

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

## **Методичні вказівки**

до практичних занять  
з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів»  
розділ «Технологія експлуатаційного ремонту автомобілів»

для студентів денної форми навчання за  
напрямом 6.070106 – "Автомобільний транспорт"

Затверджено методичною  
радою університету,  
протокол №        від        20\_\_ р.

Харків ХНАДУ 2016

Укладачі: Булгаков М.П.  
Білогуров Є.О.  
Зенкін Є.Ю.

Кафедра технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім.  
Говорущенко Миколи Яковлевича

## **ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ**

Методичні вказівки розроблені відповідно до програми курсу «Технологія експлуатаційного ремонту автомобілів», в основу якої покладено необезлічений ремонт в умовах підприємств автомобільного транспорту.

Вказівки призначені для допомоги студентам в освоєнні лекційного матеріалу шляхом самостійного вирішення завдань щодо оптимізації ремонту автомобільних агрегатів. Вихідні дані для самостійної роботи видаються кожному студенту на кафедрі у вигляді варіанту індивідуального завдання.

## **ЗМІСТ І ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ**

По заданому варіанту призвести техніко-економічний аналіз витрат на проведення профілактичних експлуатаційних ремонтів агрегату, механізму або вузла автомобіля методом заміни зношених елементів. На підставі аналізу визначити оптимальну структуру та періодичність профілактичних заміни зношених деталей до капітального ремонту агрегату. У якості базової деталі агрегату, механізму прийняти найбільш довговічну деталь (як правило, корпусну деталь – картер, блок і т.д.).

Комплектацію деталей для спільної заміни робити при досягненні граничного стану хоча б однією деталлю з числа одночасно замінних. Завдання виконується в такій послідовності.

1. Розробити маршрутні технології діагностики та заміни деталей агрегату механізму, вузла виходячи з умови, що заміна деталей проводиться індивідуально (або роздільно) у міру вичерпання її ресурсу.

2. Визначити трудомісткість індивідуальних заміни деталей згідно з переліком типових норм часу для відповідних моделей автомобілів.

3. Для зручності аналізу побудувати шкалу ресурсів замінних деталей заданого агрегату, механізму, вузла в порядку зростання їх значень.

4. Методом послідовного перебору провести групування, профілактичних заміни деталей за найменшим ресурсом деталей в

групі.

5. Визначити трудомісткість групових замін деталей за маршрутними технологіям роздільних замін, виділивши спільні для розглянутих груп деталей діагностичні та розбірно-складальні роботи з урахуванням трудомісткості діагностування та замін конкретних деталей. При визначенні часу простою врахувати час загальних підготовчих розбірно-складальних і діагностичних робіт.

6. У процесі послідовного перебору розрахувати за допомогою ЕОМ ефективність складових витрат при замінах і визначити максимальну ефективність профілактичних замін для кожного варіанту групування методом збільшення ефективності витрат.

7. Побудувати графіки зміни ефективності профілактичних замін за складовими витрат (витрати на запчастини і матеріали, витрати від простою, від недовикористання ресурсу замінних деталей і т.д.).

8. За критерієм максимальної ефективності витрат побудувати оптимальний варіант структури та періодичності профілактичних замін деталей для заданого агрегату, механізму, вузла в процесі його експлуатації до капітального ремонту. Критерієм для припинення експлуатації машини вважати вичерпання ресурсу найбільш довговічною, як правило, корпусної деталі агрегату, механізму, вузла.

## **ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ**

Маршрутні схеми замін зношених деталей складаються з умови, що заміна буде проводитися окремо (індивідуально) у міру вичерпання їх ресурсу. З цією метою слід розглянути черговість робіт, які необхідно виконати для заміни кожної деталі окремо. Маршрутну технологію заміни необхідно будувати, починаючи з найменш довговічних деталей певних підсистем автомобіля. Операції з розбирання-складання вибираються з типових норм часу на ремонт автомобіля в умовах ПАТ. Оскільки заміна деталей вимагає виконання спочатку розбірних робіт і певній послідовності, а потім складальних, норми часу на ці операції необхідно підсумувати, а самі роботи об'єднати. Очевидно, що загальні роботи по заміні окремих деталей у групі в основному будуть збігатися. Тому загальні

розбірно–складальні роботи під час групової заміни деталей виділяються окремо, нормуються і враховуються при визначенні трудомісткості групових заміни для кожної конкретної групи деталей. При цьому не виключається встановлення трудомісткості та групових заміни статистичним методом або за даними ПАТ.

## **ПРИКЛАДИ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ЗАМІНИ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА**

### **Технологічна схема маршрутна заміни вкладишів шатунних підшипників**

1. Зняти і встановити двигун без коробки передач за допомогою підйомного механізму.
2. Зняти і встановити двигун без коробки передач на стенд і злити оливу.
3. Зняти і встановити повітряний фільтр і карбюратор.
4. Зняти і встановити кришку клапанної коробки.
5. Зняти і встановити головку циліндрів.
6. Очистити голівку від нагару і промити.
7. Вийняти і встановити штовхачі і штанги.
8. Відрегулювати зазор між стержнем клапана і носком коромисла (після збирання вузла або двигуна).
9. Зняти і встановити піддон картера двигуна.
10. Очистити і промити піддон картера двигуна.
11. Зняти і встановити маслоприємник з очищенням і миттям.
12. Зняти і встановити поршень з шатунів (при знятих голівці циліндрів і піддоні картера двигуна).
13. Замінити вкладиші шатунних підшипників з їх регулюванням (при знятому піддоні картера двигуна).

### **Технологічна схема заміни вкладишів корінних підшипників**

- 1–11. Загальні роботи.
14. Зняти і встановити поршень з шатунів (при знятих голівці циліндрів і піддоні картера двигуна).

15. Замінити вкладиші корінних підшипників з їх регулюванням (при знятому піддоні картера двигуна).
16. Замінити сальники колінчатого валу.

### **Технологічна схема заміни колінчастого вала**

- 1–11. Загальні роботи.
  17. Зняти і встановити поршень з шатунів (при знятих голівці циліндрів і піддоні картера двигуна).
  18. Зняти і встановити кришку розподільних шестерень.
  19. Зняти і встановити колінчастий вал з маховиком.
  20. Замінити сальники колінчатого валу.
- У зв'язку із збігом спільних робіт для розглянутих деталей, операції по їх заміні (для наочності і спрощення розрахунків) можна представити у вигляді наступної схеми (рис. 1).

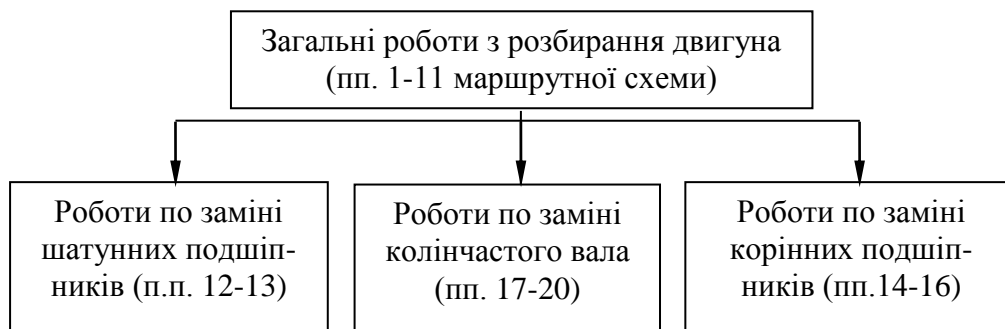


Рисунок 1 – Схема виконання розбірно-складальних операцій по заміні колінчастого вала та його підшипників

Привласнивши номер кожній наміченій (обо обраній) для ремонтів деталі заданого агрегату, наносять вісь ресурсів  $L_j$ . На вісь ресурсів  $L_j$  відкладають задані значення ресурсів у порядку їх зростання. Над віссю для наочності проставляють номери деталей від 1 до  $M$ .

Номери деталей можна розташувати як у порядку зростання їхніх ресурсів, так і довільно.

Час, необхідний для заміни зношених деталей, розглядається як простої, протягом якого автомобіль не працює і не приносить власникові автомобіля доходу. При визначенні втрат доходу, пов'язаного з простоями в ремонті, можна використовувати мето-

дику, засновану на зіставленні балансів доходів і витрат при роботі автомобіля і його простої за звітними даними ПАТ (рис.2).

