

Практична робота №5

Визначення повного ресурсу
спряження
і допустимі без ремонту
розміри спряжених деталей в
місці їх найбільшого зношення



Мета роботи: Визначити повний ресурс спряження та допустимі без ремонту розміри спряжених деталей

Зміст і послідовність виконання завдання:

1. Проаналізувати умови завдання згідно отриманого варіанту (Додатки 3 та 4) та скласти за ними таблицю для проведення розрахунків (табл.8).
2. Визначити граничні зношення з'єднання деталей.
3. Визначити допустимі зношення з'єднання деталей.
4. Розрахувати повний ресурс з'єднання деталей.
5. Визначити допустимі без ремонту розміри деталей з'єднання.
6. Накреслити розрахункову схему зношень з'єднання деталей.
7. Оформити звіт до виконаної роботи.



Теоретичні відомості

Довговічність будь яких виробів кількісно визначається за допомогою двох груп показників: ресурсу, як показника, що зв'язаний із наробітком об'єкту, та строком служби.

Найбільш практичного значення отримав гамма-процентний ресурс (γ), так як у результаті неминучого розсіювання довговічності сільськогосподарської техніки при змінних навантаженнях і умовах експлуатації їх довговічність – величина статична. Вона визначається експериментально за даними довговічності більшої групи об'єктів.

Гамма - процентний ресурс (γ , %) – наробіток, протягом якого об'єкт не досягне граничного стану із заданою імовірністю гамма (γ) відсотків. Це ресурс, який має і перевищує в середньому обумовлене число гамма (γ) відсотків виробів даного типу.



Методика визначення показників

Для визначення значень допустимого без ремонту зношування ($З_{доп}$), граничного зношування ($З_{гр}$), середньої швидкості зношування (W_c), повного ресурсу ($T_{сп}$) з'єднання використовуються наступні формули:

$$З_{доп} = S_{доп} - S_{п\ max}, \quad (5.1)$$

$$З_{гр} = S_{гр} - S_{п\ max}, \quad (5.2)$$

$$W_c = W_{\Delta 1} + W_{\Delta 2}, \quad (5.3)$$

$$T_{сп} = З_{гр} / W_c \quad (5.4)$$

де $S_{п\ max}$ – максимальний початковий зазор в з'єднанні, мм;

$S_{доп}$ – допустимий зазор в з'єднанні, мм;

$S_{гр}$ – граничний зазор в з'єднанні, мм;

$W_{\Delta 1}$ та $W_{\Delta 2}$ – відповідно середня швидкість зношування першої та другої деталі з'єднання, мм/мото год.



Для визначення граничних зношень двох з'єднаних деталей використовуються наступні формули:

(5.5)

$$z_{zp.\partial 1} = \frac{z_{zp} \cdot W_{\partial 1}}{W_c},$$

$$z_{zp.\partial 2} = \frac{z_{zp} \cdot W_{\partial 2}}{W_c}. \quad (5.6)$$

Для визначення допустимих зношень деталей з'єднання використовуються наступні формули:

- для I деталі:

$$z_{доп \Delta 1} = z_{гр.\Delta 1} - T_{мр} \cdot W_{\Delta 1}, \quad (5.7)$$

де $T_{мр}$ - середній міжремонтний наробіток, мото·год.

- для II деталі:

$$z_{доп \Delta 2} = z_{гр.\Delta 2} - T_{мр} \cdot W_{\Delta 2}. \quad (5.8)$$



Приклад проведення розрахунків

Таблиця 8 - Дані з технічних вимог на капітальний ремонт дизелів Д-240, Д-240Л та їх модифікацій:

Найменування деталей спряження		Розміри деталей за кресленням, мм	Зазор в з'єднанні, мм		
			початковий $S_{\text{п}}$	допустимий $S_{\text{доп}}$	граничний $S_{\text{гр}}$
I	Втулка веденої шестерні	$\begin{matrix} +0,060 \\ 18 \\ +0,030 \end{matrix}$	0,030...0,07 2	0,14	0,25
II	Палець веденої шестерні	$\begin{matrix} 0 \\ 18 \\ -0,012 \end{matrix}$			

Середній міжремонтний наробіток: $T_{\text{мр}} = 3200$ мото·год,

Середня швидкість зношування деталей (втулки; пальця):

- по зовнішньому діаметру спряження (I деталь) $W_{\partial 1} = 2,2 \cdot 10^{-5}$ мм/мото·год,
- по внутрішньому діаметру спряження (II деталь) $W_{\partial 2} = 1,2 \cdot 10^{-5}$ мм/мото·год.



