

Міністерство освіти і науки України

Національний університет
“Львівська політехніка”

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

V-ої Всеукраїнської
науково-технічної конференції

**“Прогресивні
технології в
машинобудуванні”**

8 - 12 лютого

2016

Львівська політехніка
Національний університет





*Національний університет "Львівська політехніка"
вітає учасників V-ої Всеукраїнської науково-технічної
конференції "Прогресивні технології в
машинобудуванні"*



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

"ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

ІНСТИТУТ ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ ТА ТРАНСПОРТУ



ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Грицай Ігор Євгенович — *голова*, д.т.н., проф., завідувач кафедри технології машинобудування Національного університету "Львівська політехніка".

Ланець Олексій Степанович — *співголова*, д.т.н., директор інституту інженерної механіки та транспорту Національного університету "Львівська політехніка".

Внуков Юрій Миколайович - д.т.н., проф., завідувач кафедри технології машинобудування, проректор з наукової роботи Запорізького національного технічного університету;

Гребченко Анатолій Іванович - д.т.н., проф., завідувач кафедри інформаційних технологій машинобудування Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

Гурей Ігор Володимирович - д.т.н., проф. кафедри технології машинобудування Національного університету "Львівська політехніка";

Залога Вільям Олександрович - д.т.н., проф., академік АН ВО України, завідувач кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів Сумського державного університету;

Ковальов Віктор Дмитрович - д.т.н., проф., завідувач кафедри металорізальних верстатів та інструментів Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ);

Луців Ігор Володимирович — завідувач кафедри «Конструювання верстатів, інструментів та машин» Тернопільського національного технічного університету імені І. Пулюя



Пасічник Віталій Анатолійович - д.т.н., проф., завідувач кафедри інтегрованих технологій машинобудування Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»;

Пермяков Олександр Анатолійович - д.т.н., проф., кафедри «Технології машинобудування і металорізальні верстати» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

Петраков Юрій Володимирович - д.т.н., проф., завідувач кафедри технологій машинобудування Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»;

Равська Наталія Сергіївна - д.т.н., проф., проф. кафедри інтегрованих технологій машинобудування Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»;

Тонконогий Володимир Михайлович - д.т.н., проф., завідувач кафедри інформаційних технологій проєктування в машинобудуванні, директор Інституту промислових технологій, дизайну і менеджменту Одеського Національного політехнічного університету;

Сліпчук Андрій Миколайович – секретар, к.т.н., доц., кафедри технології машинобудування Національного університету «Львівська політехніка».

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Грицай І.Є. – д.т.н., проф., зав. кафедри ТМБ

Гурей І.В. – д.т.н., проф. кафедри ТМБ

Кусий Я.М. – к.т.н., доц. кафедри ТМБ

Сліпчук А.М. – к.т.н., доц. кафедри ТМБ

Ступницький В.В. – к.т.н., доц. кафедри ТМБ

Дмитерко П.Р. – к.т.н. асистент кафедри ТМБ

Новіцький Ю.Я. – к.т.н. асистент кафедри ТМБ

Голдирева І.А. – інженер кафедри ТМБ

Сердітова Т.В. – інженер кафедри ТМБ



ЗМІСТ

1. INFLUENCE OF TEMPERATURE ONTO LOAD CAPACITY OF COMPOSITE GIRDER IN 3-POINT BENDING TEST

Daniel B. Nycz, Ph.D., M.E.

Technical Institute, Jan Grodek State Vocational Academy, Sanok, Poland 13

2. REGULAR AND CHAOTIC OSCILLATION OF DISCRETE MECHANICAL

Jan Paluch,

Technical Institute, Jan Grodek State Vocational Academy, Sanok 16

3. SPECTRAL ANALYSIS OF BOTH VIBRATION DURING MILLING THE SURFACE AND ITS PROFILOGRAM OBTAINED

¹**Lishchenko N.V., Ph.D, associate professor,**

²**Larshin V.P., Doctor of Science, professor**

¹*Odessa National Academy of Food Technologies*

²*Odessa National Polytechnic University*

18

4. ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛІ, ЩО ПРАЦЮЄ В УМОВАХ ЦИКЛІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Барандич К.С., асистент, Вислоух С.П., к.т.н., доц.,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» 21

