin N., Kirichok D., Kornievskiy A. Improvement of control of quality of passenger car on the basic stages of his life cycle 200
30. Zubretska N.A., Fedin S.S., Lystiuk T.I. Actual scientific problems of assessing the industrial products quality 205
31. Zenkin A., Ovcharenko O. Development of principles and going near control of quality of process of instrumental providing on example of machine-building production 214
32. Slizkov A.M., Upirova N.I. Problems of textile production ecological certification in ukraine and their solving 221
33. Zenkin N., Fedorchuk D. Complex evaluation of quality systems protection software 227
34. Khimicheva H.I., Sokotun Zh.V. Modern trends of regulatory and legal support of organic products 232
35. Alekseyev A. N., Konovalova N. A., Lozova C. A., Trofimrnko P. E. Importance and complexity of test tasks at evaluation of activity of university professors 240
36. Yevstafieva E., Diadiura K. Technical regulations of the export certain kinds of pumps to the European Union 247

CHEMICAL, BIOLOGICAL & PHARMACEUTICAL TECHNOLOGIES

37. Garanina O., Panasyuk I., Romankevich Ya., Kravchenko I. Dyeing of the functionalized polacrylonitrile fibrous materials with hetero-coagulation mechanism 257
38. Kodirov T.J., Sodikov N.A., Toshev A.Y., Murodov T.B. Synthesis and filling leathers news modified amido aldehyde oligo(poly)mers and thermostabilisation 262
39. Redko Ya., Romankevich Ya., Chvertka T., Taran A. Investigation of possibilities in situ synthesis of nanoparticles for creating nanocomposite textile materials 269
40. Sova N.V., Savchenko B.M., Pakharenko V.A. Structural changes in a mixture of polyethylene terephthalate / polycarbonate 275

УДК 621.923.6

ГАВРИШ А. П., РОЇК Т. А., ВІЦЮК Ю. Ю., ХЛУС О. С.
Національний технічний університет України «Київський
Політехнічний Інститут»

ОСОБЛИВОСТІ ВИСОКОШВИДКІСНОГО ШЛІФУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ ДЕТАЛЕЙ ТЕРТЯ МАШИНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Мета. Метою роботи є експериментальне дослідження процесів високошвидкісного шліфування композитних деталей тертя машино-технологічних комплексів підприємств легкої та харчової промисловості, а також поліграфічної техніки.

Методика. За методикою обробка зразків виконувалась на плоскошліфувальних та круглошліфувальних верстатах високої точності. Усі досліді були проведені ельборовими кругами на бакеліто-гумовій зв'язці. Зразки для експериментів були виготовлені методами порошкової металургії на основі композиційних матеріалів з відходів інструментальних сталей 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF₂, 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7) % CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF₂, а також на основі відходів виробництва деталей з нікелевих сплавів типу ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF₂ та алюмінію АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS₂.

Результати. Доведено, що на параметри продуктивності оброблення та якості поверхні R_a суттєво впливають режими швидкісного шліфування і, в першу чергу, швидкість обертання абразивного круга. Найкращі показники параметра R_a, які задовольняють високі вимоги до робочих поверхонь деталей тертя технологічних комплексів і машинних систем, забезпечують шліфувальні круги з ельбору ЛО зернистістю 14-28 мкм на бакелітно-гумовій зв'язці. Показано переваги обробки поверхонь ельборовими кругами.

Наукова новизна. Вперше виконано дослідження технологічного процесу високошвидкісного шліфування нових типів композиційних сплавів з відходів інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів. Показано, що основні закономірності високошвидкісного ельборового шліфування нових композиційних матеріалів, які синтезовані на основі відходів інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів, співпадають з фундаментальними засадами теорії абразивного шліфування.

Практична значимість. Розроблено рекомендації з вибору режимів різання для високошвидкісного ельборового шліфування деталей машин різного технологічного призначення, що виготовляються на основі відходів інструментальних сталей, деталей нікелевих та алюмінієвих матеріалів і які забезпечують вимоги отримання необхідних параметрів шорсткості поверхні та продуктивності оброблення.

Ключові слова: нові композитні матеріали, відходи інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів, деталі тертя, інструмент, шорсткість поверхні, високошвидкісне шліфування, ельборові круги.

Вступ. У сучасних машинах легкої та харчової промисловості, а також у конструкціях новітнього обладнання поліграфічної галузі широко застосовуються зносостійкі композиційні матеріали, які одержані з цінної та дешевої сировини – промислових шліфувальних відходів високолегованих інструментальних сталей та кольорових металів, насамперед нікелевих та алюмінієвих сплавів [1-5].

