

УДК 621.952

**В.О. Дзюра, аспір.***Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя***В.В. Крук, інж.***Бережанський агротехнічний інститут Національного аграрного університету*

## ПІВКРУГЛІ ШЛІЦЬОВІ З'ЄДНАННЯ, РЕСУРС РОБОТИ І НОРМИ ЇХ ТОЧНОСТІ

*(Представлено д.т.н., проф. Гевком Б.М.)*

*Наведені вимоги щодо точності, шорсткості робочих поверхонь і їх твердості для півкруглих шліцьових канавок валів і втулок деталей машин. Наведено аналітичні залежності для визначення ресурсу роботи з'єднання в залежності від технологічних параметрів, а також застосування півкруглих шліцьових канавок у вузлах деталей машин з різним функціональним призначенням.*

**Вступ.** Для правильної побудови технологічного процесу, вибору необхідного інструменту, обладнання і технологічного оснащення при обробленні півкруглих шліцьових канавок (ПШК) деталей машин потрібні знання технічних і фізико-механічних характеристик і параметрів робочих поверхонь, що широко використовуються у копірувальних механізмах для керування рухами робочих частин верстатів і механізмів. Оскільки ПШК знайшли широке використання в механізмах різного функціонального призначення, то й технічні умови на їх виготовлення будуть різними.

**Метою** даної роботи є встановлення технічних вимог на виготовлення півкруглих шліцьових канавок різного функціонального призначення і визначення залежностей експлуатаційних параметрів від технологічних показників ПШК для вибору оптимальних параметрів технологічного процесу їх оброблення.

Робота виконується у відповідності до координаційного плану з питань науки і техніки України, розділу „Машинобудування”, „Високопродуктивні технологічні процеси в машинобудуванні” на 2003–2007 роки.

**Виклад основного матеріалу.** Півкруглі шліцьові канавки можна побачити і у складі посадочних отворів профільних з'єднань, механізмах машин різного службового призначення (рис. 1).

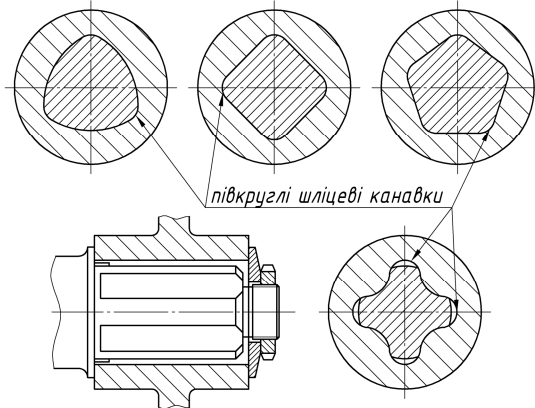


Рис. 1. Профільні з'єднання деталей машин

Та найбільш поширене використання ПШК знайшли в системах лінійного переміщення, де вони виконуються на валу і у втулці (рис. 2). В простір між канавками встановлюються кульки так, що канавки є робочими поверхнями контакту з'єднувальних елементів з осовим їх переміщенням.



Рис. 2. Системи лінійного переміщення з півкруглими шліцевими канавками вала і втулки

Розглянемо зміну ресурсу роботи системи лінійного переміщення в залежності від технологічних факторів виконання ПШК.

Ресурс роботи шліцевого вузла визначається з залежності [2]:

$$T = \left( \frac{f_n \cdot C}{f_w \cdot P} \right)^3 \cdot 50, \text{ м}; \quad (1)$$

де  $f_u$  – коефіцієнт твердості;

$f_w$  – коефіцієнт навантаження;

$P$  – навантаження, прикладене до втулки;

$C$  – базова динамічна вантажопідйомність;

Відношення величин  $P/C$  називається коефіцієнтом відстані  $F_L$  і має числове значення в межах від 0 до 1, тобто чим менше це відношення, тим більший ресурс роботи ПШК при незмінних інших параметрах. Слід відмітити, що базова динамічна вантажопідйомність – це таке навантаження, при якому ресурс підшипника буде рівний  $5 \cdot 10^4$  м [2].

Термін служби з'єднання визначається виходом з ладу однієї із складових ланок з'єднання. Його можна підрахувати, розрахувавши величину пробігу за одиницю часу наступним чином:

$$T_h = \frac{T \cdot 10^3}{2 \cdot L_s \cdot N \cdot 60}, \quad (2)$$

де  $T_h$  – термін служби, год.;

$L_s$  – довжина ходу, м;

$N$  – число циклів переміщення на повну довжину ходу в хвилину,

Н;

$T$  – номінальний ресурс кулькової втулки, км.

