

**EDUCATION AND SCIENCE
IN THE PERIOD OF GLOBAL
CRISES AND CONFLICTS
IN THE 21st CENTURY**



COLLECTIVE MONOGRAPH

**EDUCATION AND SCIENCE
IN THE PERIOD OF GLOBAL
CRISES AND CONFLICTS
IN THE 21st CENTURY**

Compiled by
VIKTOR SHPAK

Chairman of the Editorial Board
STANISLAV TABACHNIKOV

GS PUBLISHING SERVICES
SHERMAN OAKS
2023

The collective monograph is a scientific and practical publication that contains scientific articles by doctors and candidates of sciences, doctors of philosophy and art, graduate students, students, researchers and practitioners from European and other countries. The articles contain research that reflects current processes and trends in world science.

Text Copyright © 2023 by the Publisher «GS Publishing Services» and authors.

Illustrations © 2023 by the Publisher «GS Publishing Services» and authors.

Cover design: Publisher «GS Publishing Services» ©

Authors: Liliia Avdieieva, Oleksandr Balko, Olen Balko, Kostiantyn Bakaievych, Yana Bakaievych, Olha Biliaieva, Svitlana Bobrovnyk, Victor Borodii, Alla Cherep, Oleksandr Cherep, Oksana Drevitska, Nataliia Dub, Ivan Dudar, Yaroslav Dudar, Pavel Glukhovskiy, Grygoriy Griban, Valentyna Groza, Iryna Hnatyshena, Mykhailo Humeniuk, Serhii Ihnatovych, Tetiana Illarionova, Eduard Ivashkevych, Ernest Ivashkevych, Ivan Karol, Yevhen Kharchenko, Iryna Kochetkova, Ihor Kolomak, Hanna Korpita, Yurii Kryvko, Vadym Kryzhevskiy, Volodymyr Kulish, Serhii Kulynych, Olena Kyrychko, Olena Litovchenko, Olha Liubitseva, Valentyna Moiseienko, Nataliia Mykhalchuk, Alexander Nabochuk, Vitalina Nikitenko, Oleksandr Paienok, Oksana Petrenko, Yaroslava Pushkarova, Serhii Puzik, Olha Reshetniak, Tetiana Reva, Andrii Savchenko, Iryna Shevchuk, Anatolii Shostia, Bogdan Shuvar, Ivan Shuvar, Roman Shyrshov, Oleksii Skitsko, Olena Titarenko, Pavlo Tkachenko, Vira Tymoshenko, Serhii Varych, Ganna Vasylieva, Valerii Voitsekhovskiy, Valentyna Voronkova, Olena Welchinska, Oleksandr Yakushenko, Sviatoslav Yutskevych, Galina Zaitseva, Maksym Zakiiev, Vadym Zakiiev, Oleksandr Zaporozhets, Ihor Zavhorodnii, Liudmyla Zhuravlova.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, or stored in a database or search engine without the prior written permission of the publisher. The authors are responsible for the content and reliability of their articles. Citation or other use of the monograph is possible only with reference to the publication.

Publisher «GS Publishing Services»
15137 Magnolia Blvd, # D,
Sherman Oaks, CA 91403, USA.

ISBN 979-8-9895146-0-1

DOI : 10.51587/9798-9895-14601-2023-016

Scientific editors-reviewers: S. Bobrovnyk, Yu. Bondar, A. Cherep,
P. Glukhovskiy, P. Hovorov, Yu. Kuznetsov, V. Lazurenko,
V. Moiseienko, L. Omelianchuk, R. Protsiuk, Zh. Virna.

The monograph is recommended for publication by the Presidium of
the National Academy of Sciences of Higher Education of Ukraine

**Education and science in the period of global crises and conflicts in the 21st century :
collective monograph** / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov.
Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2023. 331 p.

Available at: DOI : 10.51587/9798-9895-14601-2023-016

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

Ivan DUDAR, Ivan SHUVAR, Hanna KORPITA, Yaroslav DUDAR, Bogdan SHUVAR	FORMATION OF PRODUCTIVITY AND EFFECTIVE USE OF HERBAL MIXTURES OF PERENNIAL GRASSES IN THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE	7
---	---	---

CHEMICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES

Pavel V. GLUKHOVSKIY	CHEMISTRY QUANTITATIVE ANALYSIS COURSE: IMPACT OF THE COURSE ORGANIZATION ON STUDENTS' PERFORMANCE	17
----------------------	---	----

EARTH SCIENCES

ЛЮБИЦЕВА Ольга, КОЧЕТКОВА Ірина	ГЕОГРАФІЯ КУЛЬТУРИ В СТРУКТУРІ ГЕОГРАФІЧНОГО ЗНАННЯ В УКРАЇНІ	25
Ivan SHUVAR, Hanna KORPITA, Ivan DUDAR, Bogdan SHUVAR	MONITORING AND EFFECTIVE CONTROL OF THE NUMBER OF <i>ASCLEPIAS SYRIACA L.</i> IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST STEPPE OF UKRAINE	34

ECONOMIC SCIENCES

ЧЕРЕП Алла, ВОРОНКОВА Валентина, ЧЕРЕП Олександр, НІКІТЕНКО Віталіна	ЗЕЛЕНА ЕКОНОМІКА, ЕКОНОМІКА ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ АБО НИЗЬКО- ВУГЛЕЦЕВА ЕКОНОМІКА ЯК МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ	40
ШЕВЧУК Ірина	МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУ- ВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ Й ВОЄННОГО ЧАСУ	63

HISTORICAL SCIENCES

ЖУРАВЛЬОВА Людмила	ТЕХНО-ДИПЛОМАТІЯ У ЗОВНІШНЬО-ПОЛІТИЧНОМУ КУРСІ США ЩОДО КИТАЮ ПРОТЯГОМ 2000-Х РР.: КОСМІЧНА ПЕРСПЕКТИВА	104
--------------------	---	-----

LINGUISTICS

ГНАТИШЕНА Ірина, ПЕТРЕНКО Оксана	ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ ТА НІМЕЦЬКОЇ МОВ НА ОСНОВІ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ТА ОНЛАЙН-РЕСУРСІВ	110
-------------------------------------	--	-----

MEDICINE

БІЛЯЄВА Ольга, КРИЖЕВСЬКИЙ Вадим, КАРОЛЬ Іван, ІЛЛАРІОНОВА Тетяна	КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ЩОДО ПРОФІЛАКТИКИ РАНОВИХ ГНІЙНО-ЗАПАЛЬНИХ УСКЛАДНЕНЬ У ХВОРИХ НА ПЕРИТОНІТ	119
Ganna VASYLYEVA	COMPREHENSIVE PSYCHOTHERAPEUTIC SUPPORT TO PATIENTS AND THEIR CAREGIVERS IN PALLIATIVE CARE	128
ВОЙЦЕХОВСЬКИЙ Валерій, АВДЄЄВА Лілія, БАЛКО Олександр, БАЛКО Олена	СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СПОРОУТВОРЮЮЧИХ БАКТЕРІЙ ВІД СПОРИ ДО ВЕГЕТАТИВНОЇ КЛІТИНИ	134
ДУБ Наталія, ПАЄНОК Олександр, КРИВКО Юрій	СУЧАСНА МЕДСЕСТРИНСЬКА ОСВІТА В УКРАЇНІ	152
ДРЕВІЦЬКА Оксана	ПСИХОЛОГІЯ ТА ПСИХІАТРІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОСТІ З ПОЗИЦІЙ КЛАСИЧНОЇ ГЕНЕТИКИ І ПСИХОГЕНЕТИКИ	156
ЗАВГОРОДНІЙ Ігор, ЛІТОВЧЕНКО Олена	СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ПРОФЕСІЙНОГО ВИГОРАННЯ В УКРАЇНІ СЕРЕД МЕДИЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ	162
МОЙСЕЄНКО Валентина	ЕТІОПАТОГЕНЕЗ ТА ЛІКУВАННЯ СИНДРОМУ ПОДРАЗНЕНОГО КИШЕЧНИКА	170

PEDAGOGICAL SCIENCES

Nataliia MYKHALCHUK, Yevhen KHARCHENKO, Eduard IVASHKEVYCH, Ernest IVASHKEVYCH, Alexander NABOCHUK	ON-LINE TEACHING IN THE PROCESS OF STUDYING AT SECONDARY SCHOOLS ACCORDING TO CONTEMPORARY REALITIES AND WAR SITUATION IN UKRAINE	174
--	---	-----

PHARMACY

Olena WELCHINSKA	SOME ASPECTS OF THE INTERACTION OF THE CHEMICAL STRUCTURE AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE MEDICINAL SUBSTANCE	196
Yaroslava PUSHKAROVA, Galina ZAITSEVA, Tetiana REVA	PECULIARITIES OF TEACHING THE ELECTIVE COURSE “BASICS OF CHEMICAL METROLOGY”: THE DEPARTMENT’S EXPERIENCE	201

PHYSICAL AND TECHNICAL & MATHEMATICAL SCIENCES

КУЛІШ Володимир, РЕШЕТНЯК Сергій	СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПІНОВИХ ХВИЛЬ У НАНОТРУБЦІ ЕЛІПТИЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ЗА НАЯВНОСТІ СПІН- ПОЛЯРИЗОВАНОГО СТРУМУ	213
-------------------------------------	--	-----

POLITICAL AND LEGAL SCIENCES

БОБРОВНИК Світлана	ЮРИДИЧНА НАУКА І ОСВІТА В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ РОЗВИТКУ	224
ВАРИЧ Ольга	МЕХАНІЗМ ЗАХИСТУ ПРАВА НА ОСВІТУ В ПЕРІОД ГЛОБАЛЬНИХ КРИЗ ТА ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ	232

SOCIAL COMMUNICATIONS

БАКАЄВИЧ Костянтин	ТРАНСФОРМАЦІЇ МЕДІЙНИХ СПІЛЬНОТ ПІД ЧАС ПОВНО- МАСШТАБНОЇ ВІЙНИ	239
БАКАЄВИЧ Яна	ІНФОГРАФІКА ЯК СПОСІБ ПОДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В НОВИНИХ ОНЛАЙН-МЕДІА ПІД ЧАС ПОВНО- МАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ	243

