

техніка": Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. – Львів: НУ "Львівська політехніка". – 2006, № 561. – С. 20-25.

6. Лабай В.Й. Вплив повітряних потоків у випарнику і конденсаторі на втрати ексергії у компресорі split-кондиціонерів// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2007, вип. 17.4. – С. 249-254.

7. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ: Справочник, изд. 3-е. – М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.

8. Лабай В.Й., Омельчук О.В., Ярослав В.Ю. Ексергетична оцінка роботи місцевих автономних кондиціонерів "Sanyo"// Вісник НУ "Львівська політехніка": Теорія і практика будівництва. – Львів: НУ "Львівська політехніка". – 2005, № 545. – С. 108-113.

9. Богословский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В. Кондиционирование воздуха и холодильное оборудование: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1985. – 367 с.

10. Sanyo, Technical data, W-Eoo Multi. G0900.

УДК 621.43

*Проф. Г.С. Гудз, д-р. техн. наук; доц. М.В. Глобчак,
канд. техн. наук; інж. О.Й. Коцюмбас – НУ "Львівська політехніка"*

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНИХ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ

Наведено короткий опис використання методу ремонтних розмірів для ремонту циліндро-поршневої групи автомобільних двигунів при різних конструктивних виконаннях циліндрів. Економічно обґрунтовано переваги відновлення мокрих гільз із застосуванням ремонтних поршнів і поршневих кілець порівняно із заміною зношених деталей новими з номінальними розмірами.

Ключові слова: (сухі, мокрі) гільзи циліндрів; ремонт; відновлення; ремонтні розміри; ремонтні поршні (поршневі кільця).

*Prof. G.S. Gudz; assoc. prof. M.V. Globchak;
eng. O.Yo. Kotsymbas – NU "Lviv'ska Politehnika"*

Technical and economical expedience of repair of motor-car shells of cylinders

The thumb-nail sketch of the used of method of repair sizes is resulted for repair of group of cylinder and piston of motor-car engines at different structural implementations of cylinders. Economical grounded advantages of renewal in wet cylinder liners with application of repair pistons and piston rings in comparing to replacement of threadbare details new with nominal sizes.

Keywords: (dry, wet) cylinder liners; repair; renewal; repair sizes; repair pistons (piston rings).

Постановка проблеми. Експлуатація автомобіля супроводжується неперервними процесами фізичного зношування пар тертя, в т.ч. деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ). Результатом зношування при експлуатації є зноси першого роду, які характеризуються зміною геометричних розмірів і форм робочих поверхонь гільз циліндрів внаслідок механічного (насамперед абразивного), молекулярно-механічного та корозійно-механічного зношувань. Тому проблема економічної оцінки доцільності відновлення гільз є актуальною в реаліях сьогодення з урахуванням зменшення витрат:

- на ремонт порівняно з витратами на виготовлення;
- матеріалів, в т.ч. тих витрат, що пов'язані з отриманням заготовок;
- на механічне оброблення зовнішніх поверхонь тощо.

Перелічені чинники зумовлюють заощадження матеріальних, енергетичних та трудових ресурсів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Підвалини теоретичних пошуків в галузі ремонту (відновлення) деталей автомобілів почали закладатись в 30-40-х рр. минулого століття, а наукова база авторемонтного виробництва здійснила якісний стрибок у 60-80-х рр. завдяки роботам В.В. Єфремова, К.Т. Кошкіна і їх послідовників – Л.В. Дехтеринського, Р.Є. Єсенберліна. Серед українських науковців необхідно звернути увагу на роботи В.Є. Канарчука, О.А. Лудченка та інших.

Методологію визначення ремонтних розмірів вперше запропонував В.В. Єфремов. Теоретичні та прикладні засади застосування цього способу відображені в роботах перелічених вище вчених. Проте навіть в сучасних джерелах немає техніко-економічного обґрунтування ремонту автомобільних мокрих гільз, виходячи з умов реального стану ринку запасних частин.

Метою роботи є попередня економічна оцінка відновлення автомобільних гільз застосуванням ремонтних розмірів на сучасному етапі кон'юнктури ринку України.