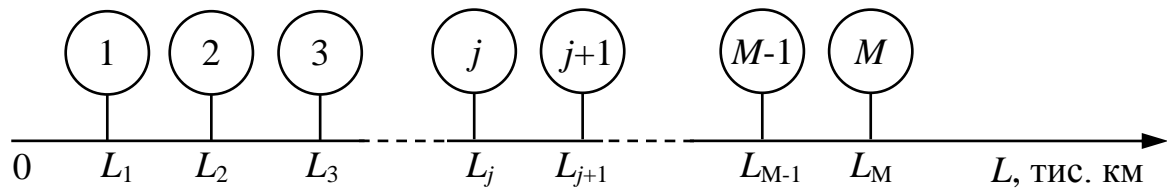


Рисунок 2 – Шкала ресурсів деталей агрегату

Застосовуючи метод послідовного перебору та підсумовування приростів ефективності по кожній зі складових витрат, одержимо значення цільової функції в явному вигляді

$$\sum \Delta E = \Delta E_3 + \Delta E_p + \Delta E_{\Pi} + \Delta E_{\text{ПР}} - \Delta E_{\text{Н}}, \quad (1)$$

де  $\Delta E_3$  – економія запчастин матеріалів;  $\Delta E_p$  – економія зарплати слюсарям;  $\Delta E_{\Pi}$  – економія від скорочення простою;  $\Delta E_{\text{ПР}}$  – зменшення витрат від приробляння;  $\Delta E_{\text{Н}}$  – втрати від недовикористання ресурсу замінних деталей.

Критерієм оптимізації при виборі варіантів заміни деталей буде максимум ефективності сумарних витрат

$$\sum \Delta E \rightarrow (\sum \Delta E)_{\text{max}}. \quad (2)$$

Обчислити цільову функцію

$$\Delta E_3 = \sum_1^{e_i} (C_j + C'_j + C'_M) - E_3^{e_i}, \quad (3)$$

де  $C_j, C'_j, C'_M$  – вартість відповідно деталей, супутніх ремонту матеріалів, олії, яка замінюється;  $E_3^{e_i}$  – вартість деталей і витратних матеріалів при одночасній заміні  $e$  штук деталей у  $i$ -тій групі.

$$\Delta E_p = a_{\text{сер}} \cdot K_{\text{Н}} \left( \sum_1^{e_i} t_j - t^{e_i} \right), \quad (4)$$

де  $a_{\text{сер}}$  – середня годинна ставка слюсаря-ремонтника;  $K_{\text{Н}} = 1,35$  –

коефіцієнт нарахувань на зарплату;  $t_j$  – норма часу на діагностування і розбірно-складальні роботи при заміні  $j$ -тої деталі;  $t^{e_i}$  – трудомісткість заміни  $e$  штук деталей у  $i$ -тій групі;

$$\Delta E_{\Pi} = 1,1\Pi_t \left( \sum_1^{e_i} t_j - t^{e_i} \right), \quad (5)$$

де  $\Pi_t$  – середній часовий дохід автомобіля.

$$\Delta E_{\text{ІР}} = \frac{0,2D}{C_A} \left( \sum_1^{e_i} C_j - C_{\max}^{e_i} \right), \quad (6)$$

де  $D_{e_i}$  – дохід від автомобіля до його списання;  $C_{\max}^{e_i}$  – найбільша вартість деталі в  $i$ -тій групі з  $e$  штук деталей.

$$\Delta E_{\text{Н}} = \sum_1^{e_i=1} \left[ \frac{C_j(L_j - L_{ri})}{L_j} + \frac{C_j \cdot D}{C_A \cdot L_{\text{заг}}} (L_j - L_{ri}) \right], \quad (7)$$

де  $L_j$  – ресурс  $j$ -тої деталі;  $L_{ri}$  – ресурс групової заміни деталей  $i$ -тої групи;  $L_{\text{заг}}$  – загальний ресурс (пробіг) автомобіля;  $C_A$  – вартість автомобіля.

### Приклад виконання завдання

Вихідні дані для розрахунку оптимального варіанту експлуатаційного ремонту двигуна ЗМЗ-406 представлені у табл. 1.

У розрахунку прийняті дані за тарифними ставками, вартості автомобіля та запасних частин згідно з вільними прейскурантами: середній відрядний тариф з перевезення пасажирів ( $d=5$  грн./пл.км, річна продуктивність автомобіля  $W=72623$  пл.км; термін служби автомобіля (умовно)  $T=5$  років). Тоді дохід, який приносить автомобіль за термін його служби

$$D = W \cdot d \cdot T = 72623 \cdot 5 \cdot 5 = 1815575 \text{ грн.}$$



Таблиця 1 – Вихідні дані

Найменування деталей	Ресурс $L_j$ , тис.км	Ціна $C_j$ , грн	Трудоміст- кість $t_j$ , люд.-год
1. Кільця поршневі	180	90	8,75
2. Вкладиші корінні	190	84,90	6,9
3. Вкладиші шатунні	200	67,5	5,38
4. Поршень	240	42,5	5,39
5. Клапан випускний	280	11,0	3,35
6. Вал колінчастий	350	1425	8,00
7. Гільзи	360	360	8,96
8. Клапан впускний	380	60	3,35
9. Шатун	400	180	5,39
10. Блок циліндрів	450	2650	11,3

Прийнята вартість автомобіля ГАЗ-3110  $C_A=127500$  грн, тоді при річному фонді часу  $\Phi_p = 2946$  год вартість простою

$$\Pi_t = \frac{D}{\Phi_p \cdot T} = \frac{1815575}{2946 \cdot 5} = 123,2 \text{ грн/год.}$$

Завдання виконується в наступному порядку (рис. 3).

Будується шкала ресурсів основних деталей двигуна в порядку їх зростання

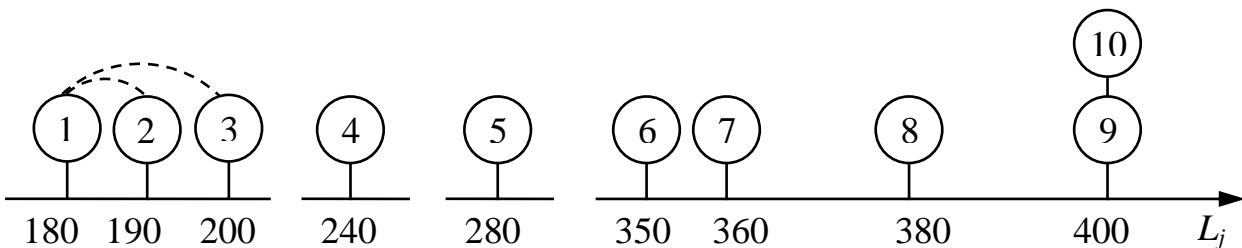


Рисунок 3 – Шкала ресурсів двигуна

Розробляються маршрутні технології і визначаються трудомісткості індивідуальних замін деталей двигуна відповідно до нормативів [2].

## **Технологічна маршрутна схема заміни поршневих кілець**

1. Зняти і встановити двигун на автомобіль. Зняти і встановити двигун на стенд, злити олію, зняти навісне обладнання, обкатати і випробувати двигун. Приймаються витрати на ці роботи в якості константи у вартості простою автомобіля при виконанні спільних робіт. (З метою спрощення розрахунків їх можна не враховувати).	
2. Зняти і встановити кришку клапанної коробки	– 0,06 люд.-год
3. Зняти і встановити вісь коромисел в зборі	– 0,08 люд.-год
4. Зняти і встановити кришку коробки штовхачів	– 0,08 люд.-год
5. Зняти і встановити штанги штовхачів	– 0,06 люд.-год
6. Зняти і встановити масляний картер	– 0,07 люд.-год
7. Зняти і встановити кришку вкладишів шатуна	– 0,16 люд.-год
8. Зняти і поставити масляний	– 0,18 люд.-год
9. Зняти і поставити маслоприємник з очищенням і мийкою	– 0,25 люд.-год
10. Зняти і поставити голівку циліндрів	– 2,77 люд.-год
11. Зняти і поставити поршень з шатунів (при знятої голівці і масляному картері)	– 0,84 люд.-год
12. Змінити поршневі кільця з підгонкою по циліндрах і канавках поршнів з припасування замків (при знятих голівці блоків, впускний і випускний трубах	<u>– 4,2 люд.-год</u>
	$t_j=8,75$ люд.-год

## **Технологічна маршрутна схема заміни вкладишів корінних підшипників**

Загальні роботи по пунктах 1–11.	– 4,55 люд.-год
13. Зняти і встановити кришку розподільних	– 0,60 люд.-год
14. Замінити вкладиші корінних підшипників з регулюванням (при знятому піддоні картера двигуна)	– 0,90 люд.-год
15. Замінити сальники колінчатого вала	<u>– 0,85 люд.-год</u>
	$t_j=6,9$ люд.-год

## **Технологічна маршрутна схема заміни вкладишів шатунних підшипників**

Загальні роботи по пунктах 1–11.	– 4,55 люд.-год
16. Замінити вкладиші шатунних підшипників з регулюванням	<u>– 0,83 люд.-год</u>
	$t_j=5,38$ люд.-год

## **Технологічна маршрутна схема заміни поршней**

Загальні роботи по пунктах 1–11.	– 4,55 люд.-год
17. Розробити і зібрати поршні з шатунами	<u>– 0,84 люд.-год</u>
	$t_j=5,39$ люд.-год

## **Маршрутна схема заміни клапанів**

Загальні роботи по пунктах 1–5, 10.	– 3,05 люд.-год
18. Змінити клапани при знятій головці	<u>– 0,30 люд.-год</u>
	$t_j=3,35$ люд.-год

## **Маршрутна схема заміни колінчастого вала**

Загальні роботи по пунктах 1–11,13.	– 5,15 люд.-год
19. Зняти і встановити колінчастий вал з маховиком	<u>– 2,00 люд.-год</u>
20. Замінити сальники коленвала	<u>– 0,85 люд.-год</u>
	$t_j=8,00$ люд.-год

## **Маршрутна схема заміни гільз**

Загальні роботи по пунктах 1–11, 13, 19, 20	– 8,00 люд.-год
21. Змінити гільзи блоку циліндрів (при знятих головці блоку і картера)	<u>– 0,96 люд.-год</u>
	$t_j=8,96$ люд.-год

## Маршрутна схема заміни шатунів

Загальні роботи по пунктах 1–11.	– 4,55 люд.-год
22. Розробити і зібрати поршні з шатунами	– 0,84 люд.-год
	$t_j=5,39$ люд.-год

Производиться групування замінних деталей.