На основі розгалужених науково-дослідних робіт з регенерації та повторного використання у виробничому циклі цих сировинних ресурсів [6-9] в останні роки були створені оригінальні високозносостійкі композиційні сплави на основі використання відходів

інструментального виробництва [1-3], а також відходів виготовлення нікелевих [4] та алюмінієвих деталей в аерокосмічній та автотранспортних галузях промисловості [5]. Вони пройшли всебічну промислову перевірку і широко застосовуються для виготовлення деталей тертя (скоби, направляючі, затли та інші) у ножових різальних машинах поліграфії типу WOHLBERG Trim-tec 560, у висікальному обладнанні паперу та картону типів DROSSERTST-6, BOBSTMISTRAL 110 A2, машини легкої промисловості (автооператорів панчохів'язальних машин типу PALERMO – 105SR, укладачів швидкісних ткацьких верстатів SPRINT – 1205PI) та машин харчової промисловості (лоткові системи, маніпулятори і затискувачі).

Деякі основні властивості нових зносостійких композиційних матеріалів на основі алюмінію наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Фізико-механічні та антифрикційні властивості високолегованих композитів

Властивості композитів	Марка композиційного сплаву				
	7XГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF ₂	11P3AM3Ф2 + (3 ÷ 7) % CaF ₂	85X6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF ₂	XH55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF ₂	AK12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS ₂
Межа міцності на розтяг, МПа	600-630	590-620	570-600	510-530	190-197
Твердість НВ, МПа	855-915	850-910	860-920	830-840	595-615
Ударна в'язкість, кДж/м ²	780-790	770-790	750-760	740-750	0,27-0,37
Коеф. тертя при 5 МПа	0,0055-0,0082*	0,0055-0,0080*	0,0055-0,0085*	0,0027-0,0031*	0,0038-0,0050*
Інтенсивність зношування при 5 МПа	0,45-0,75	0,45-0,70	0,50-0,80	0,72-,080	2,61-2,65
Інтенсивність зношування контртіла при 5 МПа	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди
Гранична температура, °С	750-800	850-900	900-950	800-875	155
Граничне навантаження, МПа	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5**	7,9-8,2	6,5**

Примітка: * - випробування при 100 °С; ** - випробування при 150 °С; змащування індустріальним мастилом «І – 20» в парі з контртілом зі сталі 45 (45 - 48 HRC).

Відомо [6 – 8], що зносостійкість деталей, як один із головних параметрів надійності обладнання, суттєво залежить від параметрів якості поверхонь тертя і, в першу чергу, від шорсткості та фізичних властивостей поверхневого шару. Ці параметри формуються на фінішних операціях тонкого абразивного оброблення.

У зв'язку з тим, що нові високозносостійкі композиційні сплави на основі алюмінію, нікелю та високолегованих інструментальних деталей знайшли своє використання у машинобудуванні та приладобудуванні відносно нещодавно, розгалужених та всебічних

досліджень процесів їх тонкого абразивного оброблення до цього часу практично немає. Зроблено лише перші кроки у цьому напрямку, зокрема, є поодинокі публікації, присвячені дослідженню впливу складу інструменту та режимів різання на параметри шорсткості поверхонь при тонкому абразивному шліфуванні [6-10].

Виходячи із загальних положень теорії абразивного оброблення матеріалів [11 – 16] та враховуючи специфічні властивості новітніх композиційних сплавів, було б вельми корисним для формування необхідних параметрів шорсткості поверхонь тертя при їх обробленні застосовувати шліфувальні круги з надтвердих синтетичних матеріалів з кубічного нітриду бору, що набув поширення у промисловості під торговою маркою «Ельбор» (ЛО) [14 – 16, 19, 20].

Втім відсутність технологічних рекомендацій з швидкісного ельборового шліфування високолегованих та важкооброблюваних композитних сплавів призводить до застосування на практиці різних технологічних схем шліфування, далеко не завжди оптимальних. Вказане викликає поширення різних технологій, часто суттєво суперечливих, і які здебільшого створені відповідно до можливостей того чи іншого підприємства.

Тому дослідження технологічних процесів швидкісного ельборового шліфування високозносостійких композиційних матеріалів на основі швидкорізальних інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів є актуальним питанням, що має наукове і практичне значення для технологів-виробничників.

Мета і завдання. Метою даної роботи було дослідження параметрів шорсткості поверхонь при швидкісному ельборовому шліфуванні деталей тертя машинно-технологічних комплексів з нових композиційних матеріалів на основі інструментальних сталей 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF₂, 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7) % CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF₂, а також композитів на основі нікелю ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF₂ та алюмінію АК12ММгН + (9 ÷ 12) % MoS₂ та встановлення впливу зернистості шліфувального круга, типу зв'язки інструменту і основних режимів різання на якісні показники поверхонь оброблення досліджуваних деталей тертя.

