



УДК 621.787.4

**REPLACING THE GRINDING OPERATION WITH SURFACE PLASTIC DEFORMATION****ЗАМІНА ОПЕРАЦІЇ ШЛІФУВАННЯ НА ПОВЕРХНЕВУ ПЛАСТИЧНУ ДЕФОРМАЦІЮ****Artyukh V.O. / Артюх В.О.***assistant / асистент*

ORCID: 0000-0002-6209-9064

**Ivanov G.O. / Іванов Г.О.***s.t.n., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3861-7300

**Polyansky P.M. / Полянський П.М.***s.e.n., as.prof. / к.е.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-5661-8166

**Baranova O.V. / Баранова О.В.***assistant / асистент*

ORCID: 0000-0002-4871-8914

**Stepanov S.M. / Степанов С.М.***senior teacher / ст. викладач*

ORCID: 0000-0001-8891-3354

*Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Georgiya Gongadze Str., 9, 54020  
Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9, 54020*

**Анотація.** В роботі представлений метод поверхневої пластичної деформації обкатуванням роликками сталевих деталей із стабілізацією зусилля обкатування з метою підвищення їх зносостійкості та запропоновано замінити операцію шліфування обкатуванням роликками. Підвищення ефекту зносостійкості наклепаного поверхневого шару належить також залишковим стискаючим напруженням, що створюються в результаті пластичної деформації. Попереднє зміцнення деталей переешкоджає зварюванню – схопленню, що виникає під час тертя, за рахунок усунення пластичної деформації поверхневого шару деталі.

**Ключові слова:** ролик, зносостійкість, зміцнення, зусилля обкатування, пластична деформація.

**Вступ.**

Обкатування деталей роликками за допомогою пристрою зі стабілізацією робочого зусилля обкатування супроводжується перерозподілом металу в поверхневому шарі і зміною зовнішнього діаметра деталі в залежності від технологічних параметрів процесу і вихідної шорсткості поверхні, перед обкатуванням [1-6].

В умовах одиничного та малосерійного виробництва знаходять застосування методики, що дозволяють призначити зусилля обкатування в залежності від геометричних розмірів деталі і ролика, а також механічних властивостей матеріалу що обкатується.

Поєднання чистового і зміцнюючого обкатування роликками дозволяє отримати оптимальні характеристики шорсткості обкатаної поверхні і велику глибину зміцненого поверхневого шару, що приведе до підвищенню зносостійкості деталей

Підвищення зносостійкості пар тертя в умовах змащування і при



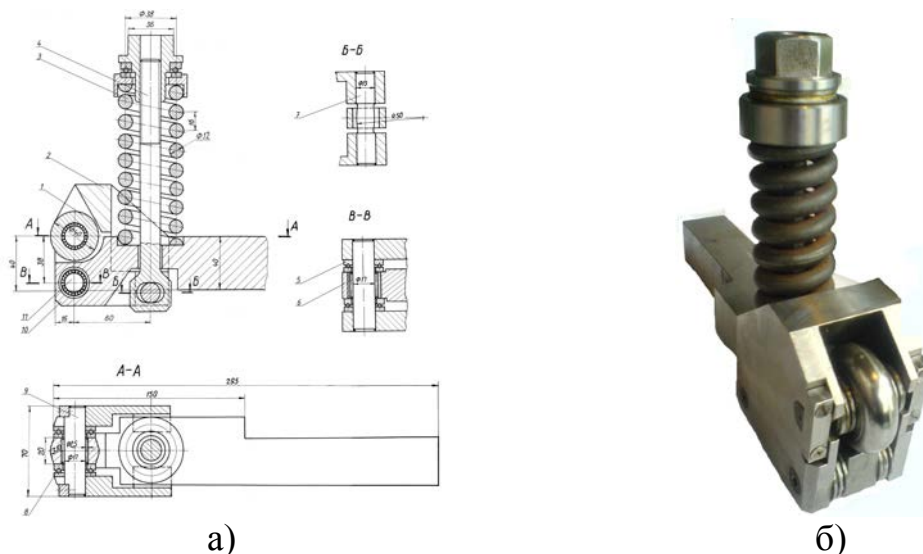
інтенсивному абразивному зношуванню.

### Основний текст.

Довговічність вузлів, що містять рухомий силовий контакт, може бути збільшена як підвищенням зносостійкості матеріалу деталей, так і оптимізацією рельєфу контактуючих поверхонь [1, 2]. Технологічні методи обробки мають обмежену нагоду впливу на параметри, що визначають зносостійкість матеріалу деталей, але можуть бути використані для отримання сприятливого відносно опору зношуванню рельєфу поверхні деталей. Застосовуючи різні способи обробки, можна одержувати поверхні, що розрізняються не тільки висотою, але і формою нерівностей [3].