Групування здійснюємо за шкалою ресурсів, переносячи, наприклад, точку 2 в стан 1 (рис. 2), що відповідає можливому варіанту одночасної заміни деталей з ресурсами  $L_1$  і  $L_2$  на груповому ресурсі  $L_{r1} = L_1$ . Під точками шкали ресурсів маються на увазі значення ресурсів окремих деталей двигуна.

Для оцінки доцільності групових заміन використовується критерій позитивного значення ефективності сумарних витрат, який являє собою суму приростів складових витрат.

Для отримання приросту витрат при послідовному переборі варіантів групування щоразу визначається трудомісткість груповий заміни  $t^e$  на підставі отриманих трудомісткостей в маршрутних технологічних схемах.

З урахуванням вихідних даних перетворимо формулу цільової функції для розрахунку складових витрат до більш зручного виду. Витрата супутніх матеріалів і моторного масла при роздільних замінах приймається за постійну величину  $\sum(C'_j + C'_M)=462,1$  грн. Тарифну ставку слюсаря для всіх робіт вводимо по 3 розряду  $a_{сер}=5,75$  грн/год.

Підставляючи значення постійних величин для даного прикладу в формулу (3), отримаємо її складові.

Для розрахунку економії супутніх матеріалів

$$\Delta E_3 = \sum_1^{e_i} (C_j + C'_j + C_M) - \sum_1^{e_i} C_j - (C'_j + C_M) = (C'_j + C'_M)(e_i - 1). \quad (8)$$

З урахуванням наведених цін (таблиця 1) вартість супутніх матеріалів буде дорівнює їх сумі

$$C'_j = \sum C_j = 195,1 \text{ грн.}$$

Вартість замінного масла для двигуна ЗМЗ-406 підраховується за виразом

$$C_M = \Pi_M \cdot V_M \cdot \gamma_M = 50 \cdot 6 \cdot 0,89 = 267 \text{ грн.} \quad (9)$$

де  $\Pi_M$  – ціна оливи, грн/л;  $V_M$  – об'єм масла, л;  $\gamma_M$  – вага 1л масла /кг.

Тоді формула (8) приймає вигляд

$$\Delta E_3 = (C'_j + C'_M)(e_i - 1) = (195,1 + 267)(e_i - 1) = 462,1(e_i - 1).$$

Для розрахунку економії зарплати слюсарям за рахунок зменшення числа розбірно-складальних операцій:

$$\Delta E_P = a_{\text{сер}} \cdot K_H \left( \sum_1^{e_i} t_j - t^{e_i} \right) = 5,75 \cdot 1,35 \left( \sum_1^{e_i} t_j - t^{e_i} \right) = 7,7625 \left( \sum_1^{e_i} t_j - t^{e_i} \right). \quad (10)$$

Від скорочення часу простою в ремонтах

$$\Delta E_{\Pi} = 1,1 \Pi_t \left( \sum_1^{e_i} t_j - t^{e_i} \right) = 1,1 \cdot 123,26 \left( \sum_1^{e_i} t_j - t^{e_i} \right) = 135,58 \left( \sum_1^{e_i} t_j - t^{e_i} \right). \quad (11)$$

Економія витрат від скорочення витрат на припрацювання замінних деталей

$$\begin{aligned} \Delta E_{\text{ПР}} &= \frac{0,2D}{C_A} \left( \sum_1^{e_i} C_j - C_{\text{max}}^{e_i} \right) = \frac{0,2 \cdot 1815575}{127500} \left( \sum_1^{e_i} C_j - C_{\text{max}}^{e_i} \right) = \\ &= 2,848 \left( \sum_1^{e_i} C_j - C_{\text{max}}^{e_i} \right). \end{aligned} \quad (12)$$

Витрати від недовикористання ресурсу замінних деталей

$$\begin{aligned}
\Delta E_H &= \frac{D}{L_{\text{зар}} \cdot C_A} \sum_1^{e_i-1} C_j (L_j - L_{ri}) + \sum_1^{e_i-1} \frac{C_j (L_j - L_{ri})}{L_j} = \\
&= \frac{1815575}{427,2 \cdot 127500} \sum_1^{e_i-1} C_j (L_j - L_{ri}) + \sum_1^{e_i-1} \frac{C_j (L_j - L_{ri})}{L_j} = \\
&= 0,033 \sum_1^{e_i-1} C_j (L_j - L_{ri}) + \sum_1^{e_i-1} \frac{C_j (L_j - L_{ri})}{L_j}.
\end{aligned} \tag{13}$$

Величина загального пробігу визначається з прийнятого середньорічного пробігу ( $L_p = 85439$  км) і терміну експлуатації ( $T = 5$  років)

$$L_{\text{зар}} = L_p \cdot T = 85439 \cdot 5 = 427,2 \text{ тис.км.}$$

Цільова функція розглянутого прикладу остаточно приймає вигляд

$$\begin{aligned}
\sum \Delta E &= 462,1(e_i - 1) + 7,7625 \left( \sum_1^{e_i} t_j - t^{e_i} \right) + 135,58 \left( \sum_1^{e_i} t_j - t^{e_i} \right) + \\
&+ 2,848 \left( \sum_1^{e_i} C_j - C_{\text{max}}^{e_i} \right) - \left[ 0,033 \sum_1^{e_i-1} C_j (L_j - L_{ri}) + \sum_1^{e_i-1} \frac{C_j (L_j - L_{ri})}{L_j} \right].
\end{aligned} \tag{14}$$

Розрахунок отриманої цільової функції можна провести як ручним, так і машинним способом. Нижче наведено результат ручного розрахунку функції в табличній формі (табл. 2).

Ресурс деталі після першої заміни приймається рівним 80% від первісного значення. Отже, повторна заміна деталей повинна виробляється вже на новому розрахунковому пробігу  $L_j'' = 180 + 0,8L_j$ , де  $L_j$  – первинний ресурс

У такому разі у вихідну шкалу ресурсів (рис. 3) для планування нових замін необхідно додати ресурси повторних замін деталей і з їх урахуванням формувати другу групу профілактичних замін. У нашому прикладі для першої групи замін оптимальним числом деталей виявилось  $e_i = 5$  шт. Як показав розрахунок, додавання шостої деталі до групи дасть негативний ефект і, отже, одночасна заміна шести деталей, економічно недоцільна.

Формування нової групи замін проводиться за найменшим ресурсом з решти шкали ресурсів з урахуванням деталей для повторних замін. У нашому прикладі ресурсом для другої групи замін є повторний ресурс поршневих кілець.

$$L_{r2} = 180 + 0,8 \cdot 180 = 324 \text{ тис.км.}$$

Таблиця 2 – Дані для визначення приростів ефективності витрат при профілактичних експлуатаційних ремонтах двигунів ЗМЗ–406 в умовах ПАТ

$i$	$L_{ri}$	№ вар	№ дет	$l_i$	$\Delta I_3$	$t_j$	$\Sigma t_j$	$t^{ei}$	$\Delta I_p$	$\Delta I_n$	$C_j$	$C_{max}^{ei}$	$\Sigma C_j$	$\Delta I_{np}$	$L_j$	$\Delta L_j$	$\Delta I_n$	$\Sigma \Delta I$	
1	180	1	1			8,75					90,00				180				
			2	2	462,10	5,38	14,13	9,58	35,32	616,9	84,90	90,00	174,90	241,8	190	10	32,77	1323,3	
		2	1																
			2																
			3	3	924,2	5,38	19,51	11,93	58,84	1028	67,50	90,00	242,40	434	200	20	84,52	2360,3	
		3	1																
			2																
			3																
			4	4	1386,3	5,39	24,9	12,77	94,16	1645	42,50	90,00	284,90	555,1	240	60	180,1	3500,0	
		4	1																
			2																
			3																
			4																
			5	5	1848,4	3,35	28,25	13,07	117,8	2058	11,00	90,00	295,90	586,4	280	100	220,7	4390	
		5	1																
			2																
			3																
			4																
			5																
			6	6	2310,5	8,00	37,77	15,92	169,6	2962	1425,0	1425,0	1720,9	842,7	350	170	8988	-2703	