Результати досліджень. Експериментальні дослідження з означеної науково-технічної задачі виконувались згідно з методикою, наведеною у роботах [6-8, 17-20].

Особливістю експериментів, що становлять сутність даної статті, було застосування найсучаснішого верстатного обладнання, а саме, для швидкісного плоского шліфування – верстата прецизійної точності FF-250 HS-0117 фірми «Abawerk» (ФРН), що здатен забезпечити оброблення поверхонь зі швидкостями шліфувального круга до 120 м/с, а для швидкісного зовнішнього круглого шліфування – високопрецизійного верстата SS-125HS-0321 фірми «Werkzajt» (ФРН), який у змозі здійснювати прецизійне оброблення зовнішніх циліндричних поверхонь композитних деталей тертя зі швидкостями обертання шліфувального круга до 140-150 м/с.

Також були здійснені заходи по забезпеченню на необхідному рівні вимог техніки безпеки та промислової санітарії.

При швидкісному шліфуванні новітніх типів зносостійких композитів були використані абразивні інструменти з кубічного нітриду бора (марка ЛО, Росія). Цей вибір було зроблено на основі врахування раніше виконаних авторами статті досліджень по вивченню взаємодії матеріалів поверхонь тертя ріжучих абразивних інструментів з широкою

гамою фізико-механічних властивостей (електрокорунд, карбід кремнію зелений, моно корунд, алмаз синтетичний АС, ельбор ЛО) та високолегованих композитів різного складу [18]. З урахуванням сучасної теорії електронної побудови речовини, зокрема, металевих поверхонь, було чітко сформульовано висновки, що найкращі результати по досягненню параметрів якості поверхонь оброблення високолегованих композитів забезпечує застосування шліфування оздоблювальними кругами з ельбору (ЛО).

Крім того, для збільшення продуктивності шліфування та міцнісних параметрів шліфувальних кругів (особливо, по попередженню випадкової руйнації інструменту і підвищенню техніки безпеки) більш прийнятними є зерна ельбору (ЛО), що мають гексагональну форму побудови, ніж зерна синтетичного алмазу АС, які мають кубічну форму [19 – 20].

Основні результати дослідження швидкісного ельборового шліфування зносостійких композитів на базі інструментальних сталей та кольорових сплавів – нікелю та алюмінію наведені на рис. 1.

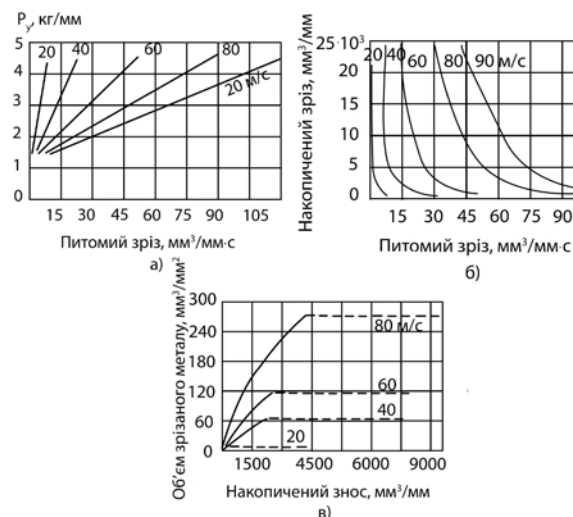


Рис. 1. Результати дослідження процесу швидкісного шліфування композитів при різних швидкостях круга: а – залежність питомої радіальної сили P_r шліфування від питомого зрізу для сплаву 7XГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF_2 ; б – залежність накопиченого зрізу від питомого зняття шару металу для композиту 11PЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7) % CaF_2 ; в – залежність об'єму зрізаного металу на одиницю витрат зношеної частини круга від накопиченого об'єму металу для композиту 85X6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF_2

Аналіз даних свідчить про суттєвий вплив швидкості обертання шліфувального круга на всі найважливіші показники процесу різання. Прослідковується тенденція покращення досліджених параметрів з суттєвим зростанням швидкості обертання ельборового шліфувального круга, наприклад, з 20 м/с до 80-90 м/с. Такі показники позначаються на поліпшенні параметрів якості поверхонь оброблення, зокрема, параметра шорсткості R_a та ступеня наклепу K [7, 8]. У зв'язку з цим, безумовно цікавими є результати дослідження впливу на параметри шорсткості поверхні R_a і питомий зріз металу (для різних типів композитів на основі відходів кольорових сплавів) швидкісного ельборового шліфування (табл. 2).