З метою перевірки впливу запропонованого способу поверхневої пластичної деформації (ППД), в якому забезпечено постійність зусилля обкатування, на зносостійкість вузлів тертя були проведені експериментальні дослідження зносостійкості сталюго вала діаметром 40мм, що виготовлений із сталі 40 в парі з бронзовими вкладишами, що виготовлені із олов'янистої бронзи Бр. ОЦС 8 – 21. Стальний вал був обкатаний пристроєм із стабілізацією робочого зусилля (рис. 1).

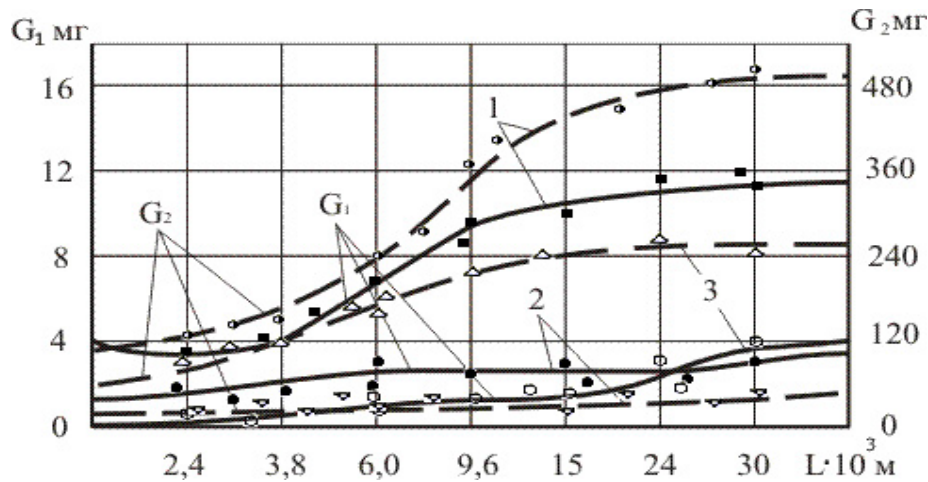
Перевага цього пристрою на відміну від попереднього заключається у тому, що на опорах важелю 2 встановлені замість підшипників ковзання, підшипники кочення.



**Рис. 1. Пристрій для обкатування деталей роликami:**  
а) конструктивна схема; б) загальний вид

За результатами експериментальних досліджень [5] було побудовано графік залежності зношування від шляху (рис. 2).

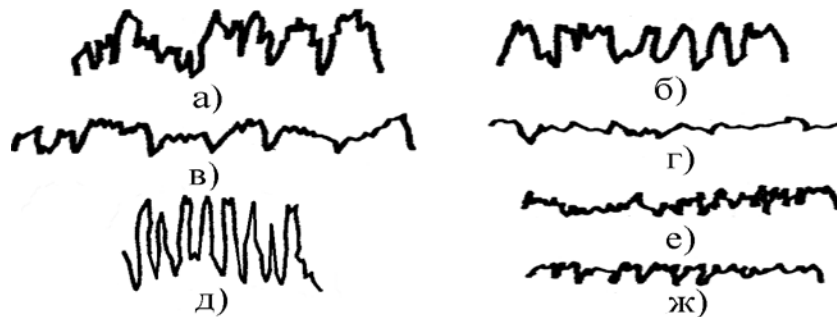
На цьому графіку побудовано криві для шліфованого вала, вала обкатаного при зусиллях  $1,25кН$  і  $10кН$ . Як видно із графіка, зношування вкладишів працюючих в парі із валом, обкатаним при зусиллі  $1,25кН$ , було найменше, це визначається в основному параметрами шорсткості поверхні.



**Рис. 2. Зношування сталевих валів  $G_1$  і працюючих з ними в парі бронзових вкладишів  $G_2$  залежно від шляху тертя  $L$ : 1 – після шліфування; 2 – після обкатування роликком при  $P = 1,25\text{кН}$ ; 3 – після обкатування роликком при  $P = 10\text{кН}$**

Після проведення досліджень шорсткості поверхні були представлені профілограми поверхні зразків, що зняті до та після випробувань відповідно, які представлені на рис. 3.

Як видно з профілограм, шорсткість поверхні обкатаного вала набагато менша, ніж шорсткість поверхні шліфованого вала, це прискорює припрацювання деталей.



**Рис. 3. Профілограми поверхні зразків, що зняті до та після випробування (по вертикалі  $\times 4000$ , по горизонталі  $\times 40$ ): а і б – валів сталевих шліфованих до та після випробувань; в і г – валів сталевих, обкатаних при  $P = 1,25\text{кН}$  до та після випробувань; д – бронзових вкладишів до випробувань; е і ж – бронзових вкладишів, випробуваних в парі з шліфованим валом, а також з валом, обкатаним при  $P = 1,25\text{кН}$**

У всіх випадках на поверхні вкладишів формується новий рельєф, при цьому у випадку роботи з обкатаним валом різко збільшилися радіуси заокруглення вершин і зменшилися кути профілю у порівнянні з шліфованим валом (табл. 1).