5. ТЕХНОЛОГІЯ ПОШАРОВОГО СИНТЕЗУ ФОРМОУТВОРЕННЯ ШНЕКОВИХ ЗАГОТОВОК

Васильків В.В., к.т.н., доц., Пилипець М.І., д.т.н., проф.,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя 23

6. МЕТОДИКА ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЕТАЛІ ПРИ ВИСОКОРІВНЕВОМУ АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПРОЄКТУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЇЇ ОБРОБКИ

Вислоух С.П., к.т.н., доц., Лапіга О.С., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» 25

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ РЕЗАНИЯ ОДНИМ ЗУБОМ КОНЦЕВОЙ ФРЕЗЫ

Внуков Ю.Н., Дядя С.И., Черновол Н.Н., Крипгаль В.А.

Запорожский национальный технический университет 28



- 8. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ В РАДІАЛЬНО-КОЛОВОМУ ЗУБОНАРИЗАННІ СПОСОБІ**
Громнюк С.І., аспірант
Національний університет «Львівська політехніка» 31
- 9. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕЦЕСІЙНОГО РУХУ ОСІ ШПИНДЕЛЯ ВЕРСТАТУ ПІД ЧАС ФРИКІЙНОГО ЗМІЩЕННЯ**
Гурей В.І., к.т.н., асистент, Дмитерко П.Р., к.т.н., асистент, Кузьо І.В., д.т.н., проф.
Національний університет «Львівська політехніка» 34
- 10. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТОЧНОСТІ ПОВЕРХОНЬ ТІЛ ОБЕРТАННЯ ПІД ЧАС ЇХ ОБРОБЛЕННЯ**
Гурей І.В., д.т.н., проф., Гурей В.І., к.т.н., асистент
Національний університет «Львівська політехніка» 36
- 11. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПОЛІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ШАРАХ ПІД ЧАС ЗМІЩЕННЯ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ АНАЛОГІЇ**
Гурей Т.А., к.т.н., доц.,
Національний університет «Львівська політехніка» 38
- 12. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОШЕННЯ РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ**
Долиняк Я.В., аспірант
Національний університет «Львівська політехніка» 40
- 13. ВПЛИВ АВТОКОЛИВАНЬ ПРИ РІЗНИХ ЧАСТОТАХ ОБЕРТАННЯ ШПИНДЕЛЯ НА ЯКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ**
¹Дядя С.І., к.т.н., доц., ¹Козлова О.Б., ²Зубарев А.С., аспірант
¹Запорізький національний технічний університет
²АТ «Мотор Січ» 43
- 14. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ ТА КАРБІДОСТАЛЕЙ ДЛЯ МЕТАЛООБРОБНОГО ІНСТРУМЕНТУ**
¹Жигуц Ю.Ю., д.т.н., проф., ²Лазар В.Ф., к.т.н., доц.,
²Хом'як В.Я., к.ф.-м.н., доц.,
¹ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
²Мукачівський державний університет 45



- 15. РАДІУС ОКРУГЛЕННЯ РІЗАЛЬНОЇ КРОМКИ ЯК ОДИН З ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РОБОТИ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПІД ЧАС ЧИСТОВОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ**
Залога В.О. д.т.н., проф., Залога О.О., молодший науковий співробітник, Івченко О.В., к.т.н., доц., Процай Р.В., магістрант, Гусев І.В., студент
Сумський державний університет 48
- 16. СТАБІЛІЗАЦІЯ ТРИБОЛОГІЧНОГО КОНТАКТУВАННЯ У ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧАХ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ**
¹Ключко О.О., д.т.н., проф., ¹Гасанов М.І., к.т.н., проф.,
¹Басова Є.В., к.т.н., доц., ²Кравченко Д.О., аспірант
¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», ²Донбаська державна машинобудівна академія 50
- 17. ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ЗАГАРТОВАНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**
¹Ключко О.О., д.т.н., проф., ²Міроненко Є.В., д.т.н., проф.,
¹Анциферова О.О., інженер, ²Ліщенко О.М., аспірант
¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», ²Донбаська державна машинобудівна академія 51
- 18. МІЦНІСТЬ ПРЕСОВИХ З'ЄДНАНЬ ВТУЛКА-ОТВІР ВНУТРІШНЬОЇ ПЛАСТИНИ ПРИВОДНИХ РОЛИКОВИХ І ВТУЛКОВИХ ЛАНЦЮГІВ ЗАКОРДОННИХ ФІРМ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ МАЛОЇ ВИБІРКИ**
¹Кривий П.Д., к.т.н., проф., ¹Дзюра В.О., к.т.н., доц.,
²Тимошенко Н.М. к.ф.-м.н., доц., ³Кривінський П.П., с.н.с.
¹Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя
²Національний університет «Львівська політехніка»
³НВП МПП «Промтехконструкція» 52
- 19. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОДАЧІ НА СИЛУ РІЗАННЯ ПРИ РОЗТОЧУВАННІ ТА ЗЕНКЕРУВАННІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ МАЛОЇ ВИБІРКИ**
Кривий П.Д., к.т.н., доц., Крупа В.В., к.т.н.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя 55
- 20. РОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОШКОДЖЕНЬ У ФОРМУВАННІ ПОВЕРХНЕВИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ ЛИТИХ ЗАГОТОВОК**
Кусий Я.М. к.т.н., доц., Кузін О.А. к.т.н., доц.,
Топільницький В.Г. к.т.н., доц.
Національний університет «Львівська політехніка» 57