Таблиця 2. Інтенсивність шліфування високолегованих композитів на основі нікелю та алюмінію

Тип шліфування	Оброблюваний матеріал	Швидкість обертання круга, м/с	Питомий зріз металу в мм ³ /мм·с	Параметр шорсткості поверхні, R _a , мкм
Кругле	Композит на основі нікелю ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF ₂	60	15-38	0,710
		90	100	0,780
Плоске	Композит на основі алюмінію АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS ₂	40	27-40	0,630
		92	105	0,680

Примітки: 1) шліфувальний круг з ельбору ЛОМ28Бр1 100%; 2) інтенсивна подача у зону різання мастильно-охолоджуючої рідини зі складом – гас (70%), норсульфазол (25%), олеїнова кислота (5 %).

Аналіз табл. 2 дозволяє отримати наступні висновки.

По-перше, відзначається підвищення питомого зрізу шару металу з поверхні деталі оброблення у 2,5-3 рази зі зростанням швидкості шліфування. При цьому параметр шорсткості поверхні оброблення достатньо прийнятний і змінюється у межах 10-12 %. По-друге, зазначена закономірність є характерною для різних за своїм складом зносостійких композитів і повністю співпадає з загальними теоретичними напрацюваннями у цій царині [6-16], що є додатковим свідченням єдності законів абразивного оброблення, у тому числі, і у випадку прецизійного ельборового шліфування зносостійких композитів.

Об'єм металу, що зрізується у фіксовану одиницю часу, залежить від глибини занурення окремих абразивних зерен у тіло деталі оброблення кількості зерен, які у дану мить приймають участь у зрізанні стружок і кількість яких залежить від швидкості обертання абразивного інструменту.

Дослідження показали, що зі зростанням глибини різання при шліфуванні збільшується потужність шліфування і при певній глибині різання суттєво збільшуються (перевищуючи прийнятні норми) миттєві контактні температури у зоні зрізання стружки абразивними зернами [7, 8]. Це може викликати неприйнятні спотворення поверхневого шару оброблення. Проте, при подальшому підвищенні глибини різання відбувається перерозподіл співвідношення силових і температурних факторів при зрізанні перерізів стружки, технологічний процес набуває ознак стабілізації, а потужність шліфування дещо знижується, що може бути пояснено зростанням інтенсивності самозаточування абразивного інструменту.

Наші дослідження підтвердили також, що зі збільшенням швидкості круга зростає питоме критичне навантаження, при якому відбувається перехід у зону роботи з самозаточуванням. На рис. 2 наведені оптимальні значення зрізання шару металу, які відбуваються при відповідному збільшенні питомої сили притискування та швидкості круга.

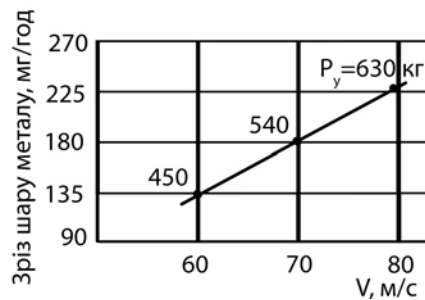


Рис. 2. Залежність між зрізанням зносостійкого композита 1P3AM3Ф2 + (3 ÷ 7)% CaF₂, окружною швидкістю v ельборового шліфувального круга та питомою силою притискування круга P_y , при якій досягаються оптимальні значення по зрізанню об'єму композиту

Заслуговують на детальну увагу результати експериментальних досліджень залежності параметрів шорсткості R_a поверхонь оброблення новітніх композиційних високозносостійких композиційних сплавів [1-5] від режимів швидкісного шліфування та зернистості ельборових кругів (табл. 3, 5).

Аналіз експериментальних даних (табл. 3, 5) дозволяє зробити наступні висновки.

По-перше, режими різання швидкісного шліфування зносостійких композиційних матеріалів суттєво впливають на параметр шорсткості R_a поверхонь оброблення.

Таблиця 3. Параметр шорсткості R_a при швидкісному плоскому шліфуванні зносостійких композитних сплавів 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF₂, ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF₂, АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS₂