Якщо кути профілю для вкладиша, працюючого в парі з шліфованим валом, стають приблизно однаковими, то для вкладиша, працюючого з обкатаним валом спостерігалось більше згладжування вершин, як видно із таблиці 1, що привело до менших значень кута профілю на вкладиші, ніж на



валу. Це сказалося на створенні більшої опорної площі поверхні вкладишів, що працювали в парі з обкатаним валом, що і обумовлює їх більшу зносостійкість.

Таблиця 1

### Параметри шорсткості поверхні вкладиша і вала

Зразок	Параметри шорсткості		Кут профілю ( $\beta$ ), град.	Радіус заокруглення вершин (r), мкм
	Ra, мкм	Rz, мкм		
Вал сталевий:				
шліфований				
до випробувань	1,8	6,7	7	250
після випробувань	1,5	5,5	8	260
обкатаний при $P = 1,25 \text{ кН}$				
до випробувань	0,9	3	5	800
після випробувань	0,5	1,8	5	700
Вкладиш бронзовий				
в парі з шліфованим валом	2,1	7,9	11	160
в парі з обкатаним валом	0,8 – 0,6	3,1 – 1,8	6 – 2	250 – 650

### Висновок.

Підвищення зносостійкості пар тертя після обробки їх методом поверхневої пластичної деформації (ППД) в значній мірі відбувається за рахунок збільшення несучої опорної поверхні, також радіусів заокруглення профілю. Підвищення ефекту зносостійкості наклепаного поверхневого шару належить також залишковим стискаючим напруженням, що створюються в результаті пластичної деформації. Попереднє зміцнення деталей перешкоджає зварюванню – схопленню, що виникає під час тертя, за рахунок усунення пластичної деформації поверхневого шару деталі.

### Література:

1. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов. / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев. – К.: Наукова думка, 1995. – 255 с.
2. Бутаков Б.И., Овчинников Ю.Г., Удодов А.Т. Повышение износостойкости подвижных соединений обкатыванием деталей роликами / Б.И. Бутаков, Ю.Г. Овчинников, А.Т. Удодов // Проблемы трибологии. – 2003. – №2. – С. 209 – 214.
3. Браславский В.М. Технология обкатки крупных деталей роликами / В.М. Браславский // 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1975. – 160 с.
4. Бутаков Б.И. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами / Б.И. Бутаков // Вестник машиностроения. – 1984. – № 7. –



C. 50 – 53.

5. Пат. 71119 Україна, МПК В24В 39/00. Пристрій для зміцнюючого та чистового обкатування поверхонь тіл обертання зі стабілізацією робочого зусилля / Б.І. Бутаков, В.О. Артюх; заявник і власник Бутаков Б.І. – № u201112463; заявл. 24.10.2011; опубл. 10.07.2012, Бюл. №13.

6. Бутаков Б.И. Основные принципы технологии импульсного и малоскоростного воздействия на структуру и свойства металлов и сплавов: дис. на соискание ученой степени д.т.н.: 05.02.01 / Бутаков Борис Иванович. – К., 1992. – 533 с.

**References:**

1. Babey Yu.I. (1995). Surface hardening of metals, Kiev, Naukova Dumka, p. 255.
2. Butakov B.I., Ovchinnikov Y.G., Udodov A.T. (2003). Improving the wear resistance of movable joints by rolling parts with rollers [Problems of the Tribology], No. 2, pp. 209 - 214.
3. Braslavsky V.M.(1975) Technology running large parts rollers [Mashinostroenie], 160 p.
4. Butakov B.I.(1984) Improving the process of finishing the rolling of parts with rollers [Bulletin of engineering], No. 7, pp. 50 - 53.
5. Pat. 71119 Ukraine, IPC B24B 39/00. Pristr\_y for zmitsnyuyuchy that fair running around the surface til wrapped zi stabilizatsieyu zobillya / B.I. Butakov, V.O. Artyukh; The applicant and vlasnik Butakov B.I. - № u201112463; declare 10/24/2011; publ. 10.07.2012, Byul. №13.
6. Butakov B.I. The basic principles of the technology of pulsed and low-speed effects on the structure and properties of metals and alloys: dis. for the degree of Ph.D.: 05.02.01 / Butakov Boris Ivanovich. - K., 1992. - 533 p.

**Abstract.** *In this work, the method of surface plastic deformation by rolling steel rollers with stabilization of rolling efforts in order to increase their wear resistance is proposed, and it is proposed to replace the grinding operation by rolling rollers. Increasing the wear resistance of the tangled surface layer is also due to residual compressive stress resulting from plastic deformation. Pre-strengthening of parts prevents welding – grabbing, which occurs during friction, due to removal of plastic deformation of the surface layer of the part.*

**Key words:** *roller, wear resistance, hardening, rolling effort, plastic deformation.*

Стаття відправлена: 09.10.2018 р.

© Артюх В.О., Іванов Г.О., Полянський П.М., Баранова О.В., Степанов С.М.