

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
OERLIKON BARMAG GmbH (Німеччина)  
THYSSENKRUPP MATERIALS INTERNATIONAL GmbH (Німеччина)  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КПІ»  
ТОВ «БАХ-ІНЖИНІРИНГ»  
ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЛОДЗЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (Польща)  
БАТУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. Ш. РУСТАВЕЛІ (Грузія)  
ПАТ «САН ІНБЕВ УКРАЇНА»



Матеріали VI міжнародної  
науково-практичної конференції

# «КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ»

26 - 29 квітня 2016 р.  
м. Чернігів

УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004  
К63

Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2016): матеріали тез доповідей VI міжнародної науково-практичної конференції (26–29 квітня 2016 р., м. Чернігів). – Чернігів: ЧНТУ, 2016.– 356 с.

**ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**

д.е.н., проф. Шкарлет С.М., ректор ЧНТУ, м. Чернігів  
д.т.н., проф. Ступа В.І., завідувач кафедри ТМД ЧНТУ, м. Чернігів  
доктор Шефер Клаус віце-президент компанії Oerlikon Barmag GmbH, Німеччина  
Штильгер Мартін директор відділення «Матеріали для Східної Європи» компанії ThyssenKrupp GmbH, Німеччина  
д.т.н., проф. Бобир М.І., директор Механіко-машинобудівного інституту, НТУУ «КПІ»  
д.т.н., проф. Андренко П.М., професор кафедри ГПА НТУУ «ХПІ», м. Харків  
д.т.н., проф. Дмитрієв Д.О., професор кафедри ОКМ ХНТУ, м. Херсон  
д.е.н., проф. Ільчук В.П. завідувач кафедри фінансів ЧНТУ, м. Чернігів  
д.т.н., проф. Іскович-Лотоцький завідувач кафедри МРВОАВ ВНТУ м. Вінниця  
д.т.н., проф. Казимир В.В., проректор з наукової роботи ЧНТУ, м. Чернігів  
д.т.н., проф. Кальченко В.І., завідувач кафедри АТ та ГМ ЧНТУ, м. Чернігів  
д.т.н., проф. Кальченко В.В., проректор з науково-педагогічної роботи ЧНТУ, м. Чернігів  
д.т.н., проф. Ковалевський С.В., завідувач кафедри ТМ ДДМА ,м. Краматорськ  
д.т.н., проф. Кузнецов Ю.М., професор кафедри КВМ НТУУ «КПІ», м. Київ  
д.т.н., проф. Орловський Б.В. завідувач кафедри МЛП КНУТД, м. Київ  
д.т.н., проф. Павленко П.М., заступник директора з НМР інституту ІДС НАУ, м. Київ  
д.т.н., проф. Пальчевський Б.О., завідувач кафедри кафедри ПАВП ЛНТУ, м. Луцьк  
д.т.н., проф. Пінчевська О.О., завідувачка кафедри ТД НУБіПУ, м. Київ  
д.т.н., проф. Пилипенко О.І., професор кафедри ТЗ та Б ЧНТУ, м. Чернігів  
д.т.н., проф. Радзевич С.П., APEX Tool Group, LLC, США  
д.т.н., проф. Сахно Є.Ю., завідувач кафедри управління якістю та проектами ЧНТУ, м. Чернігів  
д.т.н., проф. Сиза О.І., завідувачка кафедри ХТ ЧНТУ, м. Чернігів  
д.т.н., проф. Струтинський В.Б., завідувач кафедри КВМ НТУУ «КПІ», м. Київ  
д.т.н., проф. Тіхенко В.М., завідувач кафедри МРВМС ОНПУ, м. Одеса  
д.т.н., проф. Філоненко С.Ф., директор інституту ІДС НАУ, м. Київ  
д.т.н., проф. Федориненко Д.Ю., професор кафедри ТМД ЧНТУ, м. Чернігів  
д.т.н., проф. Шахбазов Я.О., завідувач кафедри ТМ і ПМ УАД, м. Львів

**ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

д.т.н., проф. Федориненко Д.Ю. тел:(063) 469 14 12  
к.т.н., доц. Сапон С.П. тел:(097) 384 41 97  
к.т.н. Космач О.П., тел:(063) 335 39 34

**КООРДИНАТОР КОНФЕРЕНЦІЇ**

Сапон Сергій Петрович, тел. 097 3844197, e-mail: [s.sapon@gmail.com](mailto:s.sapon@gmail.com)

\*За зміст матеріалів, викладених в тезах доповідей персональну відповідальність несуть автори

<b>Малафєєв Ю.М., Кобзаренко Д.А., Карпушевський Б.</b> Випробування комбінованого інструменту на дослідному стенді	56
<b>Бубліченко С.В.</b> Математична модель технологічного процесу різання монокристалів кремнію	58
<b>Рудик А.В., Венжега В.І., Пасов Г.В.</b> Дослідження теплової напруженості обробки торцевих поверхонь на верстаті 3342 АДО	60
<b>Кривий П. Д., Кобельник В. Р., Крупа В. В.</b> Інструменти з попарно-асиметричним розміщенням лез для обробки глибоких циліндричних отворів	62
<b>Ищенко Е.А.</b> Разработка способов повышения качества полимерных покрытий направляющих станков	64
<b>Митрохін О.А., Клименко А.В.</b> Математичне моделювання формування параметрів профілю поверхні обробки матеріалу	65
<b>Шевченко О.В., Гончаренко Л.О.</b> Зниження інтенсивності коливань борштанги при розточуванні на токарних верстатах	66
<b>Митрохин А.А., Удовенко М.Ю.</b> Исследование комбинированной обработки материалов	69
<b>Міранцов С.Л., Тулупов В.І., Онищук С.Г.</b> Вдосконалення методів комбінованої обробки поверхонь деталей машин на основі точіння з електроімпульсним нагріванням	70
<b>Кальченко В.І., Кальченко В.В., Следнікова О.С.</b> Дослідження процесу двохстороннього торцешліфування деталей з прямокутним профілем	72
<b>Кальченко В.І., Кальченко В.В., Винник В.О.</b> Дослідження процесу двохстороннього шліфування торців несиметричних циліндричних деталей	75
<b>Шевченко О.В., Нгуєн Зуї Фионг.</b> Різцетримач для ультразвукової токарної обробки	77
<b>Кривий П.Д., Дзюра В.О., Тимошенко Н.М.</b> Вплив кривини циліндричної поверхні сформованої точінням або розточуванням на її шорсткість	80
<b>Біланенко В.Г.</b> Визначення складових сили різання для токарного оброблення	82
<b>Біланенко В.Г.</b> Практичні закономірності проектування технологічних процесів оброблення різанням	84
<b>Космач О.П., Хоменко А.С.</b> Модельні аспекти руйнування композиційних матеріалів під дією поперечної сили	86
<b>Космач О.П., Товстуха О.Д.</b> Дослідження механічного руху елементів технічних систем при зміні характеру рухомих з'єднань	88
<b>Дубенець В.Г., Савченко О.В., Деркач О.Л.</b> Активне демпфірування нестационарних коливань балки з електров'язкопружними накладками	90
<b>Пузырь Р.Г., Дикая Л.Э.</b> Экспериментальное исследование технологического процесса изготовления стальных ободьев колес	92
<b>Кальченко В.І., Кальченко В.В., Кужельний Я.В.</b> Визначення температури різання під час шліфування вала зі схрещеними осями деталі та круга	94
<b>Іскович-Лотоцький Р.Д., Івашко Є.І., Кучковський О.С.</b> Охолоджувальна система шпиндельного вузла установки для розпилення порошків вольфраму	96
<b>Литвин О.В., Гаврушквич Н.В.</b> Багатоваріантна структура компонувань затискних патронів для токарної обробки нежорстких деталей	98

УДК 621.753

П.Д. Кривий, канд. техн. наук, доцент

В.О. Дзюра, канд. техн. наук, доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  
[volodymyrdzyura@gmail.com](mailto:volodymyrdzyura@gmail.com)