Швидкість шліфувального круга $V_{кр}$, м/с	Швидкість виробу (поздовжня подача) V_v , м/хв	Параметр шорсткості R_a мкм для композитів								
		7ХГ2ВМФ			ХН55ВТКЮ			АК12ММГН		
		Глибина шліфування t , мм								
		0,002	0,010	0,050	0,001	0,010	0,050	0,002	0,010	0,050
30	2	0,63	0,68	0,70	0,60	0,67	0,69	0,59	0,61	0,63
	5	0,65	0,70	0,73	0,63	0,70	0,71	0,60	0,63	0,65
	10	0,67	0,75	0,77	0,67	0,72	0,74	0,62	0,65	0,67
40	2	0,69	0,71	0,73	0,65	0,68	0,71	0,61	0,63	0,65
	5	0,71	0,75	0,77	0,67	0,71	0,75	0,63	0,67	0,69
	10	0,73	0,78	0,80	0,70	0,75	0,77	0,65	0,69	0,71
60	2	0,61	0,66	0,67	0,63	0,67	0,69	0,61	0,62	0,64
	5	0,63	0,67	0,70	0,65	0,70	0,71	0,62	0,63	0,65
	10	0,64	0,69	0,72	0,67	0,73	0,74	0,64	0,65	0,67
80	2	0,60	0,64	0,69	0,62	0,66	0,70	0,55	0,60	0,64
	5	0,62	0,67	0,70	0,64	0,70	0,72	0,58	0,65	0,66
	10	0,65	0,69	0,72	0,65	0,73	0,75	0,60	0,67	0,68

Примітки: 1) абразив-ельбор ЛОМ28Бр1 100%; 2) верстат плоскошліфувальний прецизійної точності FF-250 HS-0117 «Abawerk» (ФРН); 3) поперечна подача $S_{поп}=0,2$ мм/подв.хід; 4) мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70 %), норсульфозфрезол (25 %), олеїнова кислота (5 %).

Таблиця 4. Вплив зернистості на параметри шорсткості поверхні R_a при швидкісному плоскому шліфуванні зносостійких композитних сплавів 11P3AM3Ф2 + (3 ÷ 7) % CaF₂, 85X6HФТ + (3 ÷ 8) % CaF₂, ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF₂, АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS₂

Характеристика ельборового (ЛО) інструменту	Матеріал зносостійких композитів			
	11P3AM3Ф2	85X6HФТ	ХН55ВТКЮ	АК12ММГН
	Параметр шорсткості R_a , мкм			
1	2	3	4	5
ЛО10Бр1 100%	0,860	0,875	0,910	0,937
ЛО5Бр1 100%	0,790	0,800	0,750	0,710
ЛОМ28Бр1 100%	0,640	0,650	0,670	0,620

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
ЛОМ20Бр1 100%	0,405	0,410	0,355	0,321
ЛОМ14Бр1 100%	0,350	0,340	0,310	0,300
ЛОМ10Бр1 100%	0,285	0,275	0,220	0,200
ЛОМ7Бр1 100%	0,190	0,195	0,175	0,165

Примітки: 1) швидкість обертання круга $V_{кр}=60$ м/с; 2) швидкість виробу (поздовжня подача $V_v=5$ м/хв); 3) поперечна подача $S_{поп}=0,2$ мм/подв.хід; 4) мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70 %), норсульфозфрезол (25 %), олеїнова кислота (5 %).

Таблиця 5. Вплив матеріалу зв'язки ельборового круга на параметри шорсткості поверхні R_a при швидкісному плоскому шліфуванні зносостійких композитних сплавів 11P3AM3Ф2 + (3 ÷ 7) % CaF₂, 85X6HФТ + (3 ÷ 8) % CaF₂, АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS₂

Характеристика абразивного інструменту	Матеріал зв'язки круга	Матеріал композиту		
		11P3AM3Ф2	85X6HФТ	АК12ММГН
		Параметр шорсткості R_a , мкм		
ЛО5Б1 100%	Бакелітна Б1	0,820	0,810	0,730
ЛО5Бр1 100%	Бакелітно-гумова К1	0,790	0,800	0,710
ЛО5К1 100%	Керамічна К1	0,830	0,840	0,750
ЛО5М1 100%	Металева М1	0,840	0,850	0,760
ЛОМ28Б1 100%	Бакелітна Б1	0,660	0,650	0,630
ЛОМ28Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,640	0,650	0,620
ЛОМ28К1 100%	Керамічна К1	0,680	0,670	0,640
ЛОМ14Б1 100%	Бакелітна Б1	0,380	0,370	0,330
ЛОМ14Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,350	0,340	0,300
ЛОМ10Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,285	0,275	0,200
ЛОМ7Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,190	0,195	0,165

Примітки: 1) швидкість обертання круга $V_{кр}=60$ м/с; 2) швидкість виробу (поздовжня подача $V_v=5$ м/хв); 3) поперечна подача $S_{поп}=0,2$ мм/подв.хід; 4) глибина шліфування $t=0,005$ мм; 5) мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70 %), норсульфозфрезол (25 %), олеїнова кислота (5 %).