Продовження таблиці 2

$i$	$L_{ri}$	№ вар	№ дет	$l_i$	$\Delta H_3$	$t_j$	$\Sigma t_j$	$t^{ei}$	$\Delta H_p$	$\Delta H_n$	$C_j$	$C_{max}^{ei}$	$\Sigma C_j$	$\Delta H_{np}$	$L_j$	$\Delta L_j$	$\Delta H_n$	$\Sigma \Delta H$		
2	324	1	1'			8,75					90				324					
			2'	2	462,1	5,38	14,13	9,58	35,32	616,9	84,9	90	174,9	241,8	332	8	24,69	1331,4		
		2	1'																	
			2'																	
			3'	3	924,2	5,38	19,51	11,93	58,84	1028	67,5	90	242,4	434	340	16	63,86	2380,9		
		3	1'																	
			2'																	
			3'																	
			6	4	1386,3	8,00	27,51	14,78	98,82	1726	1425,0	1425	1667,4	690,3	350	26	1405	2496,7		
		4	1'																	
			2'																	
			3'																	
			6																	
			7	5	1848,4	8,96	36,47	15,74	160,9	2811	360,0	1425	2027,4	1716	360	36	1873	4662,8		
		5	1'																	
			2'																	
			3'																	
			6																	
			7																	
			8	6	2310,5	3,35	39,82	16,34	182,3	3183	60,0	1425,0	2087	1886	380	56	1994	5569,2		

Продовження таблиці 2

$i$	$L_{ri}$	№ вар	№ дет	$l_i$	$\Delta I_3$	$t_j$	$\Sigma t_j$	$t^{ei}$	$\Delta I_p$	$\Delta I_n$	$C_j$	$C_{max}^{ei}$	$\Sigma C_j$	$\Delta I_{vp}$	$L_j$	$\Delta L_j$	$\Delta I_n$	$\Sigma \Delta I$		
2	324	6	1'																	
			2'																	
			3'																	
			6																	
			7																	
			8																	
		4'	7	2772,6	5,39	45,21	17,18	217,6	3800	42,5	1425,0	2130	2008	372	48	2067	6731,1			
		7	1'																	
			2'																	
			3'																	
			6																	
			7																	
			8																	
		4'																		
		9	8	3234,7	5,39	50,60	18,02	252,9	4417	180,0	1425,0	2310	2520	400	76	2557	7867,8			
		8	1'																	
			2'																	
			3'																	
			6																	
			7																	
			8																	
		4'																		
		9																		
		10	9	3696,8	11,30	61,90	18,32	338,3	5909	2650,00	2650,0	4960	6579	450	126	14429	2093,1			

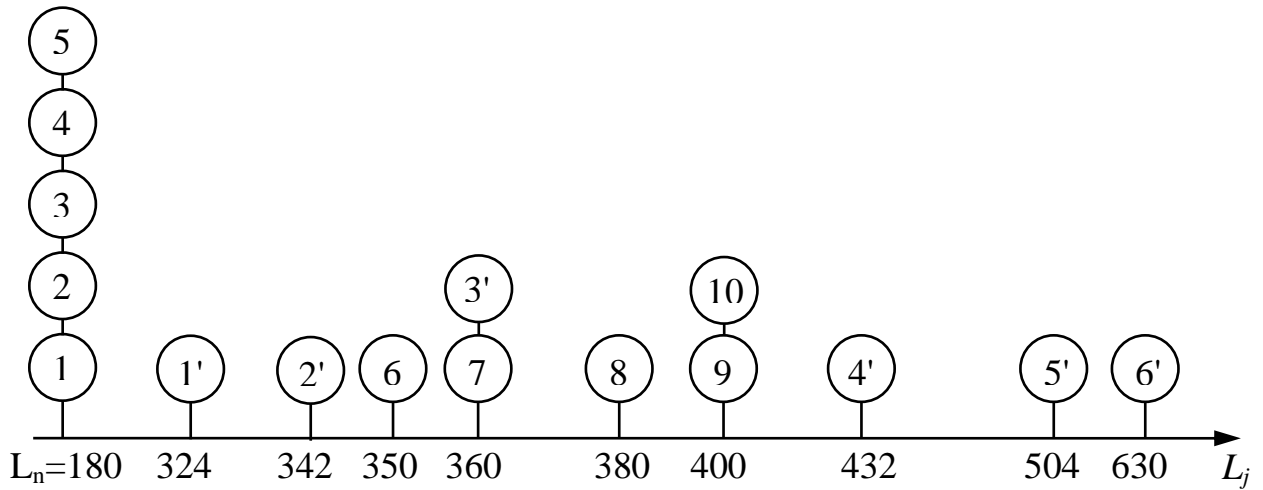


Рисунок 4 – Схема шкали ресурсів після першого поточного ремонту

За результатами розрахунків будуються графіки (рис. 4) приростів ефективності складових витрат і з їх допомогою визначаються оптимальні числа деталей для групових заміन. На рис. 5 та 6 представлена шкала оптимальної структури та періодичності групових замін деталей двигуна до капітального ремонту.

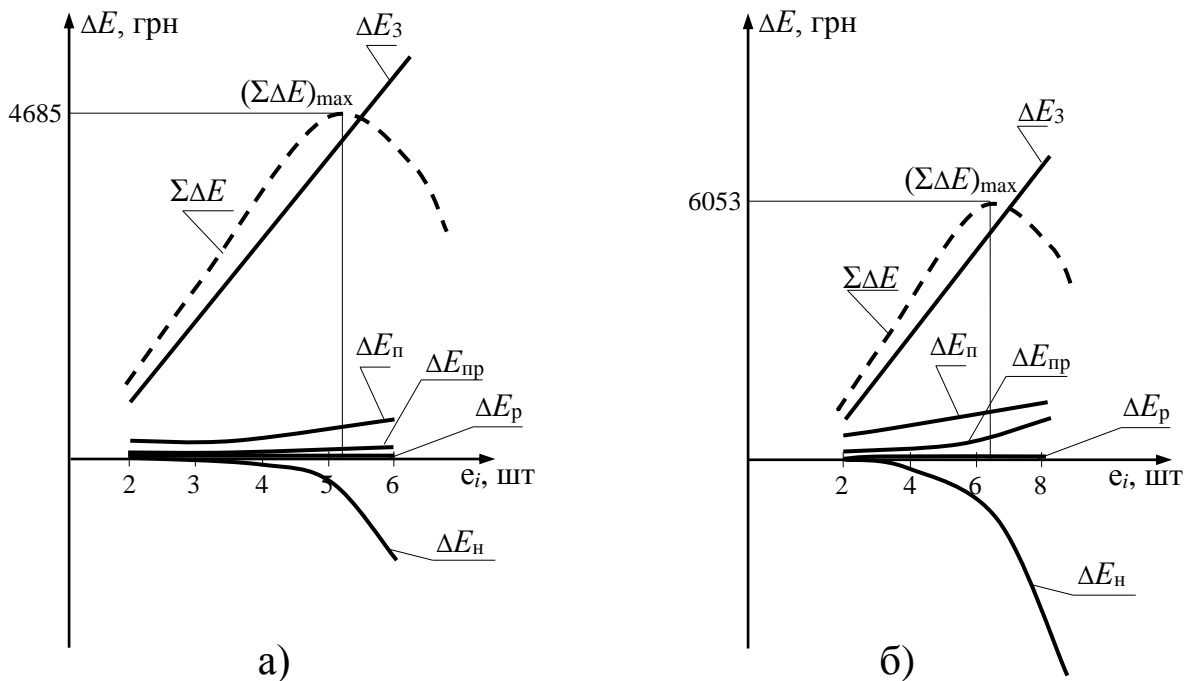


Рисунок 5 – Оптимальне групування деталей двигуна ЗМЗ-406 при пробігах:  
 а)  $L_{r1} = 180$  тис. км; б)  $L_{r2} = 324$  тис. км