Виклад матеріалу. Для відновлення циліндрів широко застосовують метод ремонтних розмірів, сутність якого полягає в тому, що зношені гільзи (або циліндри блока негільзованих двигунів) піддають механічному обробленню, зазвичай розточуванню з наступним хонінгуванням, до встановленого розміру, а поршні і поршневі кільця замінюють новими, виготовленими виробником під цей ремонтний розмір. Окрім параметрів точності, обробленням забезпечують відновлення геометричної форми і шорсткості зношених поверхонь.

Поверхні, що підлягають відновленню, можуть мати декілька ремонтних розмірів, значення та кількість яких залежать від величини і характеру зносу поверхонь, від припуску на механічне оброблення, а також від запасу міцності деталі. Припуск для розточування циліндрів приймають в межах 0,05...0,1 мм, для хонінгування – 0,02...0,04 мм на сторону [1].

Перший ремонтний розмір для внутрішньої циліндричної поверхні (отвору) можна визначити за формулою (рис. 1, а):

$$D_{pl} = D_n + 2(\delta_{max} + Z), \quad (1)$$

де: D_n – номінальний діаметр отвору, мм; δ_{max} – максимальний знос на сторону, мм; Z – припуск на механічне оброблення на сторону, мм.

Визначити величину нерівномірного одностороннього зносу можна одноконтактним вимірювальним приладом типу індикатора. Оскільки під час контролю-сорткування легше вимірювати загальний знос деталі на діаметр двоконтактним інструментом, наприклад, індикатором-нутроміром, застосовують коефіцієнт нерівномірності зносу

$$\beta = \frac{\delta_{max}}{\delta} = \frac{\delta_{max}}{\delta_{min} + \delta_{max}}, \quad (2)$$

де: δ – загальний знос на діаметр, мм; δ_{min} – мінімальний знос на сторону, мм.

При симетричному зносі $\delta_{\min} = \delta_{\max}$ і $\beta = 0,5$; при односторонньому зносі $\delta_{\min} = 0$ і $\beta = 1$. Отже, значення коефіцієнта нерівномірності зносу змінюється в межах $0,5 \dots 1$. Для автомобільних гільз циліндрів дослідним шляхом встановлено, що $\beta \approx 0,7$ [1,2].