SOCIAL SCIENCES

Grygoriy GRIBAN, Pavlo TKACHENKO	IMPROVEMENT OF STRENGTH QUALITIES OF HIGHER EDUCATION SEEKERS BY THE MEANS OF KETTLE- BELL SPORTS AND CORRESPONDING EXERCISES	247
САВЧЕНКО Андрій	ПРОТИДІЯ КОРУПЦІЙНИМ КРИМІ- НАЛЬНИМ ПРАВОПОРУШЕННЯМ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ОРГАНАМИ ДЕРЖАВНОГО БЮРО РОЗСЛІДУВАНЬ	269
ТИМОШЕНКО Віра	РОЛЬ ПРАВА У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СВОБОДИ ОСОБИСТОСТІ	279

TECHNICAL SCIENCES

ГУМЕНЮК Михайло	ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРАВОВУ СИСТЕМУ	288
ЗАКІЄВ Вадим, ЯКУШЕНКО Олександр, ЮЦКЕВИЧ Святослав, ІГНАТОВИЧ Сергій, ЗАКІЄВ Максим	ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОГО БЕЗКОНТАКТНОГО 3D ПРОФІЛОМЕТРУ	294
Serhii PUZIK, Valentyna GROZA, Victor BORODII, Oleksandr ZAPOROZHETS	CALCULATION METHOD OF THE INERTIAL TYPE CLEANER FOR ALTERNATIVE FUELS	311
СКИЦЬКО Олексій	ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ	317
ШИРШОВ Роман	ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ДЕРЖАВНА БЕЗПЕКА: РИЗИКИ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ	322

VETERINARY MEDICINE

КИРИЧКО Олена, КУЛИНИЧ Сергій, ШОСТЯ Анатолій, ТІТАРЕНКО Олена, КОЛОМАК Ігор	БІОЕТИЧНІ АСПЕКТИ БЛАГОПО- ЛУЧЧЯ ТВАРИН В ОСВІТІ ТА НАУЦІ У ПЕРІОД СУЧАСНИХ ГЛОБАЛЬНИХ КРИЗ ТА КОНФЛІКТІВ	327
--	--	-----

ЗАКІЄВ Вадим Ісламович,

к.т.н., доцент, доцент кафедри конструкції літальних апаратів,
Національний авіаційний університет
ORCID ID: 0000-0003-4027-3727

ЯКУШЕНКО Олександр Сергійович,

к.т.н., с.н.с., доцент кафедри авіаційних двигунів
Національний авіаційний університет України
ORCID ID: 0000-0002-1036-7960

ЮЦКЕВИЧ Святослав Сергійович,

к.т.н., доцент, завідувач кафедри конструкції літальних апаратів,
Національний авіаційний університет
ORCID ID: 0000-0001-6650-4453

ІГНАТОВИЧ Сергій Ромуальдович,

д.т.н., професор, кафедри конструкції літальних апаратів,
Національний авіаційний університет
ORCID ID: 0000-0001-9322-2195

ЗАКІЄВ Максим Ісламович,

професіонал з інтелектуальної власності
ТОВ «ДЖІ ЛІГАЛ»
ORCID ID: 0009-0009-0666-0644
Україна

ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОГО БЕЗКОНТАКТНОГО ЗД ПРОФІЛОМЕТРУ

Контактні профілометри широко застосовуються в техніці для оцінки якості оброблених поверхонь. Зазвичай, результати виміру представлені у вигляді малоінформативних профілограм. Для тривимірної реєстрації топографії поверхні з нанометричною роздільною здатністю авторами в 2003 році був розроблений безконтактний інтерференційний профілометр «Micron-alpha»¹. Розроблений профілометр було використано при проведенні досліджень, результати яких наведено далі. Прилад призначений для реєстрації мікротопографії поверхонь методом обробки послідовності інтерференційних картин і дозволяє будувати 2D та 3D профілі поверхні (рис. 1), кількісно оцінювати характеристики поверхні з нанометричною роздільною здатністю (всі відомі параметри шорсткості), об-

1 Ігнатович С. Р., Закиєв І. М., Закиєв В. І., Юцкевич С. С.. Безконтактний тривимірний профілометр. Патент на корисну модель. № 39972, 25.03.2009; Ігнатович С. Р., Закиєв І. М. Контроль качества поверхности с использованием интерферометрического профилометра. «Винахідник и рационализатор» Научн. журнал. 2007. № 6, с. 8-11

числювати радіус закруглення, обсяг виступу (впадини) та обчислювати площі складної поверхні.

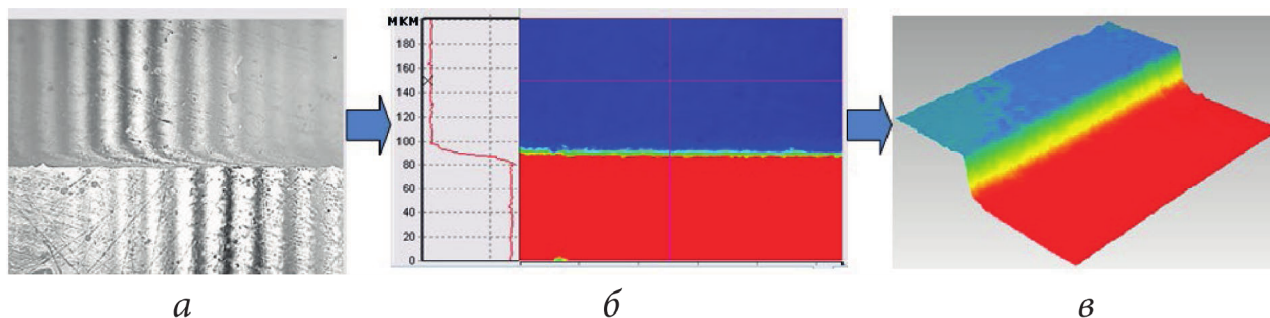


Рис. 1. Етапи формування 3D топографії з послідовності інтерференційних картин:
 а – мікрофотографія інтерференційної картини сходинки,
 б – вертикальний переріз профілю та 2D топографія поверхні,
 в – 3D топографія поверхні

На рис. 2 представлено зовнішній вигляд інтерфейсу з профілограмою поверхні точіння та наведені автоматично розраховані параметри шорсткості такі як: R_a – середньоарифметичне відхилення профілю, R_z – найбільша висота профілю, R_{max} – повна висота профілю, S_m – середній крок нерівностей, тощо.

За допомогою описаного приладу було виконано ряд досліджень, результати яких наведено далі.

Вимір топографії волоконно-оптичних з'єднань (фідерів)

Розвиток волоконно-оптичних систем передачі інформації іде по шляху збільшення інформаційних потоків за рахунок збільшення швидкості передачі кожного каналу зв'язку. Для того, щоб гарантувати надійну роботу з'єднань і стабільність їх параметрів протягом заданого терміну служби необхідно забезпечити оптимальну форму їх оптичних поверхонь, по яких здійснюється контакт в з'єднаннях².

Функція конектора полягає в тому, щоб максимально точно з'єднати волокна двох частин з'єднання, забезпечуючи при цьому безперервність оптичного шляху в точці їх контакту. Відповідно до технічних умов два ферули і вклеєні в них волокна з'єднуються в точці контакту під дією сили стиснення. При цьому волокна деформуються в центральній частині (по торцям) таким чином, що утворюють контакт волокон без повітряного зазору між ними. При цьому, значна частина сили тиску від замка з'єднання перерозподіляється на поверхню ферула для запобігання перенапруженню волокна і, тим самим, погіршенню оптичних параметрів,

2 Базакуца П. В., Лоис Черчель. Интерферометрический метод измерения параметров оптических разъемов // Измерительная техника. – 2004. – № 1. – с. 42-45.

передчасному старінню і навіть руйнуванню волокон в точці контакту. Щоб забезпечити дотримання вказаних умов геометричні параметри поверхні торця ферула повинні відповідати достатньо жорстким вимогам. Необхідним є також контроль дефектів на поверхні оптичного волокна та якості полірування.

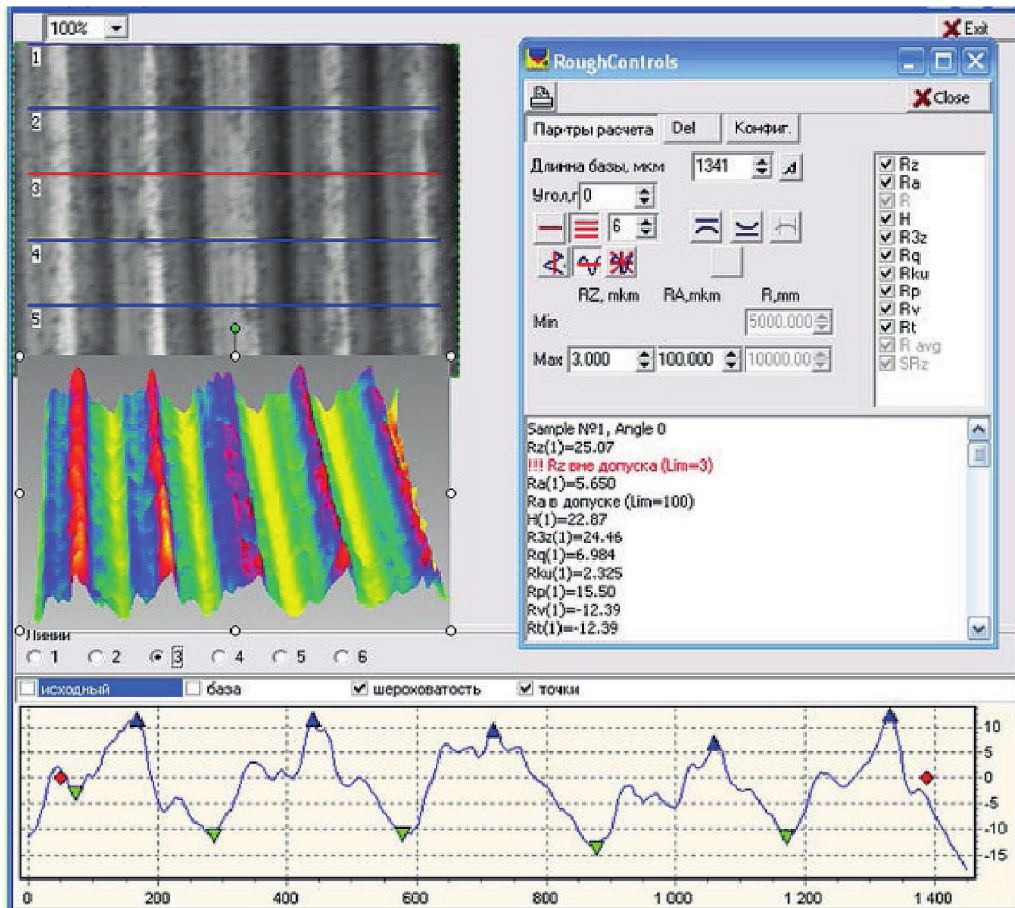


Рис. 2. Зовнішній вигляд інтерфейсу програмного забезпечення з розрахованими параметрами шорсткості

На рис. 3 представлені тривимірні зображення поверхонь з'єднань SC/PC трьох різних виробників, а в табл. 1 наведені розраховані геометричні параметри з висновками про якість виробу.