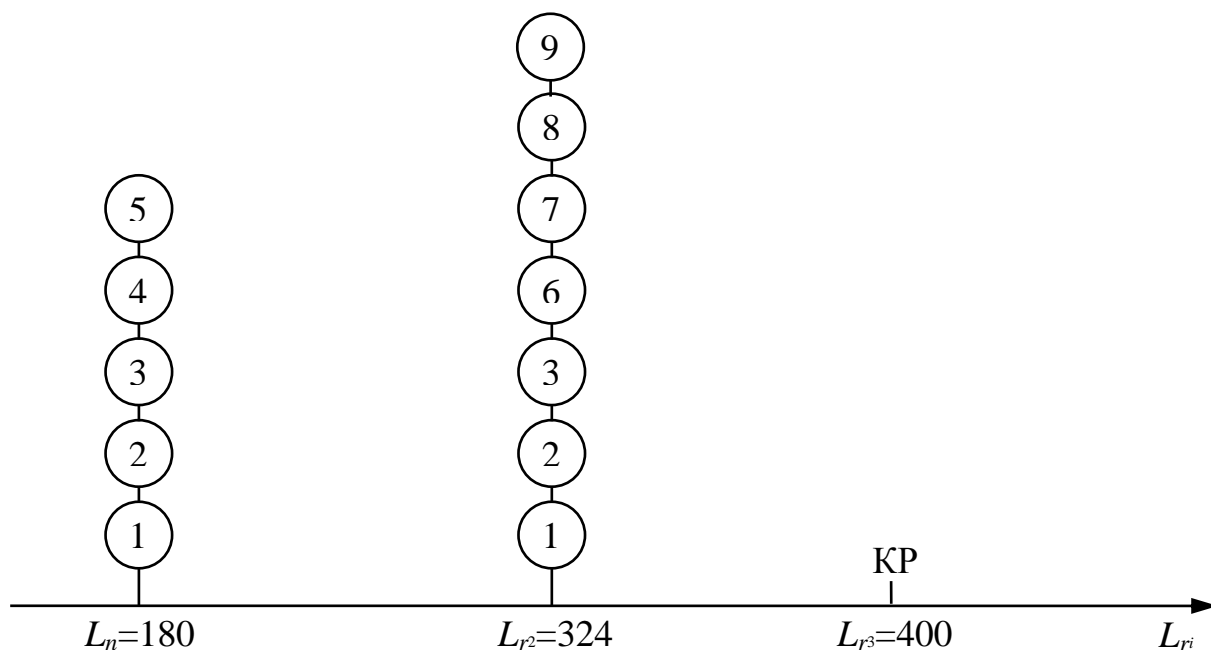


Рисунок 6 – Оптимальна структура та періодичність профілактичних заміन деталей двигуна ЗМЗ-406

У відповідності з [6] нормативний ресурс двигуна ЗМЗ-406 до першого капітального ремонту становить 200 тис. км. Застосовуючи в ремонті метод профілактичних групових замін зношених деталей, ресурс двигуна ЗМЗ-406 до першого капітального ремонту можна продовжити до 400 тис.км, тобто збільшити в два рази. При цьому досягається значний економічний ефект експлуатації двигуна за рахунок скорочення витрат на запасні частини, на зарплату слюсарям–ремонтникам, на втрату ресурсу за рахунок приробляння, а також збитки від простоїв у ремонті.

Подальше виконання завдання передбачає повторне застосування деталей з недовикористаним ресурсом, що залишилися при профілактичних замінах. Це дозволяє повністю використовувати потенційний ресурс деталей, продовжити термін служби сполучень і підвищити їх коефіцієнт запасу точності в порівнянні із збіркою методом повної взаємозамінності.

Усунення несправностей автомобіля, агрегату, вузла, окремого сполучення в умовах експлуатації найчастіше здійснюється методом заміни деталей, що вийшли з ладу. При цьому в якості заміни можуть бути використані нові запчастини, деталі з ремонтними розмірами і деталі з допустимим зносом.

Для забезпечення точності складання таких деталей велике значення має метод селективного підбору. Причому він застосовується не тільки для забезпечення точності зборки тих сполучень, які здійснюються селективним складанням в автобудуванні, але й інших сполучень, що збираються з деталей з допустимим зносом.

Груповий селективний підбір деталей забезпечує більш вузькі межі зазорів і натягом, ніж отримані з урахуванням допусків на виготовлення. Це досягається шляхом розбиття полів допусків сполучуваних деталей на декілька рівних груп, і підбір здійснюється в межах однакових груп, що забезпечує точність заданої посадки. Це дозволяє для рухомих сполук зазори при складанні наблизити до середнього значення, а в нерухомих посадках збільшити найменший натяг, що робить пару більш надійним і зменшити максимальний натяг, неприпустимий за міцністю деталей сполучення.

Як відомо, для створення гарантованого запасу працездатності виробів, який забезпечує збереження експлуатаційних показників машин до кінця терміну їх експлуатації, вводяться відповідні допуски на структурні параметри (геометричні, механічні, акустичні, електричні, теплові, і т.д.). Причому ці допуски складаються з двох частин. Перша частина призначається для компенсації похибок виготовлення та виміру і він називається конструкторським допуском  $T_k$ . Друга частина допуску призначена для створення запасу точності на знос як самих деталей, так і їх сполучень в третьових парах. Цю частину допуску називають експлуатаційним допуском або допуском на знос  $T_u$ . В інструкціях з експлуатації автомобілів для відповідних деталей і сполучень звичайно вказуються найбільші і найменші допустимі значення розмірів і зазорів для періодичного контролю їх у процесі експлуатації. Такий контроль дозволяє попередити вихід з ладу виробів шляхом періодичної їх діагностики та забезпечує своєчасну заміну деталей, не допускаючи їх катастрофічного руйнування.

Запас точності виробів, як відомо, характеризується коефіцієнтом запасу точності  $K_T$ . Він визначається відношенням допустимої похибки деталі, з'єднання або машини в кінці терміну їх експлуатації до похибки нових машин, їх складових частин, з'єднань або окремих деталей.

Так для рухомих сполучень  $K_T$  дорівнює відношенню максимального допуску посадки до конструкторського допуску посадки.

$$K_T = \frac{TS_u}{TS_n} = \frac{S_u - S_{\min}}{TD + Td},$$

де  $TS_u$  – допуск посадки з урахуванням зносу;  $TS_n$  – допуск посадки нового сполучення;  $S_u$  – гранично допустимий зазор зношеного сполучення;  $TD, Td$  – конструкторські допуски отвори і валу.

Очевидно, що чим більше коефіцієнт запасу точності  $K_T$ , тим довговічніше спряження.

Якщо знос деталей розглядати як розширення їх допуску та здійснювати зборку з деталей із зносом, то, очевидно, коефіцієнт запасу точності різко зменшиться, початкові зазори не будуть витримуватися і довговічність сполучення значно зменшиться.

У цьому випадку запас точності без відновлення деталей можна підвищити тільки за рахунок селективного підбору. Метою домашнього завдання є:

– визначення коефіцієнтів запасу точності трьох відповідальних сполучень двигуна (з'єднання циліндра з поршнем; вкладиша корінного з шийкою корінний коленвала; вкладиша шатунного з шатунною шийкою коленвала) при складанні цих сполучень:

1. з нових деталей;
2. з деталей з допустимим зносом;
3. з деталей з невикористаним ресурсом, який отримали при групових замінах.

– визначення величини продовження терміну служби  $t_{cc}$  сполучень, отриманих селективним підбором з деталей з невикористаним ресурсом по відношенню до сполучення з нових деталей;

– визначення граничних групових розмірів деталей та граничних групових зазорів;

– рішення задачі проілюструвати графічним зображенням полів допусків і посадок зазначених сполучень: мінеральні добрива кількості груп, на яке необхідно розбити поля допусків прийняти максимальний відсоток продовження терміну служби сполучень.

Для виконання завдання необхідно використовувати отримані

результати профілактичних заміन. По заданих моделями двигунів у запропонованому додатку слід виписати номінальні розміри деталей і допустимі зазори для сполучень циліндр–поршень, вкладиші шатунні і корінні з відповідними шийками колінчастого валу. Ці сполучення рекомендується використовувати в якості вихідних даних для виконання завдання з розділу "Селективна зборка". В якості зразка виконання та оформлення завдання нижче представлений варіант завдання для двигуна ЗМЗ-406.

Виконання завдання зробити в такій послідовності.

1. За шкалою ресурсів групових замін визначити величину невикористаного ресурсу деталей.

$$\Delta L_j = L_j - L_{\Gamma_i},$$

де  $L_j$  – заданий ресурс  $j$ -тої деталі;  $L_{\Gamma_i}$  – ресурс  $i$ -тої групи для групових замін.

2. З урахуванням заданого гранично допустимого зазору сполучення  $S_u$  визначити величини зносів деталей з умови обернено пропорційній залежності величини зносу від ресурсу деталі (більшому зносу деталі відповідає менший ресурс)

$$U_D = \frac{(S_u - TD - S_{\min} - Td)L_d}{L_D + L_d},$$

$$U_d = \frac{(S_u - TD - S_{\min} - Td)L_D}{L_D + L_d},$$

де  $U_D, U_d$  – величини зносу отвору  $D$  і валу  $d$ , мкм;  $L_D, L_d$  – величини заданих ресурсів отвору і валу, тис.км;  $S_{\min}$  – мінімальний зазор у сполученні, мкм;  $T_D, T_d$  – допуски отвору і валу, мкм.