Тип навантаження має значний на зміну ресурсу роботи, при розрахунку якого також слід враховувати масу, силу інерції, діючі моменти, вібрації, а також зміну цих параметрів в часі. Змоделювати всі ці процеси досить складно, оскільки вони короткочасні і непостійні за характером. Для спрощених розрахунків використовують коефіцієнт навантаження, який враховує умови роботи. Цей коефіцієнт враховує режими роботи і тип навантаження, яке сприймає канавка під проходження кульки, значення яких наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Коефіцієнт навантаження ПШК систем лінійного переміщення

Умови роботи	$f_w$
Робота на низьких швидкостях (5-15м/хв. і нижче) і без ударних навантажень	1,0-1,5
Робота на середніх швидкостях (~60м/хв. і нижче) і без ударних навантажень	1,5-2,0
Робота на високих швидкостях (60м/хв. і вище) з ударними навантаженнями	2,0-3,5

Твердість робочих поверхонь ПШК повинна бути не менше HRC 58, але рекомендована твердість знаходиться в межах HRC 60-64. Тве-

рдість, менша вказаної, значно зменшує ресурс роботи системи.

Величина, яка характеризує твердість втулки і вала по відношенню до їх ресурсу роботи, називається коефіцієнтом твердості, який залежить від величини твердості і вибирається з графіка (рис. 3)

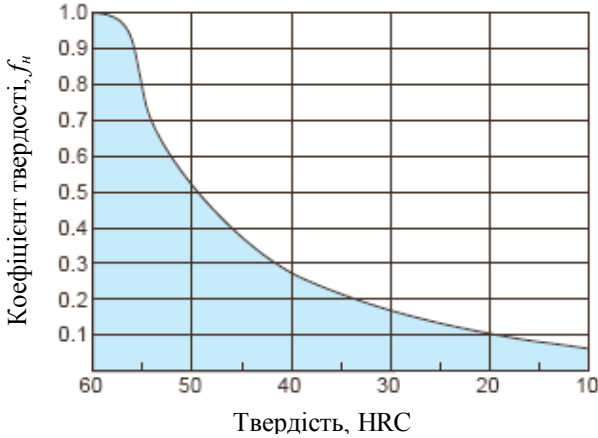
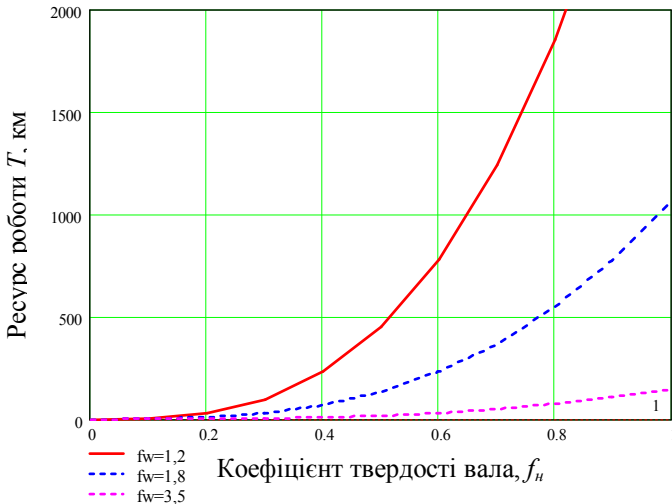


Рис. 3. Залежність коефіцієнта твердості робочої поверхні ПШК від твердості

Залежність ресурсу роботи від твердості робочої поверхні ПШК можна зобразити наступним графіком (рис. 4).



*Рис. 4. Графік залежності ресурсу роботи від твердості робочої поверхні ПШК при коефіцієнтах відстані  $F_L = 0,2$  при різних режимах навантаження ПШК*

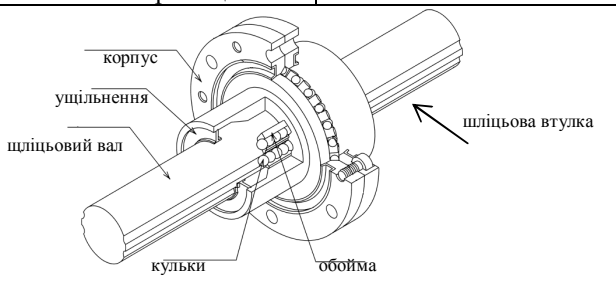
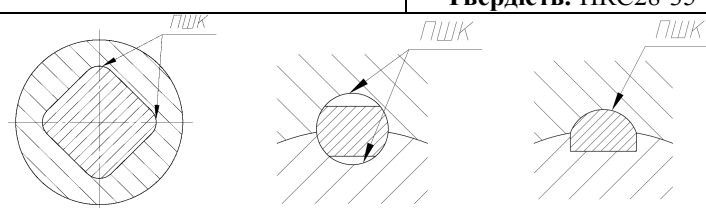
Аналізуючи даний графік, видно, що зі збільшенням коефіцієнта твердості робочої поверхні ПШК, а відповідно і її твердості ресурс роботи збільшується. Також з даного графіка можна зробити висновок, що тип навантаження ПШК має суттєвий вплив на ресурс роботи ПШК.