Джерело: дослідження автора

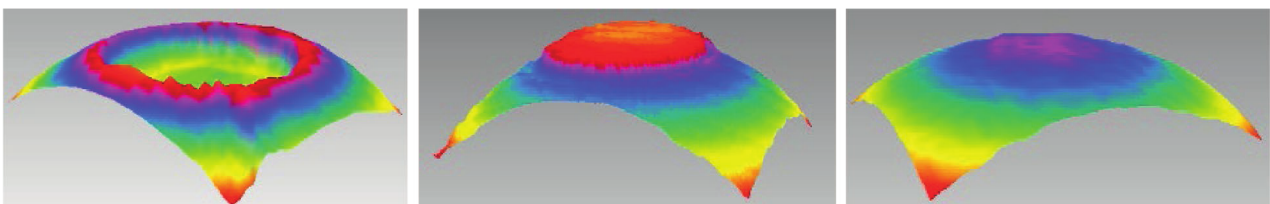


Рис. 3. Тривимірна топографія поверхні торця ферула різних виробників: ферул №1 (а); ферул №2 (б); ферул №3 (в)

Таблиця 1

Результати виміру геометричних параметрів з'єднань типу SC/PC

Джерело: дослідження автора

№	Радіус, мм	Зміщення апексу, мкм	Заглиблення волокна, нм	Шорсткість (Ra), нм	Діаметр волокна, мкм	Висновок
1	30,34	15,3	-120	44	124,5	Не задовольняє
2	14,79	9,6	62	20	126,1	Задовольняє
3	21,44	3	15	12	126	Задовольняє

Таким чином забезпечується контроль геометрії торця ферула як на виробництві, так і при входному контролі перед монтажем мережі.

Вимірювання поверхні дентальних імплантатів

Одним з напрямів поліпшення процесу інтеграції дентальних імплантатів є вдосконалення макро- та мікроструктури зовнішньої поверхні їх частини, що взаємодіє з кістковою тканиною. Оптимальна обробка зовнішньої поверхні з метою поліпшення її мікротекстури та дизайну самого імплантату може істотно вплинути на успіх імплантації³. З літературних джерел відомо, що стабільність імплантату може бути підвищена за рахунок збільшення поверхні контакту між ним і кістковою тканиною, що досягається макрогеометричними параметрами тіла імплантату, а також мікроструктуруванням його зовнішньої поверхні за допомогою хімічної, механічної обробки або плазмового напилення⁴. Дослідження показали, що імплантат з шорсткою поверхнею має більш високі показники стабільності при тесті на викручування в порівнянні з варіантом, що має гладку поверхню⁵. Крім цього, при гістологічних дослідженнях не виявлено суцільного з'єднання по всій площі поверхні імплантату з кістковою тканиною⁶. Результати ряду

3 Мушеев И. У., Олесова В. Н., Фромович О. З. Практическая дентальная имплантология: руководство, 2-е изд., доп. М.: Локус Станди, 2008. 498 с.; Cooper L. F. Роль топографии поверхности в регенерации и сохранении кости при установке титановых эндооссальных зубных имплантатов // Новое в стоматологии. 2002. № 8. С. 83–92; Esposito M., Hirsch J. M., Lekholm U., Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants // Etiopathogenesis. Eur. J. Oral Sci. 1998. № 106. P. 721–764.

4 Мушеев И. У., Олесова В. Н., Фромович О. З. Практическая дентальная имплантология: руководство, 2-е изд., доп. М.: Локус Станди, 2008. 498 с.; Кулаков О. Б., Матюнин В. В. Оценка поверхности дентальных имплантатов при помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа (CLSM) // Институт Стоматологии. 2003. № 3 (20). С. 23–25; Konig-Junior B. A study of different calcification areas in newly formed bone 8 weeks after insertion of dental implants in rabbit tibias. // Manat. Anz. 1998. № 180. P. 471–475.

5 Кулаков О. Б., Матюнин В. В. Оценка поверхности дентальных имплантатов при помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа (CLSM) // Институт Стоматологии. 2003. № 3 (20). С. 23–25.

6 Кулаков О. Б., Матюнин В. В. Оценка поверхности дентальных имплантатов при помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа (CLSM) // Институт Стоматологии. 2003. № 3 (20). С. 23–25; Piatelli A. Bone reactions to early occlusal loading of two stage titanium plasma-sprayed implants: a pilot study in monkeys // Int. J. Periodontics Restorative Dent. 1997. № 17. P. 162–169

експериментів, в яких оцінювалися імплантати з різною топографією поверхні, показали, що поліпшення остеоінтеграції спостерігалось в тих випадках, коли створювалися поверхні з S_a 1,5 мкм та R_a 1,2 мкм⁷.

Таким чином, з метою збільшення площі контакту дентальних імплантатів з кістковою тканиною, вимірювання топографії та кількісна оцінка форми їх поверхні на різних технологічних етапах їх створення є досить актуальною проблемою. В роботі⁸ запропоновано методика проведення кількісної оцінки площі контакту поверхні імплантату з кістковою тканиною шляхом вимірювання повної площі зони дослідження поверхні імплантату з урахуванням мікрорельєфу.

Використаний прилад та його програмне забезпечення окрім оцінки поверхні за загальноприйнятими двовимірними параметрам шорсткості дозволяє кількісно визначити повну площу поверхні мікрорельєфу S_n , що забезпечить фахівців об'єктивним параметром їх оцінки.

Ґрунтуючись на даних вимірювань і програмних розрахунках площі зони дослідження поверхні імплантату, запропоновано використати відносну площу поверхні $S_s = S_n / S$ (S – площа проекції мікроповерхні на горизонтальну площину) як параметр збільшення площі поверхні імплантату внаслідок нанесення мікрорельєфу. Параметр S_s є об'єктивним критерієм того, у скільки разів була збільшена реальна площа за рахунок формування мікрорельєфу на вихідній поверхні. Чим більше цей параметр, тим більше передбачувана площа контакту імплантату з кістковою тканиною.

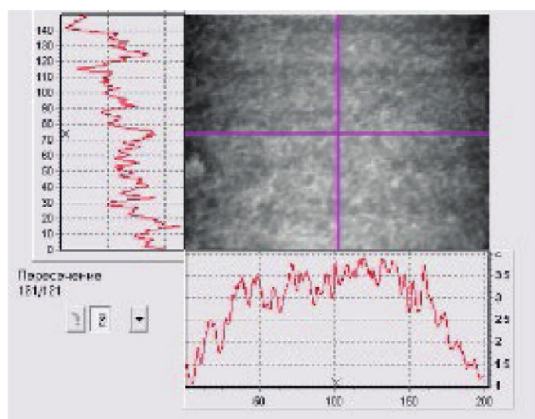
В якості прикладу на рис. 4 – 6 представлені зареєстровані профілометром ділянки імплантату в області шийки на різних етапах виробничого процесу.

З метою вивчення впливу кожного з технологічних етапів на створення мікрорельєфу поверхні з використанням бластингу корундом і кислотного травлення за допомогою безконтактного профілометра досліджувались 192 зони на поверхні імплантату в області шийки, тіла і апекса (площа проекції кожної із зон $S = 29968,7$ мкм²) на різних етапах виробничого процесу.

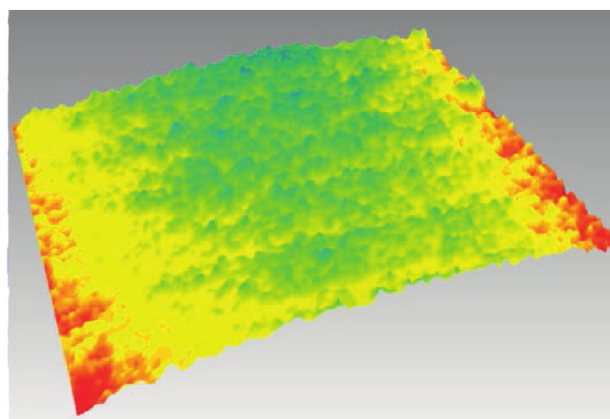
7 Мушеев И. У., Олесова В. Н., Фромович О. З. Практическая дентальная имплантология: руководство, 2-е изд., доп. – М.: Локус Станди, 2008. – 498 с.; Соорер L. F. Роль топографии поверхности в регенерации и сохранении кости при установке титановых эндооссальных зубных имплантатов // Новое в стоматологии. 2002. № 8. С. 83–92; Кулаков О. Б., Матюнин В. В. Оценка поверхности дентальных имплантатов при помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа (CLSM) // Институт Стоматологии. 2003. № 3 (20). С. 23–25.

8 Леоненко П. В., Закиев В. И., Михальченко Д. В. Усовершенствование поверхности дентальных имплантатов для применения у пациентов с метаболическими остеопатиями на фоне генерализованного пародонтита // Фундаментальные исследования. 2013. № 9-6. С. 1029-1033.