3. Визначити інтенсивності зношування отвору  $q_D$  і валу  $q_d$  в мкм/1000км.

$$q_D = \frac{U_D}{L_D}; \tag{15}$$

$$q_d = \frac{U_d}{L_d}.$$

4. Приймаючи припустимі зноси як розширення допусків деталей провести їх складання з відповідними новими деталями методом селективного підбору. Для загального випадку нерівних допусків сполучуваних деталей граничні групові зазори для будь-якої  $i$  – тої групи будуть рівні:

$$\begin{aligned} S_{\min}^i &= S_{\min} + \left( T_M - \frac{T_M}{n} \right) + (i-1)C; \\ S_{\max}^i &= S_u + \left( T_\delta - \frac{T_\delta}{n} \right) + (i-1)C, \end{aligned} \quad (16)$$

де  $T_M$  – менший, а  $T_\delta$  – відповідно більший допуск деталі в сполученні;  $n$  – число груп;  $i$  – порядковий номер групи;  $S_{\min}$  – найменший зазор у вихідному сполученні;  $S_u$  – найбільший припустимий зазор в сполученні.

$$C = \frac{T_\delta - T_M}{n}.$$

Виходячи з умови забезпечення найбільшої довговічності сполучення оптимальне число груп визначити при найменшому груповому зазорі, що задається ТУ на збірку:

$$n_{\text{опт}} = \frac{T_M}{T_M + S_{\min} - S_{\min}^i}. \quad (17)$$

5. Виходячи з умови нормального розподілу розмірів при виготовленні деталей по полю допуску визначити додаткове збільшення терміну служби сполучення

$$t_{\text{cc}} = \frac{S_u - \bar{S}^i}{S_u - \bar{S}_H} \cdot 100\%, \quad (18)$$



де  $\bar{S}^i$  – середній груповий зазор;  $S_n$  – середній зазор сполучення з нових деталей.

При невідомих технічних умовах на збірку  $n$  встановлюємо за найбільшим значенням  $t_{cc}$  шляхом спрямованого перебору значень  $n$ , (тобто здамся значеннями  $n = 2; 3; \dots$  до 5).

Якщо збільшення числа груп не дає істотного збільшення терміну служби, то з метою скорочення витрат на сортування прийняти найменше значення  $n$ .

6. Визначити значення коефіцієнтів запасу точки  $K$ , відповідно для сполучень з нових, зношених і деталей із залишковим ресурсом, зібраних селективним складанням.

7. Визначити групові розміри деталей і зазори сполучень.

8. Виконання завдання супроводити графічним зображенням вихідних посадок, посадок з частково зношених деталей і деталей із залишковим ресурсом. Виконання завдання завершити висновками.

### **Варіант виконання завдання для сполучення гільза-поршень двигуна ЗМЗ-406**

1. Визначаємо залишкові ресурси деталей (за даними першого завдання):

$$\Delta L_D = L_j - L_{ri} = 360 - 324 = 36 \text{ тис. км};$$

$$\Delta L_d = L_j - L_{ri} = 240 - 180 = 60 \text{ тис. км.}$$

2. Визначаємо допустимі поля зносів гільзи і поршня в сполученні:

$$U_D = \frac{(300 - 12 - 12 - 0)240}{360 + 240} = 110 \text{ мкм};$$

$$U_d = \frac{(300 - 12 - 12 - 0)360}{360 + 240} = 166 \text{ мкм.}$$

3. Визначаємо швидкості зношування деталей:

$$q_D = \frac{U_D}{L_D}; = \frac{110}{360} = 0,3 \text{ мкм/1000км};$$

$$q_d = \frac{U_d}{L_d} = \frac{166}{240} = 0,7 \text{ мкм/1000км}.$$

4. Знаходимо величини недовикористаного запасу на знос деталей

$$\Delta U_D = q_D \cdot \Delta L_D = 0,3 \cdot 36 = 11 \text{ мкм}; \quad \Delta U_d = q_d \cdot \Delta L_d = 0,7 \cdot 60 = 42 \text{ мкм}.$$

5. Визначаємо граничні відхилення недовикористаних полів зносу для гільзи і поршня (рис. 7):

$$ES_u = ES + U_D = 12 + 110 = 122 \text{ мкм};$$

$$EI_u = ES_u - \Delta U_D = 122 - 11 = 111 \text{ мкм};$$

$$ei_u = -(ei + U_d) = -(12 + 166) = -178 \text{ мкм};$$

$$es_u = -(ei_u - \Delta U_d) = -(178 - 42) = -136 \text{ мкм}.$$

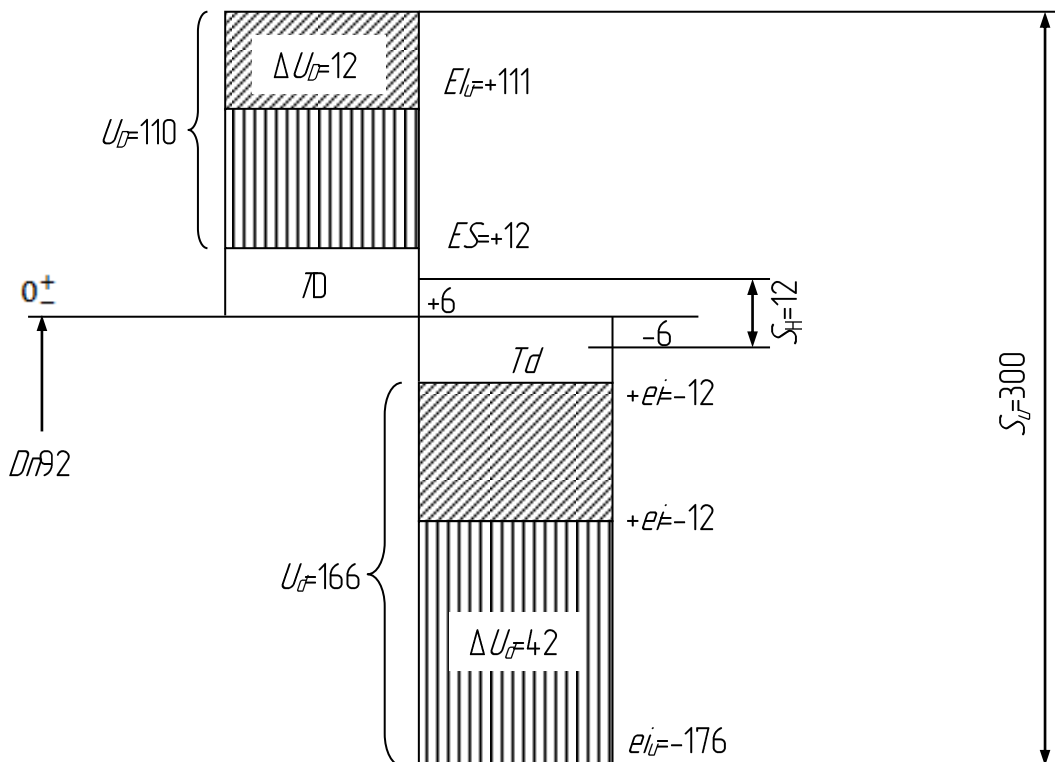


Рисунок 7 – Граничні відхилення недовикористаних полів зносу для гільзи і поршня

6. Для довикористання залишкового ресурсу поршня зробимо його складання з нової гільзою селективним методом (рис. 8, 9, 10). Так як ТУ на складання відсутні задаємося числом груп  $n = 2, 3$  і т.д. до 5.

Вихідна посадка

Селективна збірка при  $n=2$

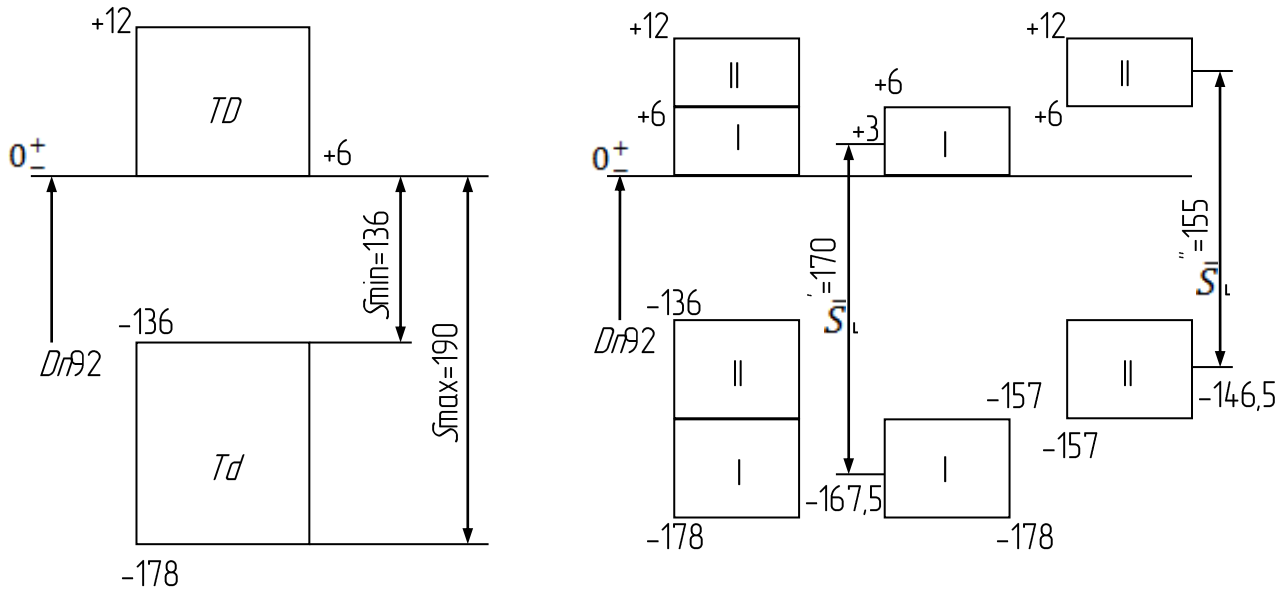


Рисунок 8 – Складання поршня з нової гільзою селективним методом

З зображення вихідної та групових посадок маємо:

$$\bar{S}_H = 12\text{мкм}; \bar{s}^1 = 3 + 167,5 = 170,5; s_u = 300\text{мкм}; \bar{s}^2 = 9 + 146,5 = 155,5.$$