Це повністю співпадає з засадничими положеннями теорії абразивного шліфування. У нашому випадку, коли для оброблення застосоване швидкісне ельборове шліфування, необхідно акцентувати увагу на тому, що зростання швидкості обертання шліфувального круга у 2-3 рази, обумовлює покращення шорсткості поверхні. Це може бути пояснено зменшенням перерізу стружки поодиноким ріжучим зерном круга, оскільки в одиницю часу (зі збільшенням швидкості обертання круга) пропорційно збільшується кількість зерен, які приймають активну участь у процесі зрізання стружки. Проте, слід зауважити, що є певна зона (~ 40 м/с), коли відбувається деяке зростання параметру шорсткості R_a (хоча у подальшому процес різання нормалізується і відбувається стабільне покращення шорсткості поверхні). Ця закономірність прослідковується для різних марок високозносостійких композитів, а також при зміні у достатньо широких межах поздовжньої подачі V_b та глибини шліфування t . По-друге, на параметр шорсткості R_a поверхонь оброблення деталей з новітніх марок композиційних сплавів суттєво впливає структура шліфувального круга. Головне – це вплив зернистості інструменту. Параметр шорсткості R_a зменшується майже в 4 рази зі зміною зернистості шліфувального інструменту від 100 мкм до 7 мкм. Розробляючи рекомендації для промислової практики, слід прийняти до уваги, що при швидкісному шліфуванні дрібнозернисті круги (M7-M14) схильні до швидкого засалювання. Тому для розробки технологічних процесів раціонально застосовувати ельборові круги з зернистістю 20-28 мкм. Отримані при цьому параметри шорсткості R_a достатні для здійснення у подальшому фінішних операцій прецизійної доводки, які гарантують отримання найкращих параметрів якості поверхонь оброблення деталей з новітніх марок зносостійких композитів.

Щодо матеріалу зв'язки ельборових шліфувальних кругів, то при швидкісному шліфуванні найкращі результати по параметру шорсткості поверхні R_a забезпечують круги на бакелітно-гумовій зв'язці Бр1 (табл. 5). Це може бути пояснено її більш еластичною здатністю і, таким чином, при шліфуванні (під час врізання ельборового зерна у метал) під дією складових сил різання кожне зерно начебто демфується в напрямку пружно-еластичного середовища зв'язки. Це обумовлює фактичне зменшення глибини різання. Отже, змінюються умови формування шорсткості поверхні оброблення і, як наслідок, зменшується параметр шорсткості R_a , який є одним із найголовніших факторів, що характеризує якість поверхні після тонкого ельборового шліфування.

Зазначені закономірності співпадають з фундаментальними основами теорії абразивного різання металів [6, 7], що є свідченням об'єктивності виконаних досліджень і, безумовно, додатково підтверджує наявність єдиних фізичних законів при обробленні матеріалів з різними фізики-механічними властивостями.

Висновки. Узагальнюючи комплекс виконаних досліджень, необхідно зробити наступні висновки.

1. Вперше досліджено процеси швидкісного ельборового шліфування нових композиційних сплавів, синтезованих на основі утилізованих та регенованих шліфувальних відходів виробництва деталей зі штампових і швидкорізальних високолегованих інструментальних сталей, а також нікелевих та алюмінієвих сплавів.

2. Показано, що основні закономірності швидкісного ельборового шліфування нових композиційних сплавів співпадають з засадничими основами абразивного оброблення.

3. Доведено, що на параметр якості поверхні R_a суттєво впливають зернистість, матеріал зв'язки ельборового круга та режими швидкісного ельборового шліфування.

4. Найкращі показники параметрів продуктивності оброблення і шорсткості поверхні R_a , які задовольняють високі вимоги до поверхонь деталей тертя технологічних комплексів і машинних систем забезпечують шліфувальні круги з ельбору ЛО зернистістю 20-28 мкм на бакелітно-гумовій зв'язці Бр1 та наступні режими різання: швидкість обертання шліфувального круга $V_{кр}=60-80$ м/с, швидкість виробу (поздовжня подача) $V_v=5$ м/хв., поперечна подача $S_{поп}=0,2-0,5$ мм/подв.хід, глибина шліфування $t=0,005-0,01$ мм, мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70%), норсульфозфрезол (25%), олеїнова кислота (5%).

Подальші дослідження будуть спрямовані на виконання експериментів та встановлення закономірностей параметрів якості поверхонь оброблення деталей тертя машин з композитів на базі інструментальних сталей та нікелю при швидкісному шліфуванні з застосуванням найновітніших абразивних матеріалів на основі кубічного нітриду бора, а саме – кубоніту (Україна) та боразону (США).