Джерело: дослідження автора

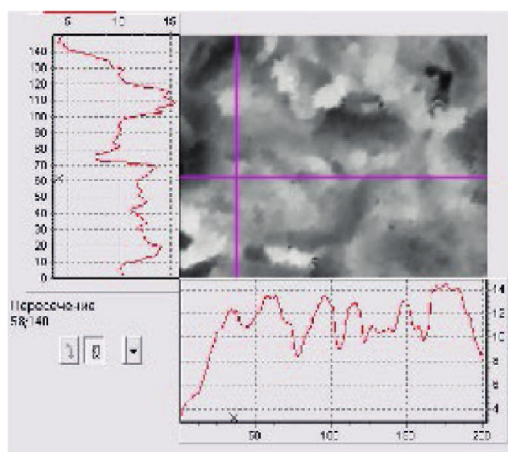


а

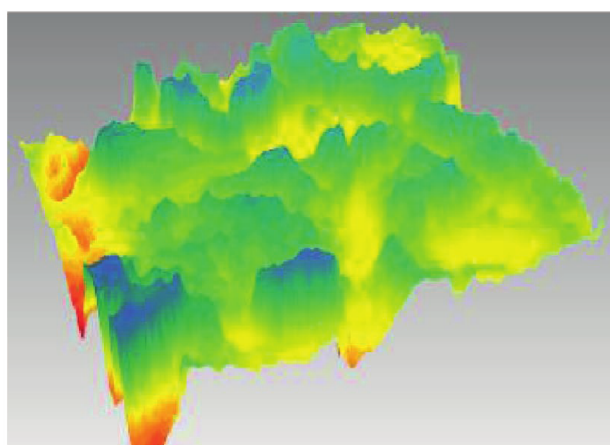


б

Рис. 4. Двовимірна (а) та тривимірна (б) топографія імплантату після фрезерування

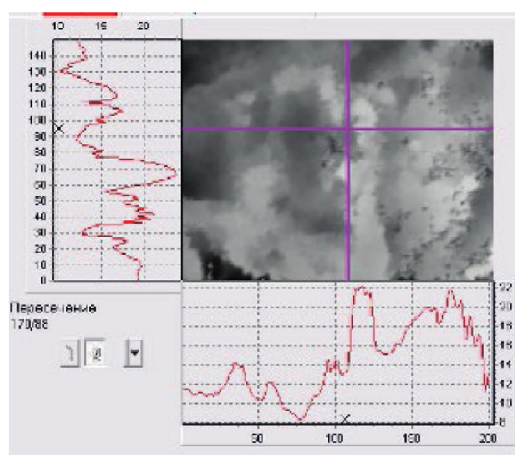


а

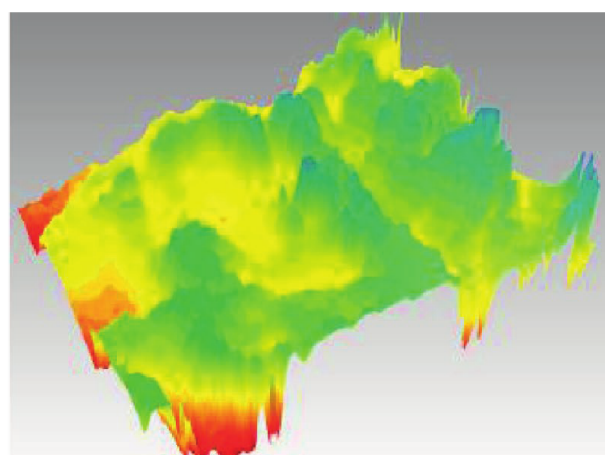


б

Рис. 5. Двовимірна (а) та тривимірна (б) топографія поверхні імплантату після першого етапу створення мікрорельєфу шляхом бластингу поверхні корундом



а



б

Рис. 6. Двовимірна (а) та тривимірна (б) топографія поверхні імплантату після всіх етапів створення мікрорельєфу

Вимірювання поверхні ендопротезів

Щорічно в світі імплантується близько одного мільйона ендопротезів кульшових суглобів. Потенційна потреба в таких операціях сягає трьох мільйонів на рік⁹, в тому числі в Україні – близько 900, а потенційна потреба – понад 50 тисяч на рік. На теперішній час розроблений широкий спектр ендопротезів кульшового суглоба (більше 800). Саме тому тривають інтенсивні наукові пошуки і прикладні розробки, спрямовані на вдосконалення конструкції і матеріалів імплантатів.

Великий вплив на реактивність і реактогенність матеріалу імплантату має мікрорельєф його поверхні. Якість підготовки поверхні визначається тканинами, з якими буде контактувати імплантат, а також тривалістю його перебування в організмі. Для зменшення поверхневого контакту з тканинами необхідна поверхня з гранично низькою шорсткістю. Зниження висоти мікрорельєфу поверхні на кілька одиниць дозволяє на кілька порядків зменшити поверхню контакту. З огляду на те, що процеси біохімічної взаємодії імплантатів з тканинами розвиваються на клітинному рівні, вимоги до шорсткості поверхні є цілком виправданими.

На рис. 7, 8 представлені зареєстровані профілометром ділянки сферичної поверхні головки ендопротезів різних виробників та профілограма що відповідає горизонтальній лінії перетину маркеру.

Джерело: дослідження автора

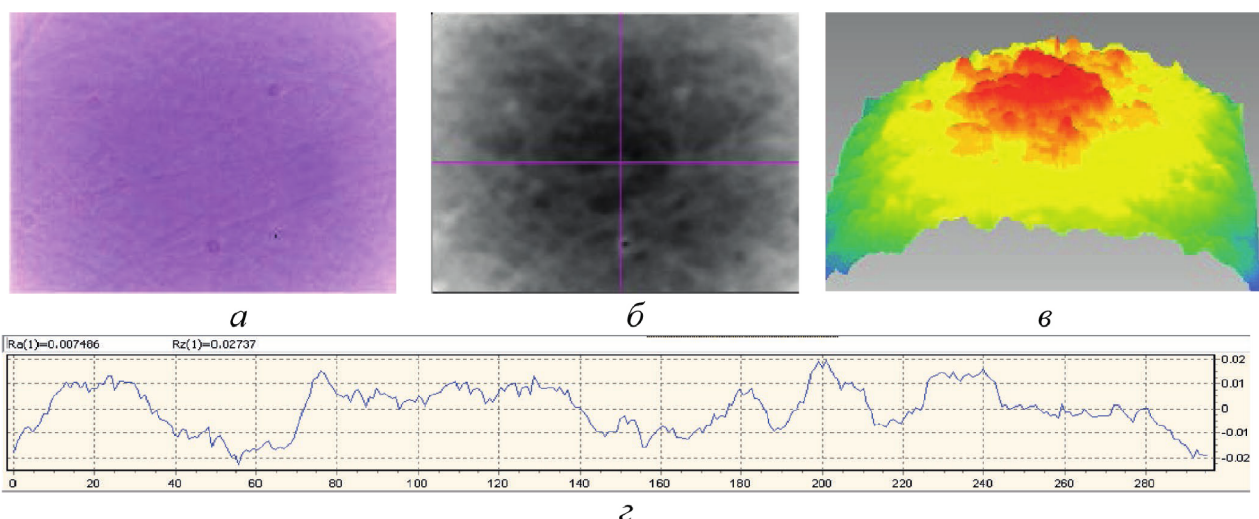


Рис. 7. Мікрофотографія (а), 2D зображення (б), 3D зображення (в) та профілограма (г) ендопротеза виробництва ФРН

9 Oonishi H., Clarke I. C., Good V. Needs of Bioceramics to Longevity of Total Joint Arthroplasty // Key Engineering Materials. 2003. V. 240. p. 765-768.

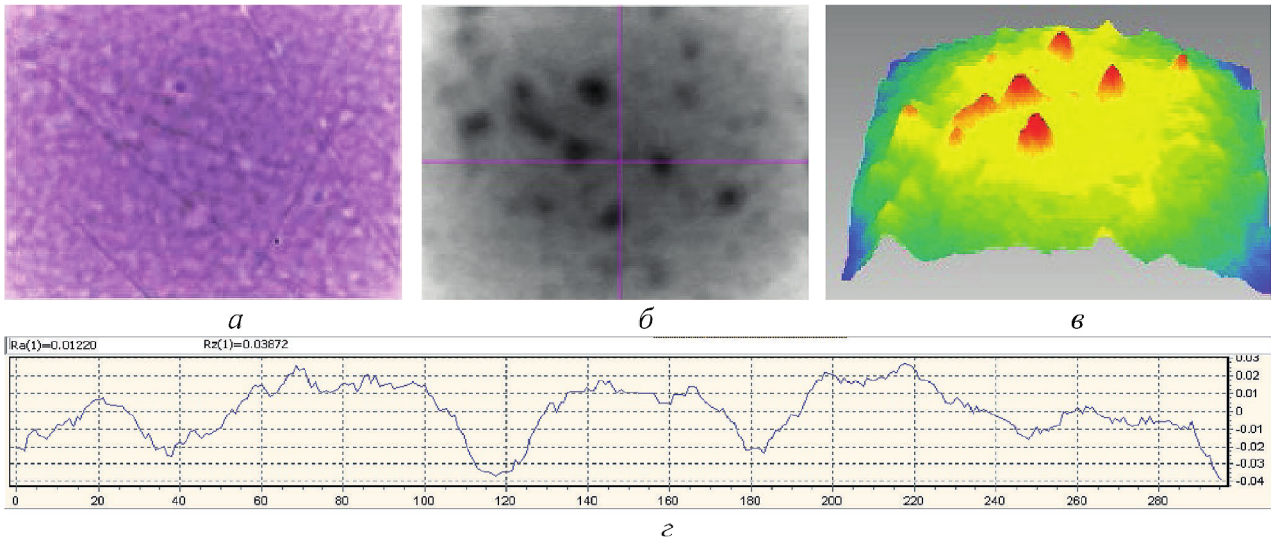


Рис. 8. Мікрофотографія (а), 2D зображення (б), 3D зображення (в) та профілограма (г) ендопротеза виробництва США

Двомірні вимірювання дозволяють провести лише обмежений аналіз стану поверхні. Такі топографічні особливості як виступи, поглиблення і подряпини неможливо достовірно визначити і виділити при двомірних вимірюваннях. Такими чином, для елементів трибосполучення ендопротезів кульшових суглобів стає актуальною проблема отримання тривимірної топографії поверхні з нанометровою роздільною здатністю.

Вимірювання поверхні клітинних зразків

Як приклад використання запропонованого підходу до дослідження біологічних об'єктів, розміри яких близькі до розмірів клітини, на рис. 9, 10 наведено результати виміру поверхні еритроцитів крові та клітин епітелію ротової порожнини. Розміри і форма еритроцитів можуть послужити, наприклад, індикатором стану крові.