Визначаємо відсоток збільшення терміну служби сполучень для першої і другої груп по відношенню до нового з'єднання:

$$t_{cc}^I = \frac{S_u - \bar{s}^1}{S_u - S_H} \cdot 100\% = \frac{300 - 170,5}{300 - 12} \cdot 100\% = \frac{129,5}{288} \cdot 100\% = 45\%;$$

$$t_{cc}^{II} = \frac{S_u - \bar{s}^2}{S_u - S_H} \cdot 100\% = \frac{300 - 155,5}{300 - 12} \cdot 100\% = \frac{144,5}{288} \cdot 100\% = 50\%.$$

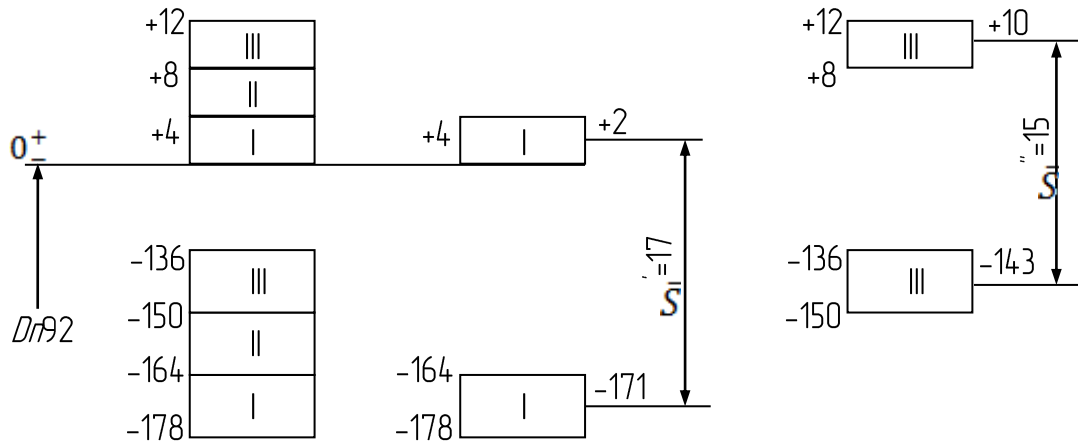


Рисунок 9 – Селективна збірка при  $n = 3$

$$t_{cc}^I = \frac{S_u - S_H}{S_u - S_H} \cdot 100\% = \frac{300 - 173}{300 - 12} \cdot 100\% = \frac{127}{288} \cdot 100\% = 44\%;$$

$$t_{cc}^{III} = \frac{S_u - S_H}{S_u - S_H} \cdot 100\% = \frac{300 - 153}{300 - 12} \cdot 100\% = \frac{147}{288} \cdot 100\% = 51\%.$$

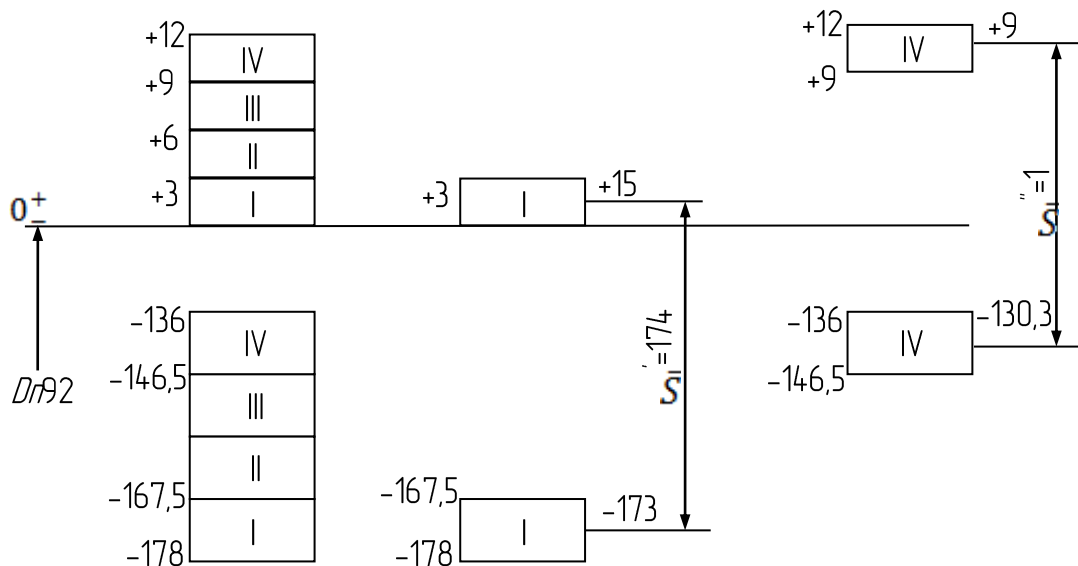


Рисунок 10 – Селективна збірка при  $n = 4$

$$t'_{cc} = \frac{300-174}{288} \cdot 100\% = 44\%;$$

$$t''_{cc} = \frac{300-141}{288} \cdot 100\% = 55\%.$$

З метою економії витрат на сортування і у зв'язку з незначним зростанням терміну служби сполучення приймаємо кількість груп  $n = 2$ .

7. Визначаємо коефіцієнти запасу точності.

а) для нового сполучення:

$$K_{TH} = \frac{S_u - S_{min}}{TD + Td} = \frac{300 - 0}{12 + 12} = \frac{300}{24} = 12,5;$$

б) для з'єднання нового циліндра і частково зношеного поршня:

$$K_{TU} = \frac{S_u - S_{min}}{TD + Td} = \frac{300 - 136}{12 + 42} = \frac{164}{54} = 3;$$

в) для селективно зібраних деталей 1-ї групи:

$$K'_{TC} = \frac{S_u - S_{min}}{TD + Td} = \frac{300 - 157}{6 + 21} = \frac{143}{27} = 5,3;$$

для 2-ї групи:

$$K''_{TC} = \frac{300 - 142}{6 + 21} = \frac{158}{27} = 5,85.$$

Отримані результати говорять про наступне:

1. При селективній збірці сполучень з нових і частково зношених деталей коефіцієнт запасу точності сполучень можна підвищити майже в 2 рази в порівнянні з тим, якщо б ці ж деталі збирати без селективного підбору (від 3 до 5,85).

2. Повторне використання деталей із залишковим ресурсом за допомогою селективного підбору дозволяє продовжити термін експлуатації сполучень у порівнянні з новими мінімум на 44%.

3.У цілому селективний підбір деталей при експлуатаційному ремонті дозволяє повніше використовувати потенційний ресурс деталей, а значить зменшити потребу в запасних частинах і продовжити термін експлуатації сполучень.