рахунку, довговічність і надійність роботи шпиндельної бабки токарних верстатів з ЧПК. Проблема технологічного забезпечення необхідної якості поверхневого шару залежить від обраної схеми формоутворення, характеристики і форми шліфувального круга, режимів різання, застосовуваної МОР, способом і частотою правки шліфувального круга.

Виходячи з сучасних уявлень, зона контактної взаємодії складається з двох основних частин - обсягу міжконтактного простору та об'єму металу, що має залишкові напруги сполучених поверхонь зубчастих коліс. Обсяг міжконтактного простору залежить від форми поверхні і її геометричних характеристик.

При вивченні процесу формування поверхневого шару різними способами механічної обробки зубчастих коліс встановлено, що при одних і тих же параметрах, які забезпечувалися в ході обробки коліс вузлів шпиндельних бабок токарних верстатів з ЧПК, зубчасті колеса мали різні експлуатаційні характеристики. Однією з причин невідповідності якісних показників формування поверхневого шару в процесі зубшліфування є схеми знімання металу абразивним кругом, ступінь засалювання круга, характеристика абразивного круга, ступінь очищення МОР і необхідність враховувати всі складові параметрів стану поверхневого шару загартованих зубчастих коліс, які формуються в ході фінішного технологічного процесу виготовлення.

МІЦНІСТЬ ПРЕСОВИХ З'ЄДНАНЬ ВТУЛКА-ОТВІР ВНУТРІШНЬОЇ ПЛАСТИНИ ПРИВОДНИХ РОЛИКОВИХ І ВТУЛКОВИХ ЛАНЦЮГІВ ЗАКОРДОННИХ ФІРМ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ МАЛОЇ ВИБІРКИ

¹Кривий П.Д., к.т.н., проф., ¹Дзюра В.О., к.т.н., доц., ¹Тимошенко Н.М. к.ф.-м.н., доц.,

³Кривінський П.П., с.н.с.

¹Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

²Національний університет «Львівська політехніка»

³НВП МПП «Промтехконструкція»

Відзначено, що приводні роликові і втулкові ланцюги (ПРВЛ) [1] та ланцюги приводні роликові підвищеної міцності і точності (ЛПМТ) [2] знайшли широке застосування у мільйонах різноманітних машин, як наприклад бурових: бурових установках газонафтобудівного комплексу; двигунах внутрішнього згоряння кораблів і автомобілів; вертольотах; сільськогосподарських і дорожніх машинах, транспортних системах (конвеєрах, транспортерах, тощо).

Одним із основних критеріїв працездатності ПРВЛ і ЛПМТ згідно із вимогами [1, 2] є міцність пресових з'єднань втулка-отвір внутрішньої частини, яка регламентується [1, 2] моментом прокрутання T запресованих у отворах внутрішніх пластин втулок.



Враховано те, що міцність пресових з'єднань циліндричних поверхонь забезпечується певною величиною натягу, який визначається позитивною різницею величин діаметра втулки отвору пластини, відповідно d_e і d_o . Беручи до уваги те, що величини d_e і d_o є випадковими з нормальним законом розподілу, приймаємо, що величина T також буде випадковою з нормальним законом розподілу. На основі цього запропоновано міцність таких пресових з'єднань розглядали в ймовірнісному аспекті.