Джерело: дослідження автора

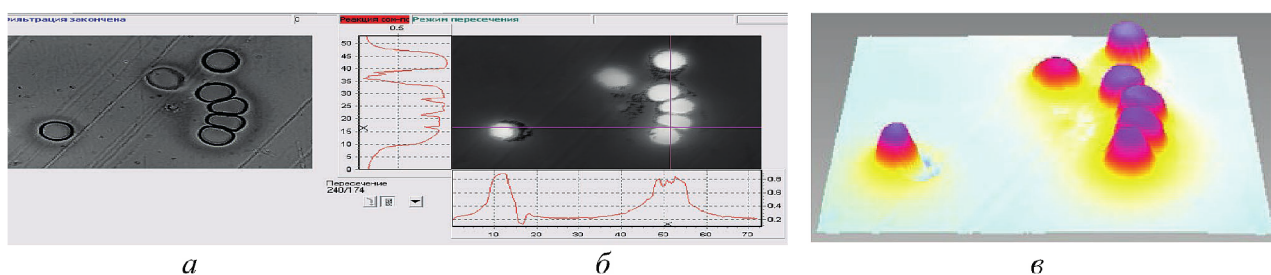
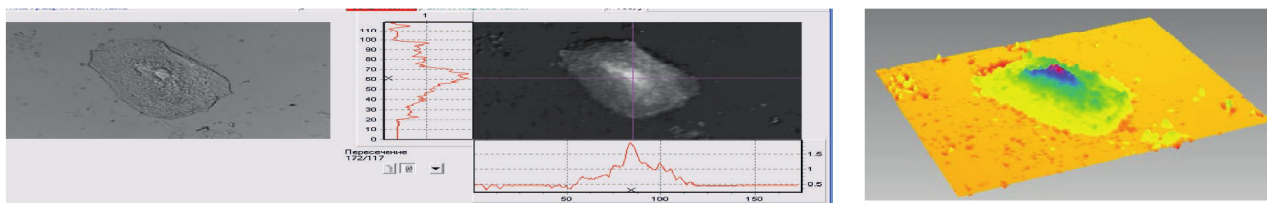


Рис. 9. Мікрофотографія (а), 2D топографія з профілограмами (б) та 3D зображення (в) еритроцитів



а б в
Рис. 10. Мікрофотографія (а), 2D топографія з профілограмами (б)
та 3D зображення клітини епітелію (в)

Вимірювання поверхні виробів мікроелектроніки

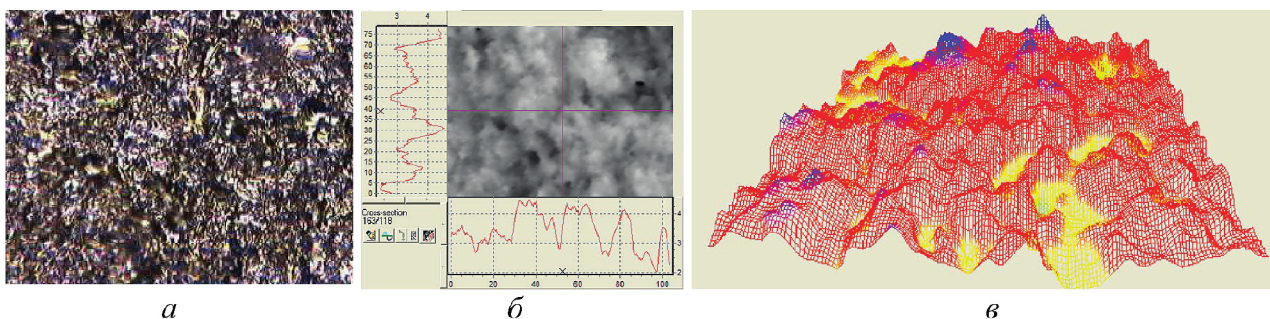
При виготовленні сучасних інтегральних схем дуже важливим є контроль технологічних процесів виробництва. Сюди входять вимірювання товщини плівок, глибин р-п переходів, поверхневої концентрації та інші.

Застосування 3D профілометра, який включає в себе оптичний мікроскоп, значно підвищує продуктивність контролю інтегральних мікросхем і знижує витрати. Нижче наведено приклади вимірювання топографії поверхні диска (підкладки) монокристала кремнію після різання (рис. 11), після полірування та травлення (рис. 12).

Ділянку силової частини підсилювача потужності з мідним провідником представлено на рис. 13. Отримана інформація дозволяє визначити висоту доріжки, здійснювати її контроль та оптимізувати виробництво¹⁰.

На завершальній стадії виготовлення мікросхеми покриваються захисним лакофарбовим покриттям (прозорий або напівпрозорий лак), товщину якого також можливо контролювати розробленим методом.

Джерело: дослідження автора



а б в
Рис. 11. Мікрофотографія (а), двовимірна топографія поверхні (б)
та тривимірна топографія диска (в) (підкладки)
монокристала кремнію після різання

¹⁰ Игнатович С. Р., Закиев И. М., Закиев В. И. Методы регистрации поверхностного рельефа объектов в нанометрическом диапазоне // Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики: 14-я меж. конф.: тезисы док. Ялта, 2007. С.49-2

Джерело: дослідження автора

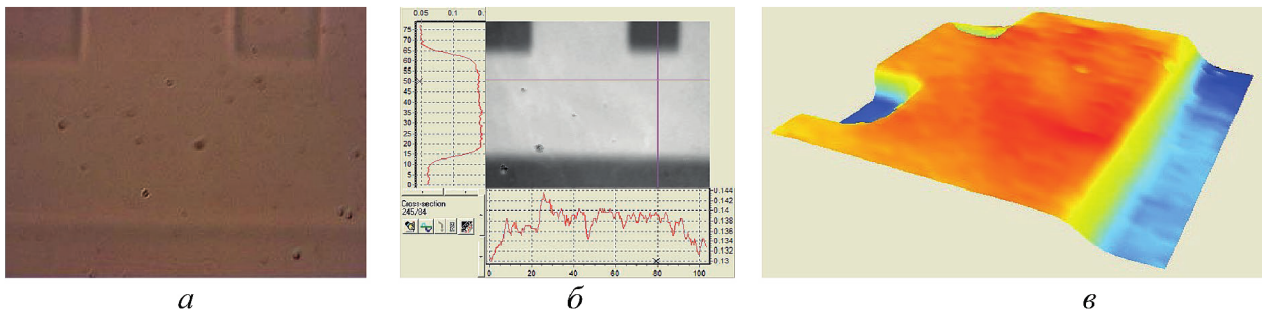


Рис. 12. Мікрофотографія (а), двовимірна топографія поверхні (б) та тривимірна топографія (в) диска (підкладки) монокристала кремнію травлення

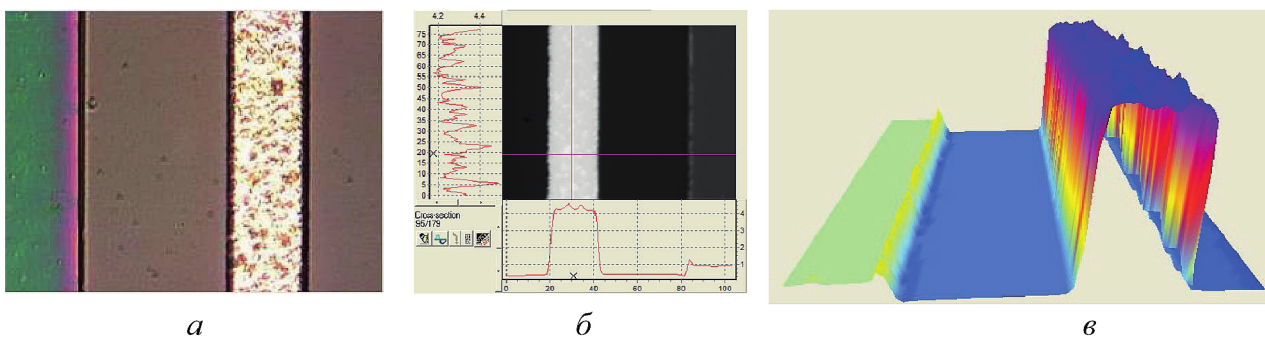


Рис. 13. Мікрофотографія (а), двовимірна (б) та тривимірна (в) топографія підсилювача потужності

У якості прикладу було досліджено захисне покриття на центральному процесорі AMD-K5TM PR-133 в трьох точках: на підкладці, доріжці, і p-p-переході (відповідні точки 1, 2 і 3 на рис. 14).

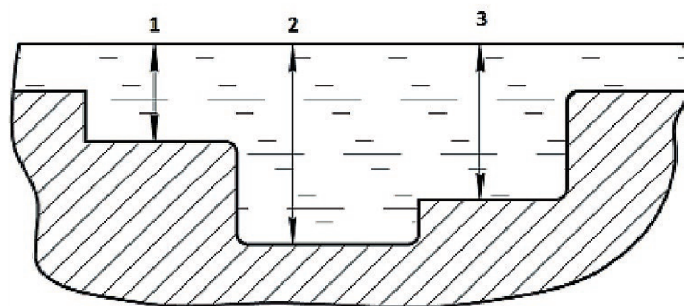


Рис. 14. Схематичне зображення захисного лакофарбового покриття

Для вимірювання товщини прозорого (або частково прозорого) покриття реєструється інтенсивність світлового потоку в залежності від положення рухомого дзеркала приладу (рис. 15). По осі абсцис відкладено кількість дискретних кроків рухомого дзеркала, а по осі ординат – інтенсивність світла. Перший максимум (мінімум) яскравості відповідає рівності плечей інтерферометра, що збігається з поверхнею покриття, а другий, після пересування дзеркала, – дну покриття. Знаючи крок дискретизації рухомого дзеркала,

який в нашому випадку дорівнює $h=0,7$ нм, можна обчислити відстань H між двома максимумами (мінімумами): $H = N h$, де N – кількість кроків дзеркала. Ця відстань відповідає значенню товщини покриття.

Джерело: дослідження автора

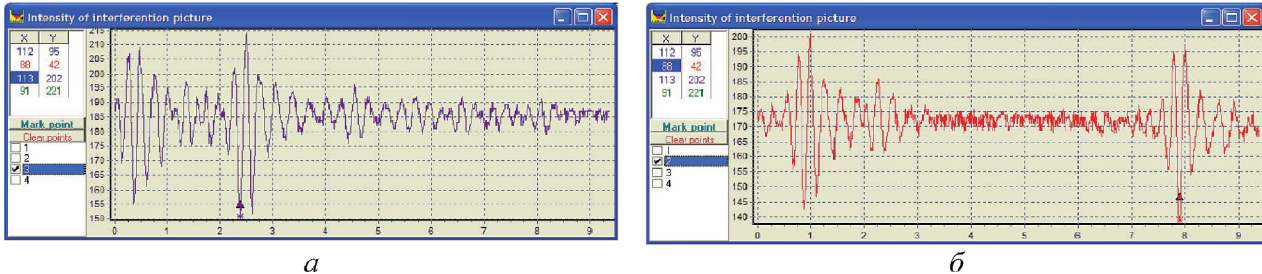


Рис. 15. Залежність інтенсивності світлового потоку від кроку рухомого дзеркала в точці 2 (а) та в точці 1 на рис. 14

Оцінка якості запису оптичного диску

Оптичні диски (CD-ROM, DVD-ROM та інш.) використовуються для тривалого зберігання інформації. Ці диски виготовлені з різних за якістю матеріалів, за технологіями, що дещо відрізняються. При необхідності визначення якості запису інформації та її зміни у часі може бути використано 3D профілометр. На рис. 16 показано приклад виміру топографії записаного диска CD-ROM.

