

**П. М. Андренко¹, д.т.н., професор,
М. С. Свищенко², к.т.н., доцент**

¹ *Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

² *Харківський національний університет будівництва та архітектури*

ВСТАНОВЛЕННЯ РЕСУРСУ УЩІЛЬНЕНЬ ГІДРОЦИЛІНДРІВ

Одним з основних елементів гідроциліндрів (ГЦ) є ущільнення. Серед них значне місце займають контактні (манжети, кільця, сальники тощо), які здійснюють герметизацію за рахунок щільного притискання ущільнення до відповідної сполученої поверхні. При роботі контактних ущільнень відбувається зношення сполучених з ними деталей: валів, штоків і циліндрів. Це приводить до збільшення витоків робочої рідини (РР), зменшення ККД та може привести до втрати ГЦ роботоспроможності. Механізм ущільнюючої дії зазвичай обумовлений не тільки механічною взаємодією поверхонь які контактують, а також процесами тертя в зоні контакту та хімічними процесами матеріалу в процесі експлуатації при контакті з різними середовищами.

Довговічність ущільнень значною мірою залежить від місць посадки, чистоти обробки поверхні ковзання, її твердості, носить складний характер, а аналітичні залежності які її описують відсутні. Вважаємо, що місця посадки ущільнень, чистота обробки поверхні ковзання та її твердість відповідають ДСТУ і їх вплив на довговічність не розглядаємо. Розглядаємо роботу ущільнень при температурі більш ніж 50 °С.

Для встановлення ресурсу ущільнень: аналізують умови їх роботи; визначають геометричні розміри ущільнюючих поверхонь і їх форму, матеріал з якого вони виготовлені, рівень тиску у ГЦ, діапазон робочих температур та швидкість ковзання; використовують дані наведені нижче, знаходять ресурс ущільнень.

Гарантійне напрацювання для гумових кілець круглого та овального перетину згідно ГОСТ 18829-73 становить 3 км, та залежить від групи гуми температури і тиску. Кільця пилоподібного перетину при високій якості ущільнюючих поверхонь при $p < 0,15$ МПа, швидкості ковзання $v < 3$ м/с та температурі $T = -5 \dots + 60^\circ\text{C}$, забезпечують необхідну герметичність при кількості подвійних ходів $N (5 \dots 7) 10^6$ [1]. Для фторопластових кілець виконаних за ГОСТ 17820-72 з фторопласту-4 для герметизації штоків діаметрів від 8 до 16 мм, які працюють при: тиску $p \leq 6,3$ МПа; швидкості ковзання $v < 0,015$ м/с; температурі $T = -50 \dots + 225$ °С; залежно від діаметра, гарантійний ресурс циклів – N становить 10^5 , рис.1 а, [1].

Основними ущільнюючими елементами ГЦ є манжети які застосовують парами та дублюють іншими ущільненнями для виключення підсмоктування повітря їх ресурс наведено у табл. 1 [1]. Довговічність гумових манжет при експлуатації на маслі АМГ-10 при температурі 20 °С при збільшенні модуля гуми з одного того ж каучуку у 2 рази зростає у 12 разів, та довжина ходу не впливає на нього. Головним фактором який впливає на довговічність ущільнень ГЦ є кількість реверсів, а втрата герметичності відбувається внаслідок руйнування матеріалу від втоми [2]. При збільшенні температури термін служби гумових манжет стрімко зменшується (для групи 0 при 100°С – 2,5 роки; при 120°С – 1 рік; при 150°С – 80 діб; при 200°С – 300 год.). Ресурс U -подібних манжет, якщо довжина хода штока не перевищує 2 м, за сумарним шляхом ковзання знаходиться у межах 30 ... 100 км і 15 ... 80 км у випадку роботи при додатних і від'ємних температурах, табл. 2. Ресурс підвищується з зменшенням тиску і збільшенням діаметра ущільнення.

Середній контактний тиск: для поршня $\sigma = F/(DB)$ або $\sigma = F/(dB)$ для штока, де F – радіальне навантаження; D і d – відповідно діаметри поршня і штока; B – ширина кільця.

На рис. 1 б наведені значення контактних зусиль на одиницю довжини за відповідну кількість циклів штока ГЦ.

Таблиця 1 – Характеристики і умови застосування гідравлічних манжет виготовлених за ГОСТ 14896-84

Група гуми	Діапазон робочих температур, °С	p_{\max} , МПа	Ресурс, діб, при T , °С		
			50	70	100
0	-10 ... + 200	32	–	–	2,5 рік*
1	-10 ... + 150		–	–	2,5 рік**
2а	-30 ... + 100		40	7	5/6
2б	-10 ... + 100	50	–	400	28
4	-30 ... + 100	32	30	6	2/3
2	-2 ... + 70	20	10	1	–
2а			25	5	–
5			90	24	–
2б			150	50	–
3	-2 ... + 70	63	80	15	–
6	-60 ... + 100	50	45	8	2

*Або рік при $T < 120$ °С, або 80 діб при $T < 150$ °С, або 300 год при $T < 200$ °С.

**Або 220 діб при $T < 120$ °С, або 40 діб при $T < 150$ °С.

Прим. Термін служби манжет співпадає з загальним ресурсом.

Таблиця 2. – Гарантійний термін експлуатації U-подібних манжет зменшеного перетину [3]

Група гуми	Температура експлуатації, °С				
	до 50	до 70	до 100	до 130	до 150
1	4 роки	2 роки	1 рік	30 діб	15 діб
2	20 діб	8 діб	1 доба	–	–
3	1 рік	5 місяців	–	–	–
4	5 місяців	25 діб	3 доби	–	–
5	1 рік	35 діб	7 діб	–	–
6	3 місяці	18 діб	2 доби	–	–

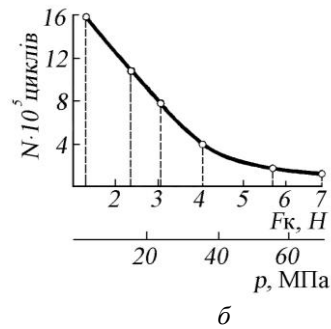
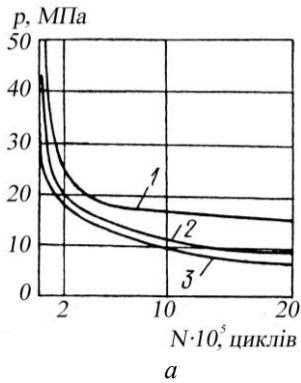


Рисунок 1 – Встановлення ресурсу ущільнення залежно контактного тиску: а - 1 – малогабаритна манжета; 2 – манжета (ГОСТ 6969-54); 3 – кільце круглого перетину, діаметрів штока і поршня $d = 70$ мм при $v_{\max} \approx 0,6$ м/с; б - до досягнення витоків $0,5 \text{ см}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$

Література

1. Уплотнение и уплотнительная техника: Справочник / Л. А. Кондаков, А. И. Голубев, В. Б. Овандер и др.; Под общ. ред. А. И. Голубева и Л. А. Кондакова. – М. : Машиностроение, 1986. – 464 с.
2. Аврущенко Б. Х. Резиновые уплотнители / Б. Х. Аврущенко. Л. : Химия, 1978. – 136 с.
3. Андренко П. М. Визначення довговічності ущільнень при зворотно-поступальному руху / П. М. Андренко, М. С. Свиначенко // Праці Таврійського державного агро-технологічного університету. – Мелітополь : ТДАУ. – 2014. – Вип. 14. – Т. 4. – С. 30–38.