Аналізом літературних джерел [3-5] показано, що дослідженню міцності пресових з'єднань втулка-отвір внутрішньої пластини ПРВЛ і ЛПМТ у всій час була надана належна увага.

Відзначено, що у роботах [3-5] крім міцності пресових з'єднань, розглянуто спотворення форми внутрішньої циліндричної поверхні (ВЦП) згортих втулок (поява бочкоподібності), як результат радіальної деформації кінців цих втулок при запресуванні їх у отвори внутрішніх пластин.

Встановлено технічну суперечність: для забезпечення міцності пресових з'єднань з одного боку необхідно збільшувати натяг, що призводить до бочкоподібності ВЦП втулок та утворення кромочного контакту між ВЦП втулки і валика, з другого боку, що призводить до різкого підвищення інтенсивності зношування, особливо у період припрацювання.

Запропоновано дослідження міцності пресових з'єднань втулка-отвір внутрішньої пластини здійснювати на основі теорії малої вибірки, зокрема уточненого методу ітерацій [6].

Об'єктами експериментальних досліджень були вибрані ПРВЛ з кроком 19,05 мм таких провідних закордонних фірм: "Renold" (Великобританія); "Regina" (Італія); "Elite" (Швеція); "Chain Belt" (США) і ПРВЛ з кроком 19,05 мм фірми "DDCF" (Латвія). ПРВЛ фірми "Chain Belt" (США) були 4-х типів: з широкими пластинами без шплінтів (ШПБШ); з широкими пластинами з шплінтами (ШПЗШ); з вузькими пластинами без шплінтів (ВПБШ) і вузькими пластинами з шплінтами (ВПЗШ). Приводні втулкові дворядні ланцюги з кроком 9,525 мм фірми "DDCF" (Латвія) були двох типів: з довільною кутковою орієнтацією стикових швів згортих втулок $0 \leq \varphi \leq 360^\circ$ (ПВДО), тут кут φ визначає положення стикового шва відносно напрямку зусилля, що передається робочою віткою; із орієнтованими стиковими швами втулки (ПВО) в задане положення.

Величина вибірок для кожного типорозміру ланцюгів склала 10 штук. Використавши методику і математичний апарат подані в [6] отримали результати, які подані у таблиці.

Використавши [7] і дані таблиці 2, за критерієм Стюдента

$$t_k = \frac{|M(T)_1 - M(T)_2|}{\sqrt{n_1 \cdot D(T)_1 + n_1 \cdot D(T)_2}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}, \text{ тут } n_1 \text{ і } n_2 - \text{ величини}$$

вибірок, і Фішера $F = \frac{D(T)_1}{D(T)_2}$, де $D(T)_1 > D(T)_2$ оцінили суттєвість



відмінностей значень математичних сподівань і дисперсій розсіювання моменту повертання валиків у отворах пластин.

Порядкові індекси 1 і 2 при характеристиках розсіювання величини T на величинах вибірок означають відповідні дані для ланцюгів двох різних фірм.

Таблиця

Характеристики розсіювання моменту повертання T : коефіцієнт варіації K_v ; математичне сподівання $M(T)$; дисперсія $D(T)$; екстремальні значення T_{min} , T_{max} та регламентоване значення T_p

№ п/п	Фірма виробник	Значення характеристик розсіювання							T_p , Н·м
		Конструктивна ознака	K_v	$M(T)$, Н·м	$D(T)$, (Н·м) ²	T_{min} , Н·м	T_{max} , Н·м	$\sigma(T)$, Н·м	
1	"Renold"	—	0,08	16,14	1,77	12,5	20,13	7,98	3,5
2	"Regina"	—	0,11	18,01	4,39	11,74	24,28	12,54	
3	"Elite"	—	0,08	7,18	0,33	5,42	8,94	3,48	
4	"Chain Belt"	ШПБШ	0,11	23,18	7,33	15,06	31,3	16,24	
5		ШПЗШ	0,12	16,87	4,00	10,87	22,87	12,00	
6		ВПБШ	0,08	21,35	3,39	15,83	26,87	11,05	
7		ВПЗШ	0,10	14,61	2,24	10,01	19,11	9,00	
8	"DDCF"	ПВДО	0,22	5,02	1,21	1,72	8,32	6,60	1,5
9		ПВО	0,17	4,74	0,69	2,24	7,24	5,00	

Висновки.