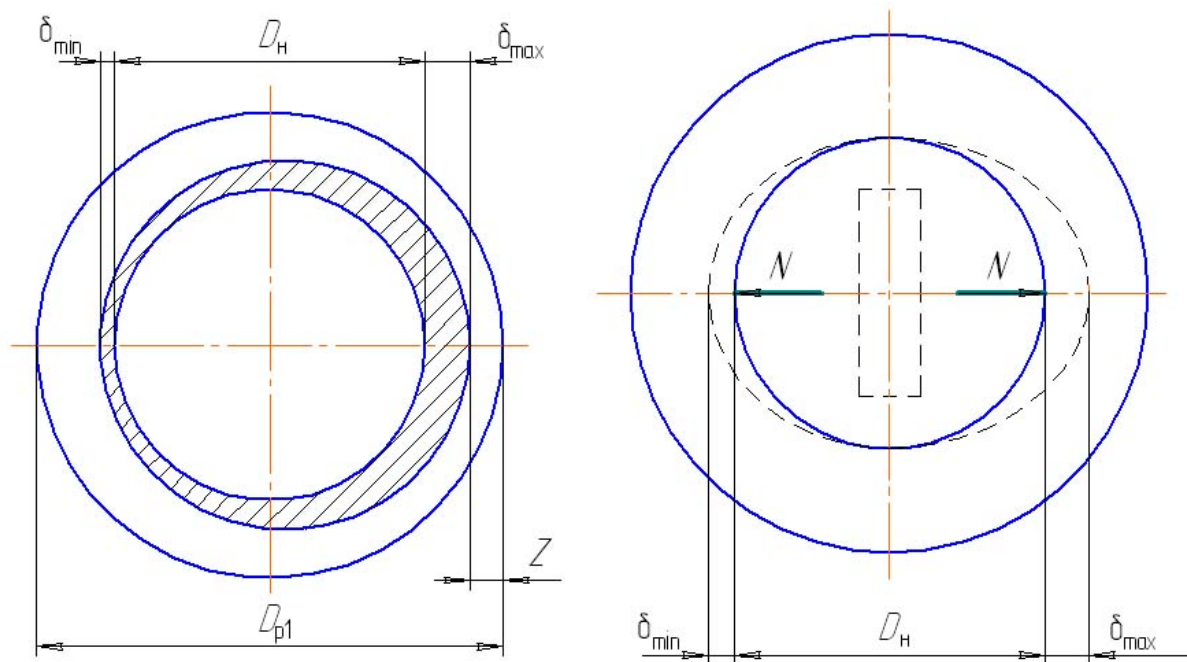


Рис. 1. Схеми визначення ремонтного розміру отвору (а) і зношування циліндра в поперечному перерізі (б)

Найбільший знос дзеркала циліндра спостерігається в околі верхнього положення першого компресійного кільця. У результаті в поздовжньому перерізі геометрія спотворюється до конусної з більшою основою у вказаній зоні, а в поперечному – до еліпсної з більшою віссю, яка перпендикулярна до осі поршневого пальця. Еліпсна форма зумовлена дією бокової складової N від сил тиску газів під час згоряння робочої суміші (рис. 1, б).

З виразу (2) наближено оцінюють співвідношення зносів сторін циліндра

$$\frac{\delta_{\max}}{\delta_{\min}} = \frac{\beta}{1 - \beta} \approx \frac{0,7}{1 - 0,7} \approx 2,3.$$

З урахуванням коефіцієнта β вираз (1) можна представити у вигляді

$$D_{p1} = D_H + 2(\beta\delta + Z) = D_H + \gamma, \quad (3)$$

де $\gamma = 2(\beta\delta + Z)$ – величина, яку прийнято називати ремонтним інтервалом.

Тоді діаметр n -го ремонтного розміру отвору

$$D_{pn} = D_H + n\gamma, \quad (4)$$

а кількість можливих ремонтних розмірів

$$n = \frac{D_{\max} - D_H}{\gamma}, \quad (5)$$

де $D_{\max}$ – гранично допустимий діаметр отвору, мм. Його визначають з умов міцності або мінімально допустимої товщини шару хіміко-термічного оброб-

лення поверхні. Вказаний вид оброблення поверхні циліндрів зазвичай не застосовується, а визначення мінімальної товщини стінки гільз з точки зору дотримання термоміцності і необхідного температурного режиму двигуна потребує окремого глибокого вивчення. Величини ремонтних розмірів D_{pn} , їх кількість n , ремонтні інтервали γ , а також точність робочих поверхонь регламентуються технічними умовами (ТУ) виробника.

Доцільність застосування ремонтних поршнів і поршневих кілець для негільзованих двигунів або двигунів із сухими гільзами є очевидною, оскільки дає змогу уникнути заміни базової деталі двигуна – блока циліндрів, вартість якого перевищує сумарну вартість поршневих груп у декілька разів.

Для випадку мокрих гільз оцінка використання методу ремонтних розмірів може бути неоднозначною. Низка авторитетних відомих виробників, наприклад, MAN, Mercedes-Benz, Volvo, а також КамАЗ своїми ТУ рекомендують при перевищенні граничного зносу деталей ЦПГ замінити їх новими з номінальними розмірами. Водночас деякі виробники дають змогу відновлення мокрих гільз із застосуванням деталей поршневої групи з ремонтними розмірами, а саме: LIAZ (дизельні двигуни М 1.2 А-MS 637...640), Renault (тракторні двигуни D-225), Skoda (бензинові двигуни серій 742, 781 та інші), Volkswagen (бензинові двигуни DF, DG, SP, DJ) і російські ЗиЛ, ЗМЗ та ЯМЗ. Стосовно останнього варто зазначити, що впродовж тривалого періоду (до середини 2000-их рр.) використання ремонтних поршнів і кілець та відповідне відновлення гільз до діаметра 130,5 мм дозволялось лише для 12-тициліндрових двигунів ЯМЗ-240, а при ремонті 6-ти (8-ми) циліндрових ЯМЗ-236 (238) ТУ пропонувалась заміна деталей ЦПГ новими з номінальним діаметром 130 мм. В даний час застосування ремонтних деталей діаметром 130,5 мм виробництва Костромського заводу "Мотордеталь" дозволено для двигунів ЯМЗ-236-240 без наддуву.