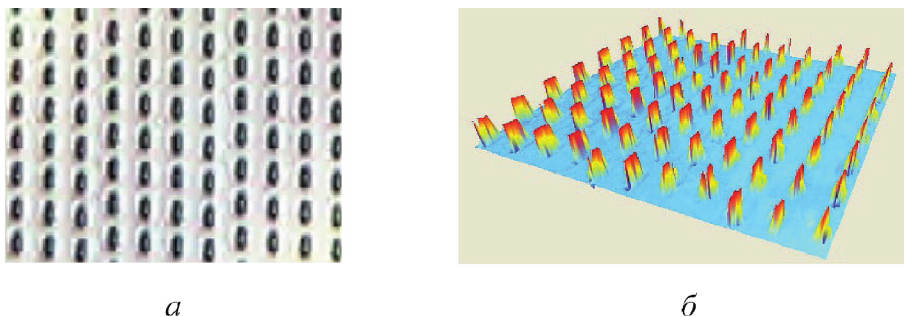


Рис. 16. Мікрофотографія (а) та тривимірне зображення (б) диска CD-ROM

Вимірювання деформаційного рельєфу поверхні при втомі матеріалів

Кількісна оцінка накопичених втомних пошкоджень на інкубаційній стадії втомного руйнування (до появи магістральної тріщини) дозволяє прогнозувати ресурс до формування магістральної тріщини, яка, в багатьох випадках, є неприпустимим пошкодженням відповідальних конструкцій. Такий прогноз на етапі розробки авіаційних конструкцій дозволить істотно скоротити тривалість дорогих і трудомістких натурних втомних випробувань, а на етапі експлуатації – підвищити надійність і безпеку польотів¹¹.

11 Игнатович С. Р., Юцкевич С. С., Закиев И. М., Майстренко Ю. Н. Исследование процесса усталости в сплаве Д16АТ при помощи нанопрофилометра // Вестник двигателестроения. Запорожье, 2008. № 3. С. 99–102

Металографічні дослідження вказують на відмінність в процесах формування деформаційного рельєфу при великих і малих амплітудах циклічних напружень. Деформаційний рельєф обумовлений процесами переміщення дислокацій в поверхневому шарі матеріалу та проявляється у вигляді локального видавлювання (екструзія) та западання (інтрузія) матеріалу на поверхні. В найбільшій мірі деформаційний рельєф проявляється у пластичних матеріалах, наприклад у технічно чистому алюмінію, який використовується як тонкий плакований шар для конструкційних алюмінієвих сплавів. На рис. 17 показано тривимірні топографії ділянки поверхні зразка після різного циклічного напрацювання, які наочно демонструють розвиток деформаційного рельєфу поверхні при втомному навантажуванні.

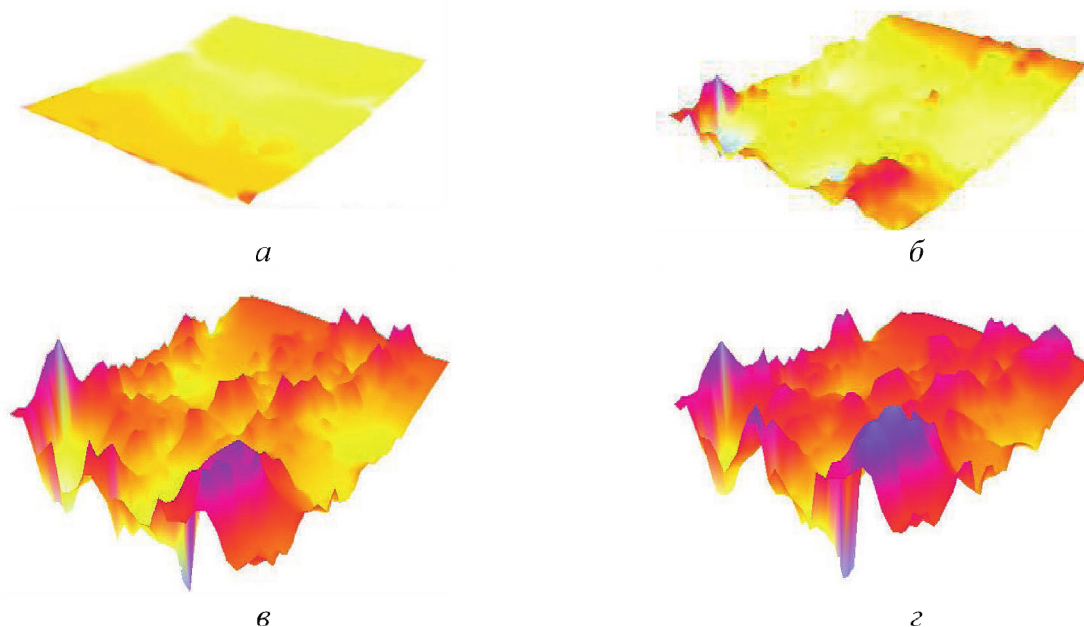


Рис. 17. Розвиток деформаційного рельєфу на поверхні плакованого шару з алюмінію при циклічному навантажуванні: без напрацювання (а); $N = 20\,000$ циклів (б); $N = 40\,000$ циклів (в); $N = 70\,000$ циклів (г)

На підставі отриманих результатів була запропонована методика прогнозування граничного стану обшивки літального апарату, яка заснована на розрахунку відносного циклічного напрацювання до утворення втомної тріщини за значеннями показників деформаційного рельєфу, що реєструються на контрольній ділянці¹².

12 Игнатович С. Р., Карускевич О. М., Закиев В. И. Диагностика усталостной поврежденности методом бесконтактной регистрации поверхностного рельефа объектов в нанометрическом диапазоне. Матер. 13-й междунар. кофер. «Современ. методы и средства неразруш. контроля и тех. диагностики», Ялта, 3.11.2005, с. 80-82; Ignatovich S. R., Zakiev V. I., Yutskevych S. S. Metal fatigue process investigation by interference nanoprofilometer // Aviation in the XXI-st century: Proceedings of the third world congress. Kiev: NAU, 2008. P. 12.7-12.11; Игнатович С. Р., Карускевич О. М., Закиев И. М., Закиев В. И. Диагностика усталостной поврежденности методом бесконтактной регистрации поверхностного рельефа объектов в нанометрическом диапазоне // Матер. 13-й междунар. кофер. «Современ. методы и средства неразруш. контроля и тех. диагностики». Ялта, 3.11.2005. С. 80-82.

Вимірювання відбитків при індентуванні

Одними з найбільш ефективних способів дослідження фізико-механічних властивостей поверхневого та приповерхневих шарів матеріалів є індентування – метод безперервного вдавнення індентора (depth sensing indentation). За допомогою даного методу можна визначати: мікро- і нано-твердість, модуль пружності, контактну жорсткість, повзучість, релаксаційне відновлення, пружну і пластичну деформацію під індентором, енергію активації, моменти утворення тріщин, внутрішні напруження в приповерхневих шарах, та інші характеристики¹³.

Незважаючи на значні досягнення в галузі створення і вдосконалення приладів та методів індентування, ряд питань, що стосуються поведінки матеріалу при втисненні в нього жорсткого індентора, залишається недостатньо дослідженими. До них відносяться закономірності переміщення матеріалу при дії високих локальних напружень під індентором, явище формування навалів в області відбитка. Нема чіткої відповіді на питання про розміри області поширення навалу – зосереджується або розповсюджується витіснений матеріал поблизу зони контакту? Як впливає формування навалів на масштабний фактор (МФ) при індентуванні?¹⁴. На рис. 18, 19 показано результати вимірювання топографії поверхні скла після її індентування інденторами Віккерса та Роквелла.

Джерело: дослідження автора

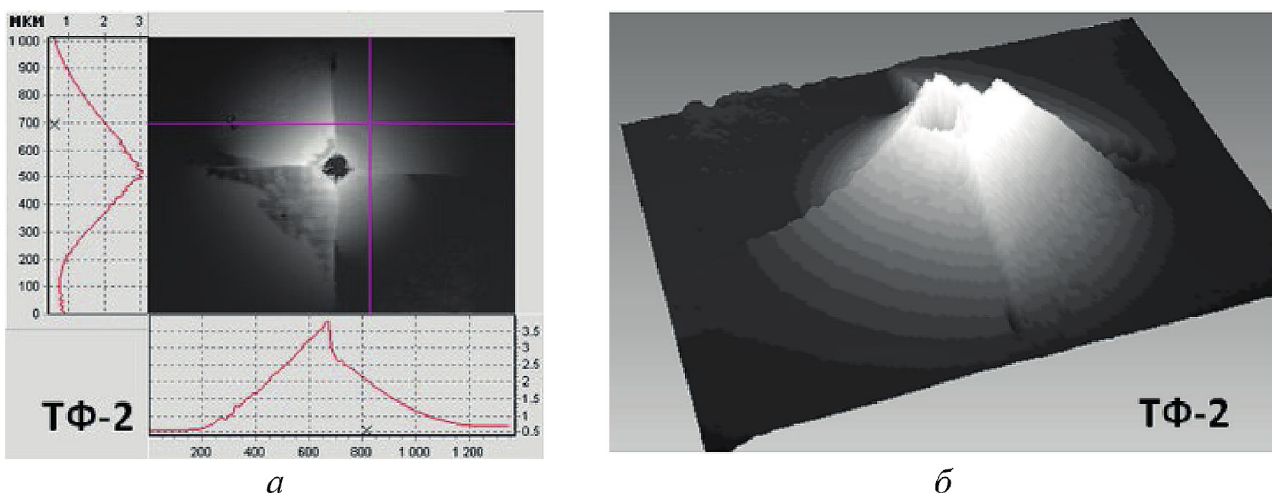


Рис. 18. 2D (а) та 3D (б) топографія відбитка індентора Віккерса на склі ТВ-2

- 13 Головин Ю. И. Наноиндентирование и механические свойства твердых тел в субмикроразмерах, тонких приповерхностных слоях и пленках (обзор) // Физика твердого тела. 2008. том 50. вып. 12. С. 2113-2142.
- 14 Соيفер Я. М., Вердян А. Исследование локальных механических свойств монокристаллов хлористого калия методом атомно-силовой микроскопии // Физика твердого тела. 2003. том 45. вып. 9. С. 1621-1625; Головин Ю. И., Тюрин А. И. Микро- и наноконтактное взаимодействие твердых тел // Природа. 2003. № 4. С.60-68.