1. Поля розсіювання величин T для ПРВЛ з кроками 19,05 мм коливаються в інтервалі (3,48...16,24) Н·м. Причиною цього є неоптимальні розмірні параметри деталей ланцюгів і нестабільність існуючих технологічних процесів виготовлення ПРВЛ.

2. Значне перевищення T_{max} , $M(T)$ і T_{max} порівняно з T_p у (1,54 – 4,30); (2,05–6,62); (2,55 – 7,68) разів відповідно, призводить до перепресування і значного збільшення радіальної деформації кінців втулки і як наслідок, до формування бочкоподібності їх внутрішніх циліндричних поверхонь. Це в свою чергу спричиняє кромковий контакт і значні питомі тиски в парнірі, і в кінцевому результаті, високу інтенсивність зношування контактуючих поверхонь шарнірів, особливо на етапі припрацювання.

3. Встановлено, що як за $M(T)$, так і за $D(T)$ орієнтація втулок ланцюгів фірми "DDCF" не має істотного впливу на величину T .

4. Отримані результати мають практичне значення і можуть бути обґрунтованими доцільності досліджень точності форми ВЦП втулок їх зовнішніх діаметрів та діаметрів отворів пластин, а також натягів пресових з'єднань, що дасть можливість забезпечити оптимальні значення міцності пресових з'єднань, високу точність форми циліндричних поверхонь втулок та підвищену зносостійкість ПРВЛ і ПВО, що безперечно забезпечить значний економічний ефект.



Література:

1. ДСТУ ГОСТ 13568:2006 (ISO 606:1994). Ланцюги приводні роликові та втулкові. Загальні технічні умови (ГОСТ 13568-97(ISO 606-94)), IDT; ISO 606:1994, NEQ) – Чинний з 2007-10-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 31 с.
2. ГОСТ 21834-87. Цепи приводные роликовые повышенной прочности и точности. Технические условия. – Введ. 1989-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 16 с.
3. Искандеров, И.А. Исследование прочности соединений приводных роликовых цепей буровых установок [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.02.02 / И.А. Искандеров; Московский институт нефти и газа. – М., 1974. – 14 с.
4. Луців, І.В. Вплив орієнтації втулок на міцність пресових з'єднань [Текст] / І.В. Луців, П.Д. Кривий, П.П. Кривінський // Вісник ТДТУ. – 2009. – Том 14. № 2. – С. 50 – 56.
5. Филимонов, Б.Н. Исследование прочности соединений втулочно-роликовых цепей [Текст] / Б.Н. Филимонов // Изв. вузов: Машиностроение. – 1965. – № 6. – С. 67 – 75.
6. Kryvyi P. Technological heredity and accuracy of the cross-section shapes of the hydro-cylinder cylindrical surfaces / P. Kryvyi, V. Dzyura, N. Tymoshenko, V. Krupa // Canadian Journal of Science, Education and Culture / "Toronto Press". – Toronto, 2014. – No.2. (6), (July - December). Volume I. – p.301-310.
7. Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей / Я.Д. Колкер. – К.: Техника, 1976. – 200 с.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОДАЧІ НА СИЛУ РІЗАННЯ ПРИ РОЗТОЧУВАННІ ТА ЗЕНКЕРУВАННІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ МАЛОЇ ВИБІРКИ

Кривий П.Д., к.т.н., доц., Крупа В.В., к.т.н

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Проаналізовано відомі методики визначення впливу елементів режимів різання на складові сил різання [1]. Встановлено, що існуючі методи дозволяють встановити залежності не враховуючи стохастичності процесу різання, або вимагають великої кількості експериментальних даних. При випробуванні нових інструментів в лабораторних умовах часто виникає потреба встановити адекватні залежності впливу елементів режиму різання на сили різання з урахуванням матеріалу, маючи при цьому малу кількість спостережень.

Запропонована методика реалізована на прикладі встановлення впливу подачі s на тангенціальну складову сили різання P_z при зенкеруванні. Реалізація її здійснюється в такій послідовності. Вибирають один або декілька класів відповідних сплавів, наприклад, конструкційні якісні і леговані конструкційні