Н.М. Тимошенко, канд.фіз.-мат. наук, доцент

Національний університет "Львівська політехніка", [leosantymo@gmail.com](mailto:leosantymo@gmail.com)

## ВПЛИВ КРИВИНИ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ СФОРМОВАНОЇ ТОЧІННЯМ АБО РОЗТОЧУВАННЯМ НА ЇЇ ШОРСТКІСТЬ

Проаналізовано існуючі аналітичні і емпіричні залежності [1, 2, 4 – 7] для визначення параметрів шорсткості циліндричних поверхонь сформованих точінням або розточуванням.

Встановлено, що параметри шорсткості визначають в залежності від елементів режиму різання (глибини –  $t$ , мм; подачі –  $S$ , мм/об; швидкості різання –  $V$ , м/хв); геометричних і конструктивних параметрів металорізальних інструментів (кутів в плані, відповідно головного  $\phi$  і допоміжного  $\phi_1$ ; радіуса при вершині різця  $r$ ; радіуса заокруглення різальної кромки  $\rho$ ; фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу) твердості НВ; зсувної міцності і границі текучості відповідно  $\tau_a$  і  $\sigma_T$ ; жорсткості технологічної системи  $J_{\text{внiд}}$ ; середньої висоти нерівностей профілю шорсткості інструменту  $R_{\text{вiс}}$ ; середньої висоти нерівностей профілю висхідної шорсткості оброблюваної поверхні  $R_z$ ; відповідно модуля пружності і коефіцієнта Пуассона оброблюваного матеріалу  $E_1$  і  $\mu_1$ .

Відзначено, що на даний час у літературі відсутні дані про вплив кривини обробленої циліндричної поверхні на її шорсткість. У той же час доведено суттєвий вплив кривини поверхні різання на пластичну деформацію зрізаного шару [3] і на складові сили різання [8]. На основі цього можна з великою імовірністю прийняти припущення про суттєвість впливу кривини  $\rho_k$  на параметри шорсткості.

Таким чином встановлення впливу кривини  $\rho_k$  обробленої циліндричної поверхні сформованої точінням або розточуванням на параметри шорсткості вперше дасть можливість усунути існуючі прогалини і є актуальною задачею для сучасного машинобудування.

Для вирішення поставленої задачі розроблена методика і проведено експериментальні дослідження з використанням спеціальних дослідних зразків у вигляді товстостінних концентричних кілець з однаковими кривинами їх внутрішніх і зовнішніх циліндричних поверхонь. При цьому, в процесі обробки, всі параметри такі як  $t$ ,  $S$ ,  $V$ ,  $\phi$ ,  $\phi_1$ ,  $r$ ,  $\rho$ , НВ,  $\tau_a$ ,  $\sigma_T$ ,  $J_{\text{внiд}}$ ,  $R_{\text{вiс}}$ ,  $R_z$ ,  $E_1$ ,  $\mu_1$  були постійними, при змінних  $\rho_k$ .

Значення параметра шорсткості  $R_a$ ; отриманих на десяти рівнорозміщених по колу трас на циліндричних поверхнях для кожного із  $j$  зразків подавали як випадкові величини з нормальним законом розподілу.

Використано математичний апарат з теорії малих вибірок [9], зокрема удосконалений авторами метод прямокутних вкладів – метод ітерацій, на основі якого отримано вибіркові характеристики розсіювання випадкової величини  $R_{a_j}$ , а саме: середні значення  $\bar{R}_{a_j}$  і дисперсії  $D(\bar{R}_{a_j})$ , які подані у таблиці 1, тут  $j$  – порядковий номер дослідного зразка.

За критерієм Греббса виявляли у статистичних рядах параметра шорсткості  $R_a$  значення, які різко виділялись. У цьому випадку такі значення відкидали і додатково на додатковій трасі визначали значення  $R_{a11}$  і доповнювали ним статистичний ряд.