Список використаних джерел

1. Патент України №102299, МПК С22С22/02. Антифрикційний композиційний матеріал на основі інструментальної сталі / Роїк Т.А., Гавриш А.П., Киричок П.О., Віцюк Ю.Ю., Мельник О.О., Подрезов Ю.М., Замулко С.О., Зора Б.П. – опубл. 25.06.2013, Бюл. №12.
2. Патент України №60521, МПК С22С33/02 (2006.01). Композиційний підшипниковий матеріал / Роїк Т.А., Гавриш А.П., Киричок П.О., Віцюк Ю.Ю., Мельник О.О., – опубл. 25.06.2011, Бюл. №12.
3. Патент України №60520, МПК С22С33/02 (2006.01). Антифрикційний композиційний матеріал на основі сталі / Роїк Т.А., Гавриш А.П., Киричок П.О., Гавриш О.А., Віцюк Ю.Ю., Мельник О.О., – опубл. 25.06.2011, Бюл. №12.
4. Патент України №31545, МПК (2006) С22С19/03. Антифрикційний композиційний матеріал на основі нікелю / Роїк Т.А., Гавриш А.П., Гавриш О.А., Холявко В.В., Віцюк Ю.Ю., – опубл. 10.04.2008, Бюл. №7.
5. Патент України №75523, МПК С22С21/02 (2006.01). Зносостійкий матеріал на основі алюмінієвого сплаву / Роїк Т.А., Гавриш А.П., Гавриш О.А., Киричок О.О., Віцюк Ю.Ю., Мельник О.О., Замулко С.О., Дорфман І.Є. – опубл. 10.12.2012, Бюл. №23.
6. Роїк Т. А., Киричок П. О., Гавриш А. П. Композиційні підшипникові матеріали для підвищених умов експлуатації: монографія. - К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 404 с.
7. Киричок П.О., Роїк Т.А., Шевчук А.В., Гавриш А.П., Лотоцька О. І. Технологія поліграфічного машинобудування: Учбовий посібник - К.: вид. НТУУ «КПІ», 2014. – 537 с.
8. Киричок П.О., Роїк Т.А., Гавриш А.П., Шевчук А.В., Віцюк Ю.Ю. Фінішне оброблення зносостійких деталей друкарських машин. К.: вид. НТУУ «КПІ», 2014. – 557 с.
9. Косторнов А.Г. Триботехническое материаловедение: монографія. – Луганс: изд. «Ноули», 2012. – 701 с.

10. Гавриш А.П., Мельник О.О., Роїк Т.А., Аскеров М.Г., Гавриш О.А. Нові технології фінішного оброблення композиційних підшипників ковзання для жорстких умов експлуатації: Монографія - К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 196 с.
11. Маслов Е. Н. Теория шлифования материалов - М. : Машиностроение, 1974. – 320 с.
12. Ящерицын П. И. Прогрессивная технология финишной обработки деталей - Минск: Беларусь, 1989. – 312 с.
13. Маталин А. А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин. К.: Техника, 1971 - 44 с.
14. Лысанов В. С., Букин В. А., Глаговский Б. А., Кремень З. И., Попов С. А. Эльбор в машиностроении: Монография/Под. общ. ред. В. С. Лысанова - Л.: Машиностроение, 1978. – 280 с.
15. Мазур М. П., Внуков Ю. М., Доброскок В. Л., Залого В. О., Новоселов Ю. К., Якубов Ф. Я. Основы теории резания материалов: Підручник/Під заг. ред. М. П. Мазура - Львів.: Новий світ, 2010. – 423 с.
16. Сверхтвердые материалы. Получение и применение: Монография в 6 т./Под. общ. Н. В. Новикова - К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАНУ, 2007 - Т. 6: Алмазно- абразивный инструмент в технологиях обработки/Под. ред. А. А. Шепелева. – 340 с.
17. Филимонов Л.Н. Высокоскоростное шлифование. – Л.: Машиностроение, 1979. – 248 с.
18. Гавриш А.П., Роїк Т.А., Киричок П.О., Мельник О.О., Віцюк Ю.Ю. Вплив фізико-механічних властивостей абразивних матеріалів на процес шліфування високолегованих композитів для поліграфічних машин.// Технологія і техніка друкарства. - №3 (49). – 2015. – с.119-128.
19. Лавриненко В. І., Новіков М. В. Надтверді абразивні матеріали в механообробці: Енциклопедичний довідник/Під заг. ред. акад. НАН України М. В. Новікова. К.: вид. ІНМ ім. В. М. Бакуля НАН України, 2013. – 456 с.
20. Инструменты из сверхтвёрдых материалов (под. ред. акад. НАН Украины Н.В. Новикова, д-ра техн. наук С.А. Клименко. 2-е изд., перераб. и доп.) – М.: Машиностроение, 2014. – 608 с.

ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ШЛИФОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТРЕНИЯ МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

ГАВРИШ А.П., РОЙК Т.А., ВИЦЮК Ю.Ю., ХЛУС О.С.

Национальный технический университет Украины «Киевский Политехнический Институт»

Цель. Целью работы является экспериментальное исследование процессов высокоскоростного шлифования композитных деталей трения машинно-технологических комплексов предприятий легкой и пищевой промышленности, а также для полиграфической техники.

Методика. По методике обработка образцов производилась на плоскошлифовальных и круглошлифовальных станках высокой точности. Все исследования были проведены эльборовыми кругами на бакелитно-резиновой связке. Образцы для экспериментов были изготовлены методом порошковой металлургии на основе композиционных материалов на

основе отходов инструментальных сталей 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8)% CaF₂, 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7)% CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8)% CaF₂, а также на основе отходов производства деталей из никелевых сплавов типа ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8)% CaF₂ и алюминия АК12ММгН + (9 ÷ 12)% MoS₂.

Результаты. Доказано, что на параметр качества поверхности обработки R_a существенно влияют режимы скоростного шлифования и, в первую очередь, скорость вращения абразивного круга. Наилучшие показатели параметра R_a, которые удовлетворяют высокие требования к рабочим поверхностям деталей трения технологических комплексов и машинных систем, обеспечивают шлифовальные круги с эльбора ЛО зернистостью 14-28 мкм на бакелитно-резиновой связке. Показаны преимущества обработки поверхностей эльборовыми кругами.

Научная новизна. Впервые выполнено исследование технологического процесса высокоскоростного шлифования новых типов композиционных сплавов из отходов инструментальных сталей, никелевых и алюминиевых сплавов. Показано, что основные закономерности высокоскоростного эльборового шлифования новых композиционных материалов, которые синтезированы на основе отходов инструментальных сталей, никелевых и алюминиевых сплавов, совпадают с фундаментальными основами теории абразивного шлифования.

Практическая значимость. Разработаны рекомендации по выбору режимов резания для высокоскоростного эльборового шлифовки деталей машин различного технологического назначения, которые изготавливаются на основе отходов инструментальных сталей, деталей никелевых и алюминиевых материалов и которые обеспечивают требования получения необходимых параметров шероховатости поверхности.

Ключевые слова: новые композитные материалы, отходы инструментальных сталей, никелевых и алюминиевых сплавов, детали трения, инструмент, шероховатость поверхности, высокоскоростное шлифование, эльборовые круги.

THE HIGH SPEED GRINDING SPECIFICS OF THE COMPOSITE FRICTION PARTS FOR THE MACHINE AND TECHNOLOGY COMPLEXES

GAVRISH A.P., ROIK T.A., VITSUK Y. Y., KHLUS O.S.

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

Annotation. The purpose of this work is the experimental researches of the processes high-speed grinding of friction composite parts, which were produced from new composite materials based on the instrumental steels, nickel and aluminum alloys for machine and technological complexes of light and food industries enterprises and also for printing equipment.

Methodology. The treatment of the samples was processed on the surface grinding and grinding machines with high accuracy. All studies were carried out grinding elbor discs on bakelite-rubber bond. The samples for the experiments were prepared by powder metallurgy based on the composite materials, which based on instrumental steel waste 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8)% CaF₂, 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7)% CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8)% CaF₂, also on the base of wastes from manufactured parts from nickel alloys of type ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8)% CaF₂ and aluminum alloys of type АК12ММгН + (9 ÷ 12)% MoS₂.

Findings. It was demonstrated, that the parameters of the high-speed grinding and, at first, the speed of rotation abrasive disc influence on the surface treatment quality parameter R_a. The best results of the parameter R_a, which satisfy the high requirements to the friction work surfaces of the parts for the machine and technological complexes, give the grinding discs made from elbor ЛО with granularity 14-28 mm on bakelite and rubber bunch. It was shown the advantages of surfaces' treatment by elbor discs.

Originality. It was made the researches of the technological processes of high speed grinding of new type of composite allayers from instrumental steels waste, nickel and aluminum alloys for the first time. It was shown that the main regularities of the high-speed elbor grinding of the new composite materials, which are synthesized on the base of the waste of instrumental steels, nickel and aluminum alloys, are the same with the fundamental basics of the abrasive grinding theory.

Practical value. It was developed the recommendations on the choice of cutting parameters for high-speed elbor grinding machine parts for various technological purposes, which are manufactured on the base of the waste of instrumental steels, nickel and aluminum parts and materials that ensure the requirements for obtaining the necessary surface roughness parameters.

Keywords: *new composite materials, instrumental steels wastes, nickel and aluminum alloys wastes, friction parts, instrument, surface roughness, high-speed grinding, elbor discs.*