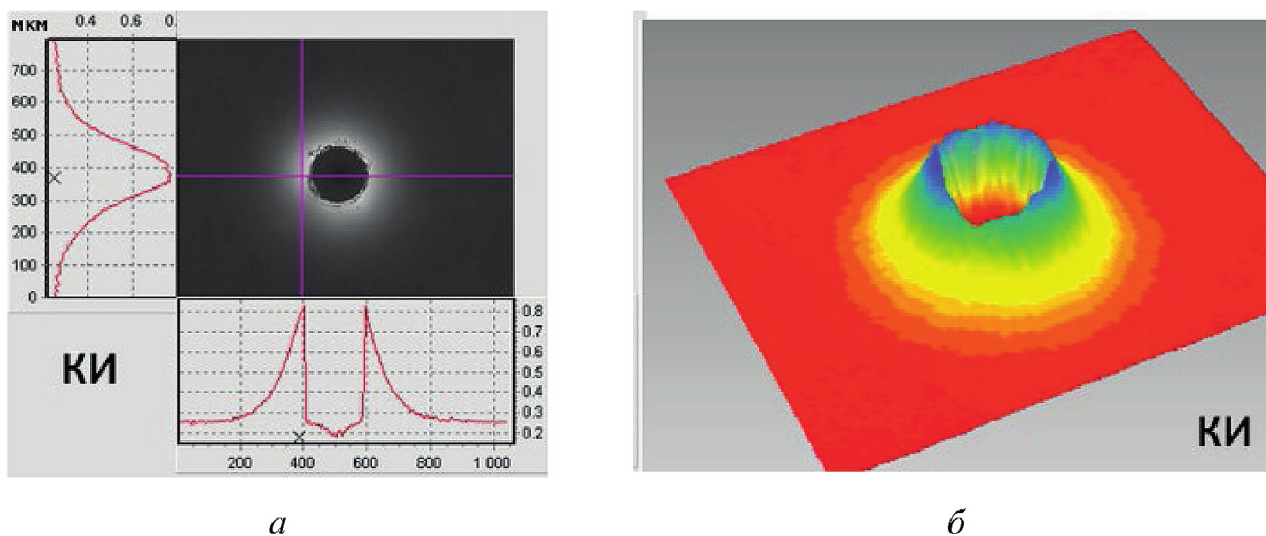


Рис. 19. 2D (а) та 3D (б) топографія відбитка індентора Роквела на склі КИ

Вимірювання подряпин при склерометрії

Останнім часом тестування дряпанням (scratch testing) стало доволі затребуваним методом при вивченні фізико-механічних властивостей різних матеріалів. Удосконалення сучасних склерометрів з можливістю реєстрації дотичної сили (сили опору) при дряпанні відкрило широкі можливості даного методу для досліджень і вимірювань характеристик матеріалів та виробів. При склерометрії робиться оцінка адгезії тонких плівок і покриттів, моделюються процеси тертя та зношування, визначається твердості вздовж траси сканування, проводиться дослідження мікромеханічних характеристик процесів деформування і руйнування, робиться оцінка анізотропії фізико-механічних властивостей в мікро- та наномасштабах¹⁵.

Для детальної перевірки впливу фактору часу на розвиток латеральної тріщини був проведений наступний експеримент. Індентором Берковича була нанесена подряпина методом прогресивного сканування з максимальним навантаженням 20 сН, при якому ще не розвивається латеральна тріщина (рис. 20). При навантаженнях до 20 сН, відразу після дряпання, видимі мікротріщини відсутні (рис. 20 а). Однак, через 24 години після витримки зразка на предметному столі мікроскопа без зовнішніх впливів на подряпині з'явилися латеральні тріщини і раковини (рис. 20 б).

15 Ignatovich S. R., Zakiev I. M., Borisov D. I., Zakiev V. I. Material surface layer damage estimation for cyclic loading conditions using the nanoindenting and nanoscratching techniques // Strength of Materials. 2006. № 4. P. 428-434; Игнатович С. Р., Борисов Д. И., Закиев И. М. Закиев В. И. Оценка поврежденности поверхностного слоя материалов при циклическом нагружении методами наноиндентирования и наносклерометрии // Проблемы прочности. 2006. № 4. С. 132-139; Игнатович С. Р., Борисов Д. И., Закиев И. М. Закиев В. И. Оценка поврежденности поверхностного слоя материалов при циклическом нагружении методами наноиндентирования и наносклерометрии // Динамика, прочность и ресурс машин и конструкций: Междунар. науч.-тех. конфер.: тез. док. К., НАУ, 2005. С. 81-82.

Джерело: дослідження автора

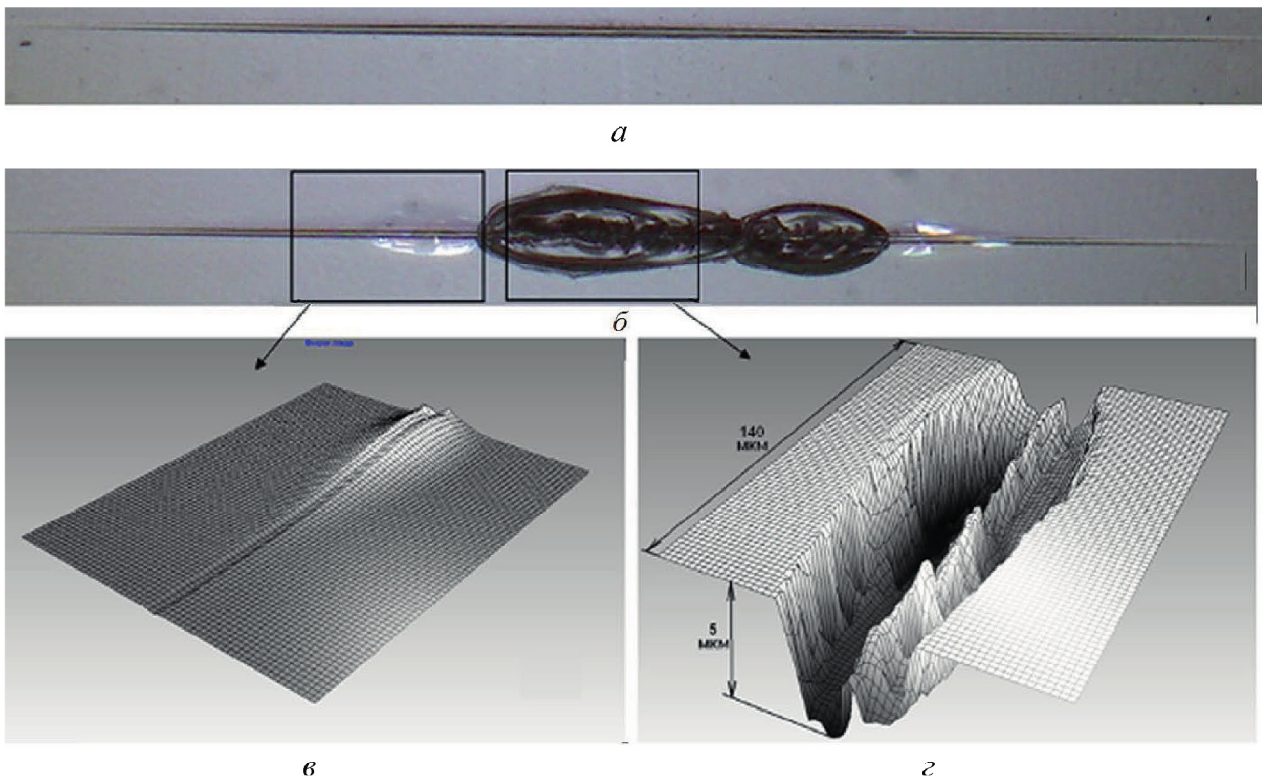


Рис. 20. Мікрофотографії подряпини довжиною 900 мкм, які отримані при прогресивному дряпанні поверхні кварцового скла індентором Берковича. Максимальне навантаження на індентор 20 сН. Відразу після експерименту (а); через 24 години (б) та тривимірні зображення виділених ділянок (в) і (г)

Тривимірний аналіз відбитків і слідів подряпин показав, що спочатку розвиваються латеральні тріщини і це супроводжується невеликим спученням поверхневого шару (рис. 20 в). З часом тріщини диспергують і утворюються раковини (рис. 20 г). При цьому раковини мають вертикальні береги, а по центру, за місцем проходження індентора, вони мають низку висоту (рис. 20 г). Максимальна глибина раковини становила 5 мкм.

Таким чином, маючи результати виміру 3D профілю, можна досліджувати мікроподряпини при склерометричних випробуваннях поверхні. Це дозволяє проводити якісний та кількісний аналіз форми подряпини, обчислювати обсяг витісненого матеріалу, оцінювати ступінь абразивного зносу та зміну характеру різання, моделювати елементарні акти тертя, різання, аналізувати особливості руйнування, тощо. На рис. 21, 22 представлено приклади навалів, що формуються при царапанні пластичного та крихкого матеріалів.