За критеріями Стюдента –  $t_k$  і Фішера  $F$  встановлено істотність впливу кривини на параметр шорсткості  $R_a$  тільки за середнім значенням.

Таблиця 1. Значення вибірових характеристик розсіювання параметра шорсткості  $R_a$  : середніх значень  $\bar{R}_{aj\phi}$ , мкм і дисперсій  $D(\bar{R}_{aj\phi})$ , мкм<sup>2</sup>, при різних діаметрах і кривинах оброблюваної поверхні

Значення діаметрів $D_m$ , мм – чисельник і кривин $\rho$ , 1/мм – знаменник		
63,5/0,031	50,0/0,041	32,0/0,062
Середні значення $\bar{R}_{aj\phi}$ . Чисельник – для зовнішніх циліндричних поверхонь; знаменник – для внутрішніх циліндричних поверхонь		
1,00/1,75	1,28/1,88	1,40/2,03
Дисперсії $D(\bar{R}_{aj\phi})$ . Чисельник – для зовнішніх циліндричних поверхонь; знаменник – для внутрішніх циліндричних поверхонь		
0,0112/0,0219	0,0244/0,0082	0,0237/0,0131

Одночасно з тим, встановлено, що збільшення кривини зовнішньої і внутрішньої циліндричних поверхонь від  $\rho_{\min} = 0,031 \text{ мм}^{-1}$  до  $\rho_{\max} = 0,062 \text{ мм}^{-1}$  не істотно впливає на зміну дисперсій. В результаті аналізу отриманих даних можна стверджувати, що збільшення кривини призводить до істотного збільшення  $R_a$ . Окрім цього встановлено, що при одному значенні кривини на увігнутих циліндричних поверхнях середні значення  $R_a$  істотно відрізняються від аналогічних середніх значень на опуклих циліндричних поверхнях.

Запропонована методика дослідження впливу кривини циліндричної поверхні сформованої точінням або розточуванням з використанням ймовірнісного підходу вперше дає можливість врахувати цей параметр при визначенні параметра шорсткості і при цьому підвищенню якості оброблених циліндричних поверхонь.

#### Список посилань

1. Армарево И.Дж.А. Обработка металлов резанием / Армарево И.Дж.А., Браун Р.Х.; перевод с англ. В.А. Пастухова. – М.: Машиностроение, 1977. – 325 с.
2. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / В. Ф. Бобров. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
3. Кобельник В. Р. Підвищення ефективності процесу свердління наскрізних отворів регулюванням подачі : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01: / Кобельник Володимир Романович; Терноп. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. – Т., 2013. – 21 с
4. Рыжов Э. В. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин [Текст]: производственно-практическое издание / Э. В. Рыжов, А. Г. Суслов, В. П. Федоров. – Москва: Машиностроение, 1979. – 176 с.
5. Суслов А.Г. Теоретическое описание параметров шероховатости поверхности при механической обработке / Труды второй Международной научно-технической конференции "Актуальные проблемы фундаментальных наук" / Россия, Москва 24-28 января 1994, МГУ им. Н.Э. Баумана. – Том V. – С.107 – 109.
6. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т1 / под ред. А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Т.1 / [В.Б. Борисов и др.]. – М.: Машиностроение, 1985 – 655 с.
7. Филоненко С.Н. Резание металлов./ С. Н. Филоненко. – К.: Вища школа, 1969. – 260 с.
8. Филоненко С.Н. Зависимость величины тангенциальной силы резания от диаметра обработки / С. Н. Филоненко, Ю. Н. Гончар // Станки и инструмент. – № 7. – 1962. – С. 30 – 31.
9. Petro D. Kryvyyi, Volodymyr O. Dzyura, Nadiya M. Tymoshenko, Volodymyr V. Krupa Technological heredity and accuracy of the cross-section shapes of the hydro-cylinder cylindrical surfaces. Canadian Journal of Science, Education and Culture, 2014, No.2. (6), (July - December). Volume I. "Toronto Press", 2014. – p.301 – 310.