У табл. 1 наведено значення номінальних та ремонтних (якщо вони рекомендовані виробником) діаметрів циліндрів автомобільних двигунів з мокрими гільзами, вартості комплекту однієї поршневої групи (поршень, поршневі кільця, палець, стопорні кільця) і гільзи, а також відсотки цих вартостей від сумарної вартості ЦПГ. Середні ціни на елементи ЦПГ зазначені станом на 1 квітня 2008 р. на основі статистичного оброблення каталогів [3-5] і даних інших фірм (ТОВ), які займаються реалізацією запасних частин автомобілів у Львівській області, а саме: "Автотехцентр-2", "ПМТЗ Агропромтехніка", "Разом" (м. Дрогобич).

На підставі даних табл. 1 можна зробити попередній висновок: якщо вартість мокрої гільзи становить близько третини і менше сумарної вартості елементів ЦПГ, то для їх ремонту виробник зазвичай не застосовує метод ремонтних розмірів. На сьогодні багато фірм і організацій, які займаються ремонтом двигунів, не використовують ремонтні поршні та кільця і відновлення мокрих гільз, навіть якщо це дозволено ТУ, а замінюють зношені деталі новими з номінальними розмірами. Це зумовлено такими причинами:

- відсутністю сучасного обладнання для ремонту, яке має високу вартість і, як наслідок, дещо довший термін окупності;

- відсутністю обігового фонду ремонтних і відновлених деталей;
- граничним фізичним зношенням і моральним старінням виробничо-технічної бази цих підприємств;
- недостатньою кваліфікацією персоналу;
- готовністю експлуатаційників до витрати більших коштів з метою зменшення тривалості перебування автомобіля у ремонті тощо.

Табл. 1. Номінальні та ремонтні діаметри і співвідношення вартостей основних елементів ЦПГ деяких двигунів з мокрими гільзами

Марка двигуна	Вид палива	Діаметри циліндрів		Вартість одного елемента			
		номінальний	ремонтні	поршнева група (ПГ)		гільза	
		мм		грн	%	грн	%
ЗиЛ-508.10	бензин	100	1)100,5; 2)101; 3)101,5	83	46	96	54
ЗМЗ-53	бензин	92	1)92,5; 2)93; 3)93,5	63	52	59	48
ЯМЗ-236-240	дизель	130	130,5	230	59	160	41
Volkswagen DF, DG, SP	бензин	94	1)94,5; 2)95	560	63	330	37
КамАЗ-740	дизель	120	немає	190	63	110	37
Fiat/Iveco 170B	бензин	88	немає	390	68	187	32
MAN D 2876 LF 02	дизель	128	немає	1330	81	320	19
Mercedes-Benz OM 942	дизель	130	немає	1385	73	515	27

Проте деякі підприємства у м. Львові ("Львівенергоавтотранс", Львівські авторемонтний і бронетанкоремонтний заводи) здійснюють механічне оброблення мокрих автомобільних гільз за умови наявності ремонтних поршнів. Середню сумарну вартість розточування і хонінгування комплексу гільз одного двигуна станом на 1 квітня 2008 р. наведено у табл. 2.