Джерело: дослідження автора

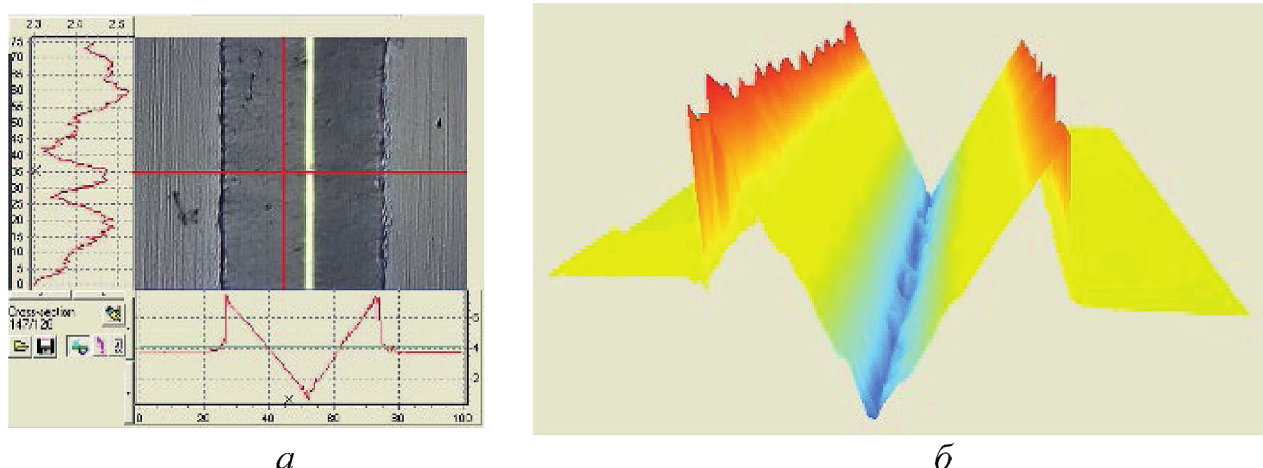


Рис. 21. Мікрофотографія з профілограмами (а) та 3D топографія (б) подряпини на сталевій поверхні (індентор Берковича, навантаження – 200 сН)

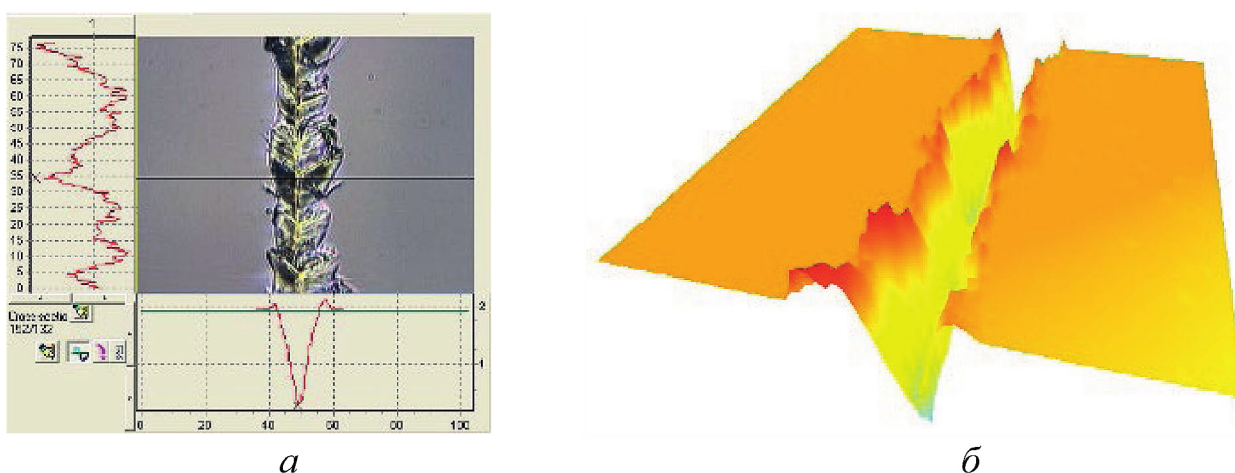


Рис. 22. Мікрофотографія з профілограмами (а) та 3D топографія (б) подряпини на поверхні кремнію (індентор Берковича, навантаження – 200 сН)

Вимірювання зносу поверхні

Для вимірювання лінійного зносу при терті пропонується новий підхід заснований на аналізі тривимірного зображення доріжки тертя у вигляді тривимірного масиву даних координат кожної точки поверхні. На рис. 23, 24 показано зображення доріжки тертя, яка сформувалася в результаті випробувань за схемою палець-диск при зворотно-поступальному русі.

Для підвищення точності вимірювання зносу програмне забезпечення дозволяє обчислювати різницю об'ємів витісненої частини матеріалу. Так, об'єм навалу V_2 (рис. 24 д) склав $0,011 \text{ мм}^3$, а об'єм самої доріжки $V_1 - 0,015 \text{ мм}^3$. Різниця об'ємів дорівнює $0,004 \text{ мм}^3$.

Джерело: дослідження автора

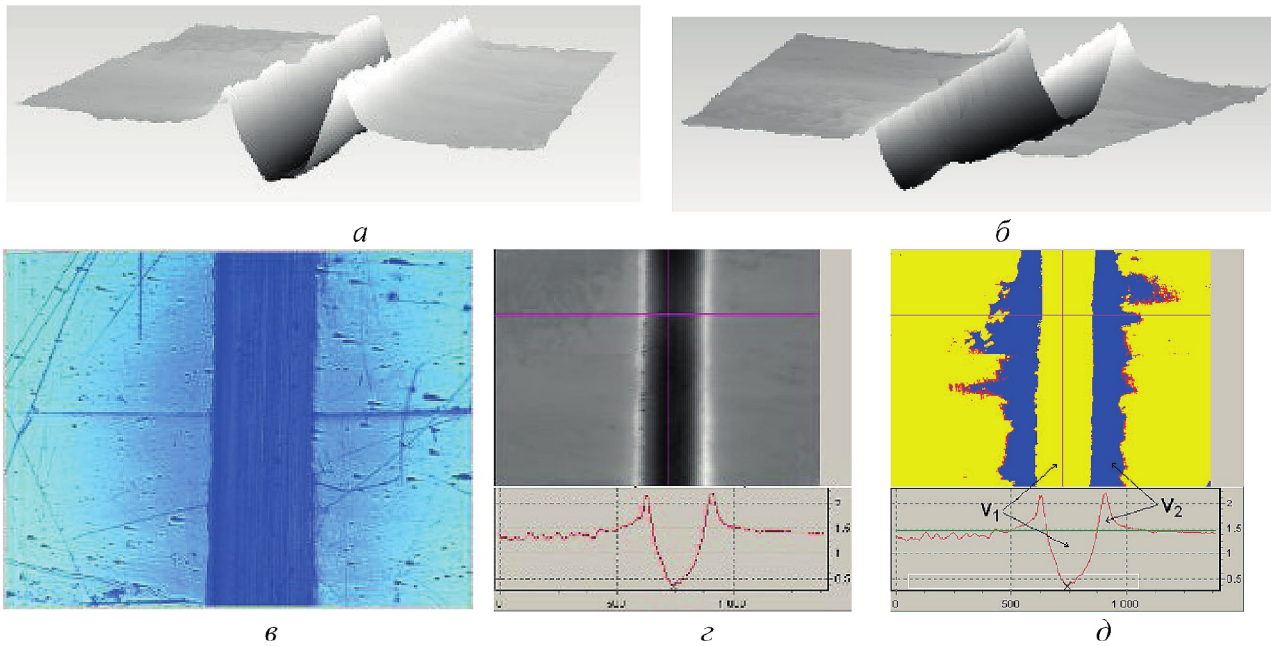


Рис. 23. Вимірювання доріжки тертя: 3D зображення, вид зверху (а); 3D зображення, вид знизу (б); мікрофотографія (в); 2D зображення з профілограмами (г); 2D зображення з виділеними ділянками витісненого матеріалу навколо доріжки (д)

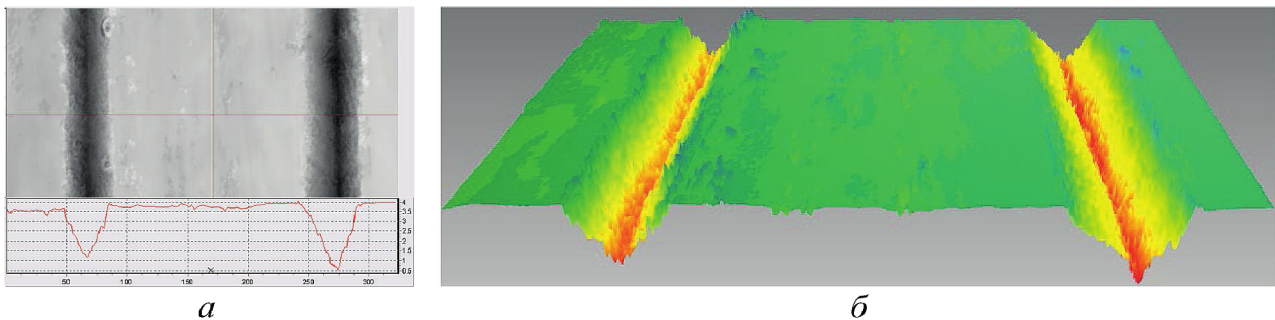


Рис. 24. Доріжки зворотно-поступального тертя победіту: сухе тертя (а), у воді (б)

Таким чином вирішується завдання вимірювання малих об'ємів зносу при мікротерті¹⁶. На рис. 25 наведено інші приклади виміру топографії поверхні.

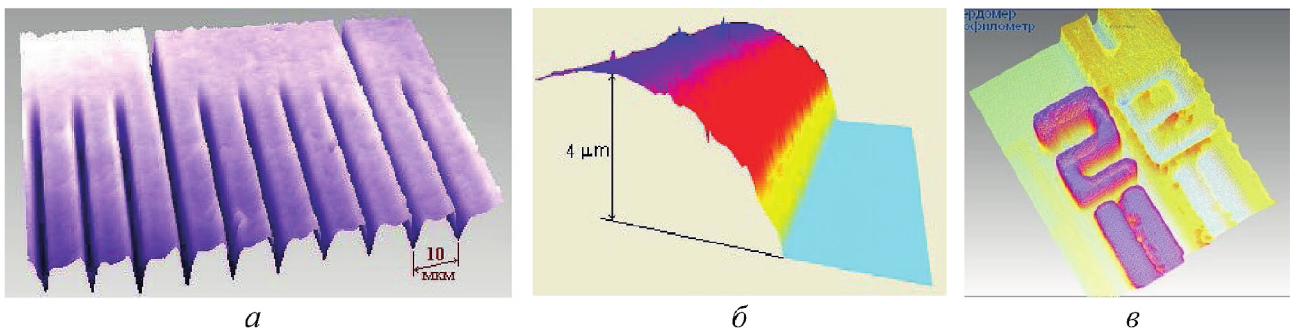


Рис. 25. Додаткові приклади тривимірних зображень: об'єкт-мікрометр (а), сліду маркера на склі (б), мікročіп (в)

16 Закиев И. М. Применение бесконтактного 3D профилметра "micron-beta" для точного определения износа. Проблемы тертя та зношування. К.: НАУ, 2010. Вип. 52. С. 192–198.