Допуски на розміри, шорсткість робочих поверхонь ПШК суттєво впливають на ходові характеристики, а відповідно і на ресурс роботи з'єднання. Тому вимоги щодо шорсткості до поверхонь ПШК досить високі і складають не вище  $Ra0,4$ .

Аналізуючи, наприклад, технічні умови на виготовлення півкруглих шпоночних пазів деталей машин, бачимо, що шорсткість робочих поверхонь знаходиться в межах  $Rz20$ - $Rz40$  [1], що пояснюється службовим призначенням з'єднання і невисокими вимогами щодо точності до даного типу з'єднань.

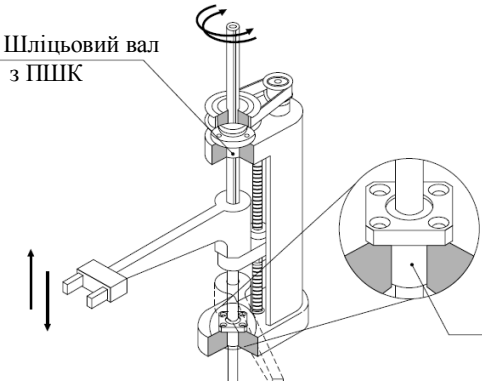
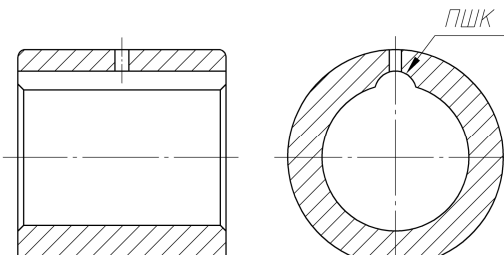
Таблиця 2

Технічні вимоги до півкруглих шліцьових канавок в залежності від службового призначення

№ з/п	Службове призначення і застосування	Вимоги до поверхні
1	2	3
1	<b>Призначення:</b> забезпечення осьового переміщення елементів з'єднання. <b>Застосування:</b> направляючі доріжки систем лінійного переміщення	<b>Шорсткість:</b> поверхні не вище Ra0,4. <b>Твердість:</b> в межах HRC 60-64
Приклади застосування		
2	<b>Призначення:</b> передача крутного моменту. <b>Застосування:</b> в профільних з'єднаннях і спеціальних шпонках	<b>Шорсткість:</b> поверхні Rz20-Rz40, для відповідальних деталей Ra2,5; <b>Твердість:</b> HRC28-35
Приклади застосування		
3	<b>Призначення:</b> передача незначного крутного моменту і лінійні переміщення. <b>Застосування:</b> зубчато-шліцьові блоки деталей машин	<b>Шорсткість:</b> поверхні не вище Ra 0,4. <b>Твердість:</b> в межах HRC60-65

Закінчення табл. 2

1	2	3
---	---	---

<p>Приклади застосування</p>		
<p>4</p>	<p><b>Призначення:</b> збільшення проходження мастила і посилення тепловідводу від підшипника для забезпечення подачі мастила вздовж його осі. <b>Застосування:</b> маслороздаточні канавки підшипників рідинного тертя</p>	<p><b>Шорсткість:</b> поверхні Rz20-Rz40, для відповідальних деталей Ra2,5. <b>Твердість:</b> HRC28-35</p>
<p>Приклади застосування</p>		

Для нормальної роботи і взаємозамінності елементів шліцьового з'єднання допуски на розміри встановлені в межах, наведених в табл. 3.

Таблиця 3

Допуски на розміри півкруглих шліцьових канавок валів  
і втулок систем лінійного переміщення

Діаметр вала, мм	Допуск (h6), мкм.	Діаметр отвору, мм	Допуск (H7), мкм.
10	0 -11	19	+21 0
12		22	
16		26	
20	0 -13	32	+25 0
25		40	
30		47	
40	0 -16	62	+30 0

### Висновки.

1. В статті проаналізовані технічні вимоги на виготовлення півкруглих шліцьових канавок валів і втулок деталей машин, які мають різне функціональне призначення.

2. Виведені аналітичні залежності між технологічними характеристиками робочих поверхонь ПШК і ресурсом їх роботи.

3. Встановлено, що ПШК мають широке практичне використання в машинобудуванні з широким спектром технічних вимог на їх виготовлення та існує необхідність в проектуванні спеціального технологічного процесу та інструменту з технологічним оснащенням для їх оброблення.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. – Т. 2. – М.: Машиностроение, 1977.
2. Каталог шариковых втулок NB серии TOPBALL: Перевод с японского. <http://www.tnk-br.ru>
3. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1991. – 383 с.
4. Устюгов И.И. Детали машин. – К.: Вища школа, 1984. – 399 с.

ДЗЮРА Володимир Олексійович – аспірант Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя.

Наукові інтереси:



– технологія машинобудування.

КРУК Володимир Васильович – інженер Бережанського агротехнічного інституту Національного аграрного університету

Наукові інтереси:

– технологія машинобудування.

Подано 16.08.2007