Табл. 2. Цінова оцінка переваг відновлення мокрих гільз циліндрів

Марка двигуна	Вартість (для одного двигуна), грн.		Економічний ефект, тис. грн.	
	нових гільз	механічного оброблення гільз	для одного автомобіля	для 500 автомобілів
ЗиЛ-508.10	768	151	0,617	308,5
ЗМЗ-53	472	130	0,342	171
ЯМЗ-238	1280	225	1,055	527,5

У наведеній вище таблиці внесені середні вартості нових гільз з урахуванням того, що всі перелічені двигуни мають по 8 циліндрів. Економічний ефект визначений з припущенням, що вартість ремонтних і стандартних деталей ПГ є однаковою. Нарешті вважається, що внаслідок експлуатації елементи ЦПГ всіх циліндрів отримали приблизно однаковий знос. З результатів розрахунків випливає, що відновлення мокрих гільз дає змогу зекономити кошти, рівноцінні придбання 5...6-и нових гільз або 2...3-х повних комплектів ЦПГ (поршень – поршневі кільця – палець – гільза).

Висновки. Враховуючи сучасні кон'юнктурні умови ринку, розраховано економічну доцільність ремонту автомобільних гільз циліндрів на підставі техніко-статистичних даних підприємств та торгових фірм.

Література

1. Канарчук В. Е., Лудченко О. А., Чигринцев А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Кн. 3.: Ремонт автотранспортних засобів. – К.: Вища шк., 1994. – 599 с.
2. Дехтеринский Л. В., Есенберлин Р. Е., Акмаев К. Х. и др. Капитальный ремонт автомобилей/ Под ред. Р.Е. Есенберлина. – М.: Транспорт, 1989. – 335 с.
3. Запчастини до автомобільної та сільськогосподарської техніки вітчизняного та іноземного виробництва: Каталог фірми "Агро-союз", 03. 2008 р. – Дніпропетровськ, 2008 р.
4. Укравтозапчастина. Прайс-каталог товарів та послуг. Березень 2008, № 3. – К.: ООО ВКФ Триада, 2008. – 132 с.
5. Motor Service International GmbH. Kolbenschmidt, Pierburg. – Kolben, Zylinderlaufbuchsen, Kolbenringsätze – Untere Neckarstraße, 74172 Neckarsulm, Germany. – 2007, 1170 с.

УДК 630*3(075. 8

*Доц. С.В. Маслай, канд. техн. наук; доц. В.М. Гриб,
канд. с.-г. наук; асист. Ю.Ю. Сердюченко, магістр –
Національний аграрний університет, м. Київ*

АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНІ КОЛИВАННЯ КАНАТА ЛЕБІДКИ ПРИ СТЯГУВАННІ ЗАВИСЛОГО ДЕРЕВА

Розглянуто питання амплітудно-частотного коливання каната однобарабанної лебідки при стягуванні завислого дерева.

Ключові слова: динаміка, лебідка, канат.

*Assoc. prof. S.V. Maslay; assoc. prof. V.M. Grib;
post-graduate Yu. Yu. Serdjuchenko – National agrarian university, Kyiv*

Use of pump element of high pressure

Amplitude-frequency oscillation of rope of winch at collection of hanging tree up.

Канатні тягові лебідки та пристосування на їх базі широкого використовуються в лісовому господарстві при переміщення вантажів. Здебільшого вони застосовуються як тягові пристрої, жорстко закріплені на певному фундаменті. Робочий процес таких механізмів супроводжується великими динамічними навантаженнями. Існують мобільні конструкції лебідок, що монтуються на пересувних агрегатах чи тракторах. На сьогодні на лісозаготівельних роботах також використовуються тягові переносні лебідки, що працюють в напівпідвішеному стані. До останніх можна віднести лебідки для стягування завислих дерев, у яких привод барабан здійснюється від бензомоторної пили. Згідно з технологічним процесом, стягування завислого дерева рама лебідки фіксується розтяжками відносно наявного пня, а вільний кінець тягового каната закріплюється на стовбурі дерева, що стягується.

Істотною проблемою при експлуатації тягових лебідок на лісозаготівлях є недостатня довговічність каната через його руйнування, що обумовлене значними динамічними навантаженнями при зрушуванні деревного стовбура [1, 2]. При подальшому переміщенні стовбура у канаті виникають мікро- та