Проведемо збірку сполучення з нового поршня і циліндра з недовикористним ресурсом (рис 11).

$$t'_{cc} = \frac{S_u - \bar{S}}{S_u - S_H} \cdot 100\% = \frac{300 - 122}{300 - 12} \cdot 100\% = \frac{178}{288} \cdot 100\% = 62\%.$$

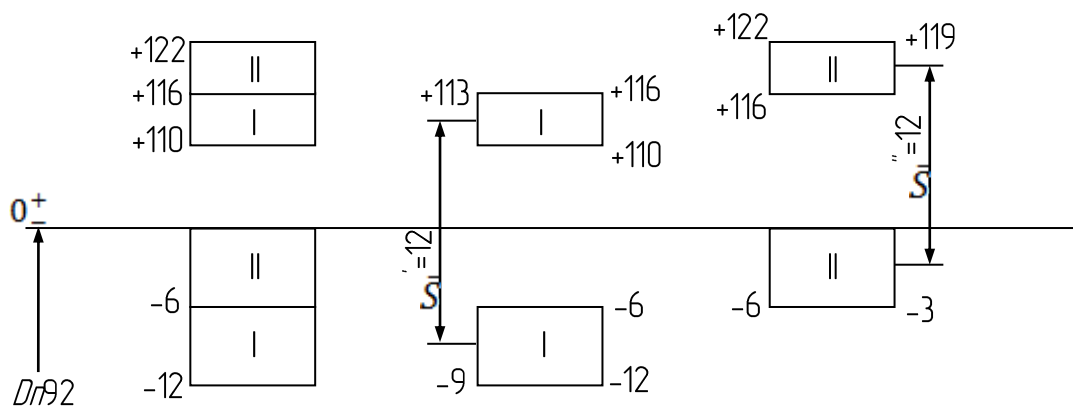


Рисунок 11 – Сполучення з нового поршня і циліндра з недовикористним ресурсом

$$t''_{cc} = \frac{300 - 122}{300 - 12} \cdot 100\% = 62\%;$$

$$K_{TU} = \frac{S_u - S_{\min}}{TD + Td} = \frac{300 - 110}{12 + 12} = \frac{276}{24} = 11,5.$$

Для селективно зібраних деталей 1-ї групи:

$$K'_{TC} = \frac{300 - S_{\min}}{TD + Td} = \frac{300 - 116}{6 + 6} = \frac{184}{12} = 15,3.$$

Для 2-ї групи:

$$K'_{TH} = \frac{300 - 116}{12} = 15,3.$$

У розглянутому випадку бачимо, що при рівних допусках сполучуваних деталей збільшення числа груп не призводить до збільшення терміну служби сполучення і забезпечує лише незначне зростання запасу точності. Крім того можна відзначити, що при повторному застосуванні деталей з недовикористаним ресурсом в одному і тому ж сполученні більший ефект дає заміна більш зносостійких деталей навіть при меншому відносному запасі їх на знос.

7. Визначаємо групові розміри деталей і зазори сполучень (табл. 3, 4).

Таблиця 3 – З'єднання нового циліндра з частково зношеним поршнем

Групи	Поршень		Циліндр		Зазори	
	$d_{\min}$	$d_{\max}$	$D_{\min}$	$D_{\max}$	$S_{\min}$	$S_{\max}$
I	91,822	91,843	92,000	92,006	0,157	0,184
II	91,843	91,864	92,006	92,012	0,142	0,169

Таблиця 4 – З'єднання нового поршня з частково зношеним циліндром

Групи	Поршень		Циліндр		Зазори	
	$d_{\min}$	$d_{\max}$	$D_{\min}$	$D_{\max}$	$S_{\min}$	$S_{\max}$
I	91,988	91,994	92,110	92,116	0,116	0,128
II	91,994	92,000	92,116	92,122	0,116	0,128

## Додаток

### Допуски деталей і посадки в сполученнях двигунів

Модель двигуна	Спряжувані деталі	Номінальні розміри деталей, мм	Зазор у сполученні, мм	
			Номінальний	Допустимий
1	2	3	4	5
ЗМЗ-406	ГЛЗ	92 <sup>+0,012</sup>	0	0
	ПРШ	92 <sub>-0,012</sub>	+0,024	+0,300
	ВКО		+1,036	0,036
	ШКО	64 <sub>-0,013</sub>	+0,079	+0,150
	ВШа	58 <sup>+0,050</sup> <sub>+0,026</sub>	+0,026	+0,026
	Шша	58 <sub>-0,013</sub>	+0,063	+0,150
ЗМЗ-5233	ГЛЗ	81,88 <sup>+0,012</sup>	+0,006	+0,006
	ПРШ	81,88 <sup>-0,006</sup> <sub>-0,018</sub>	+0,030	+0,350
	ВКО	64 <sup>+0,058</sup> <sub>+0,026</sub>	+0,026	+0,026
	ШКО	64 <sub>-0,013</sub>	+0,071	+0,280
	ВШа	60 <sup>+0,052</sup> <sub>+0,026</sub>	+0,026	+0,026
	ШШа	60 <sub>-0,013</sub>	+0,065	+0,280
ЗМЗ-672.11	ГЛЗ	92 <sup>+0,012</sup>	0	0
	ПРШ	92 <sub>-0,012</sub>	+0,024	+0,300
	ВКО	70 <sup>+0,058</sup> <sub>+0,026</sub>	+0,026	+0,026
	ШКО	70 <sub>-0,013</sub>	+0,071	+0,280
	ВШа	60 <sup>+0,054</sup> <sub>+0,030</sub>	+0,030	+0,030
	ШШа	60 <sub>-0,013</sub>	+0,067	+0,280
ЯМЗ-238	ГЛЗ	130 <sup>+0,010</sup>	+0,190	+0,190
	ПРШ	130 <sup>-0,190</sup> <sub>-0,200</sub>	+0,210	+0,300
	ВКО	105 <sup>+0,131</sup> <sub>+0,096</sub>	+0,096	+0,096
	ШКО	105 <sub>-0,015</sub>	+0,146	+0,230
	ВШа	88 <sup>+0,140</sup> <sub>+0,056</sub>	+0,056	+0,056
	ШШа	88 <sub>-0,010</sub>	+0,150	+0,180



1	2	3	4	5
ММЗ-Д245	ГЛЗ	$100^{+0,010}$	+0,030	+0,030
	ПРШ	$100^{-0,030}$ $-0,040$	+0,050	+0,110
	ВКО	$75^{+0,052}$ $+0,026$	+0,026	+0,026
	ШКО	$75_{-0,13}$	+0,065	+0,270
	ВШа	$65^{+0,052}$ $+0,013$	+0,013	+0,013
	ШШа	$65_{-0,013}$	+0,065	+0,270
КамАЗ-740	ГЛЗ	$120^{+0,030}$	+0,089	+0,089
	ПРШ	$120^{-0,089}$ $-0,140$	+0,170	+0,290
	ВКО	$95^{+0,141}$ $+0,096$	+0,096	+0,096
	ШКО	$95_{-0,015}$	+0,156	+0,220
	ВШа	$80^{+0,103}$ $+0,065$	+0,065	+0,065
	ШШа	$80_{-0,013}$	+0,116	+0,160
ВАЗ	ГЛЗ	$76^{+0,010}$	+0,050	+0,050
	ПРШ	$76^{-0,050}$ $-0,060$	+0,070	+0,120
	ВКО	$50,79^{+0,070}$ $+0,050$	+0,050	+0,050
	ШКО	$50,79_{-0,020}$	+0,090	+0,120
	ВШа	$47,81^{+0,060}$ $+0,030$	+0,030	+0,030
	ШШа	$47,81_{-0,020}$	+0,080	+0,090

## Список літератури

1. Сервис самоходных машин и автотранспортных средств: учеб. Пособие / Н. И. Бойко, В. Г. Санамян, А. Е. Хачкинян. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 512 с.
2. Техническая эксплуатация автомобилей: Теоретические и практические аспекты : учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.С. Малкин. – М. : Издательский центр "Академия", 2007. – 288 с.
3. Экономика и управление на грузовом автомобильном транспорте: учеб. пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений / А.Д. Хмельницкий. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр "Академия", 2007 – 256 с.
4. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин : учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений / А. И. Яговкин. – М.: Издательский центр "Академия", 2006 – 400 с.
5. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Барилевич Л.П. и др. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах.–К.: Логос, 1996.– 348 с.
6. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей. – Х.: Вища школа, 1984. – 312 с.
7. Типовые нормы времени на ремонт грузовых автомобилей марок ГАЗ, ЗИЛ, КАЗ, МАЗ, КамАЗ, КрАЗ в условиях АТП. – М.: Экономика, 1989. – 252 с.
8. Красонтовіч І.В., Палковскій В.В. Визначення втрат від простою автомобілів. / Автотранспортник України, – К., 1975, №3.
9. Чумак В.И., Чижов А.В. Экономическая целесообразность замены деталей автомобильных двигателей с учетом их сравнительной износостойкости. Научные труды ГСХИ. – Горький.: Изд. ГСХИ, 1983. – с. 55-60.
10. Дёмин И.Е. Повышение эффективности ремонта автомобильных двигателей. – М.: Транспорт, 1987. – 250 с.
11. Якушев А.И., Воронцов Л.М., Федотов М.М. "Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения": (учебник для ВУЗов) – М.: Машиностроение, 1986 – 352 с.

Навчальне видання

## **Методичні вказівки**

до практичних занять  
з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів»  
розділ «Технологія експлуатаційного ремонту автомобілів»

для студентів денної форми навчання за  
напрямом 6.070106 – "Автомобільний транспорт"

Укладачі: Булгаков Микола Петрович  
Білогуров Євген Олександрович  
Зенкін Євген Юрійович

Відповідальний за випуск: Волков Володимир Петрович

План

Підписано до друку

Формат 60x84 1/16. Папір газетний. Гарнітура Times New Roman.

Друк RISO. Умовн. друк. арк. Обл.-вид. арк.

Замовлення № Тираж прим. Ціна договірна

---

Видавництво ХНАДУ, 61002, м. Харків-МСП, вул. Петровського, 25

---

*Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України про внесення суб'єкту видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції, серія ДК № 897 від 17.04. 2002 р.*