1. Відповідно до отриманих згідно варіанту даних (табл.8) і формул (5.1-5.2) розраховуємо зношування:

• **допустиме без ремонту** $z_{доп} = 0,140 - 0,072 = 0,068$ мм.

• **граничне** $z_{гр} = 0,250 - 0,072 = 0,178$ мм;

Середня швидкість зношування двох деталей з'єднання знаходимо за (5.3):

$$W_c = W_{\Delta I} + W_{\Delta I} = 2,2 \cdot 10^{-5} + 1,2 \cdot 10^{-5} = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ мм/мото год};$$

2. Визначаємо згідно (5.4) **повний ресурс** з'єднання $T_{сп}$:

$$T_{сп} = \frac{z_{гр}}{W_c} = \frac{0,178}{3,4 \cdot 10^{-5}} = 5235 \text{ мото} \cdot \text{год}.$$

Отримані розрахункові значення W_c та $T_{сп}$ потрібно розглядати як середнє, у зв'язку із можливими відхиленнями, внаслідок нестабільності умов експлуатації сільськогосподарської техніки.



3. Визначимо **граничні зношення** з'єднаних деталей за (5.5 - 5.6):

- для втулки (I деталь):

$$z_{гр.д1} = \frac{z_{гр} \cdot W_{д1}}{W_c} = \frac{0,178 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5}}{3,4 \cdot 10^{-5}} = 0,115 \text{ мм};$$

- для пальця (II деталь):

$$z_{гр.д2} = \frac{z_{гр} \cdot W_{д2}}{W_c} = \frac{0,178 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}}{3,4 \cdot 10^{-5}} = 0,063 \text{ мм.}$$

4. Визначимо **допустимі зношення** деталей з'єднання за (5.7 - 5.8):

- для втулки (I деталь):

$$z_{доп.д1} = z_{гр.д1} - T_{мр} \cdot W_{д1} = 0,115 - 3200 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5} = 0,045 \text{ мм};$$

- для пальця (II деталь):

$$z_{доп.д2} = z_{гр.д2} - T_{мр} \cdot W_{д2} = 0,063 - 3200 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} = 0,025 \text{ мм.}$$

При чому, задане значення міжремонтного наробітку $T_{мр} = 3200$ мото·год



5. Визначимо допустимі без ремонту розміри деталей з'єднання в місці їх найбільшого зносу із врахуванням значень максимального діаметру отвору (D_{\max}) і мінімального діаметру валу (d_{\min}), що приймаються за (табл. 8) наступним чином:

- для втулки (I деталь):

$$D_{\Delta p} = D_{\max} + Z_{\Delta \text{оп } \Delta 1} = 18,06 + 0,045 = 18,105 \text{ мм};$$

- для пальця (II деталь):

$$d_{\Delta p} = d_{\min} - Z_{\Delta \text{оп } \Delta 2} = 17,988 - 0,025 = 17,963 \text{ мм}.$$

6. По завершенню креслиться розрахункова схема (рис.5) зношення деталей з'єднання в залежності від наробітку T із вказуванням значень повного ресурсу з'єднання ($T_{\text{сп}}$), допустимих без ремонту і граничних зношень деталей і зазорів в з'єднанні.



Виконання схеми починається з нанесення і позначення на вісях координат масштабних поділок зношування і наробітку. Далі відкладають від початку координат значення початкового зазору $S_{п}$ тах, повного ресурсу з'єднання ($T_{сп}$), граничного зазору ($S_{гр}$), проводять лінії зношування деталей. Початкові точки ліній зношування відповідають граничним відхиленням розмірів отворів і валу по технічним умовам на виготовлення деталей.

На схемі вказують значення $З_{доп}$, та $З_{гр}$ для двох деталей, а також $S_{доп}$, $S_{гр}$, $T_{мр}$, $T_{сп}$ для з'єднання в цілому.

Розрахункова схема згідно заданого варіанту наведена на (рис.5).



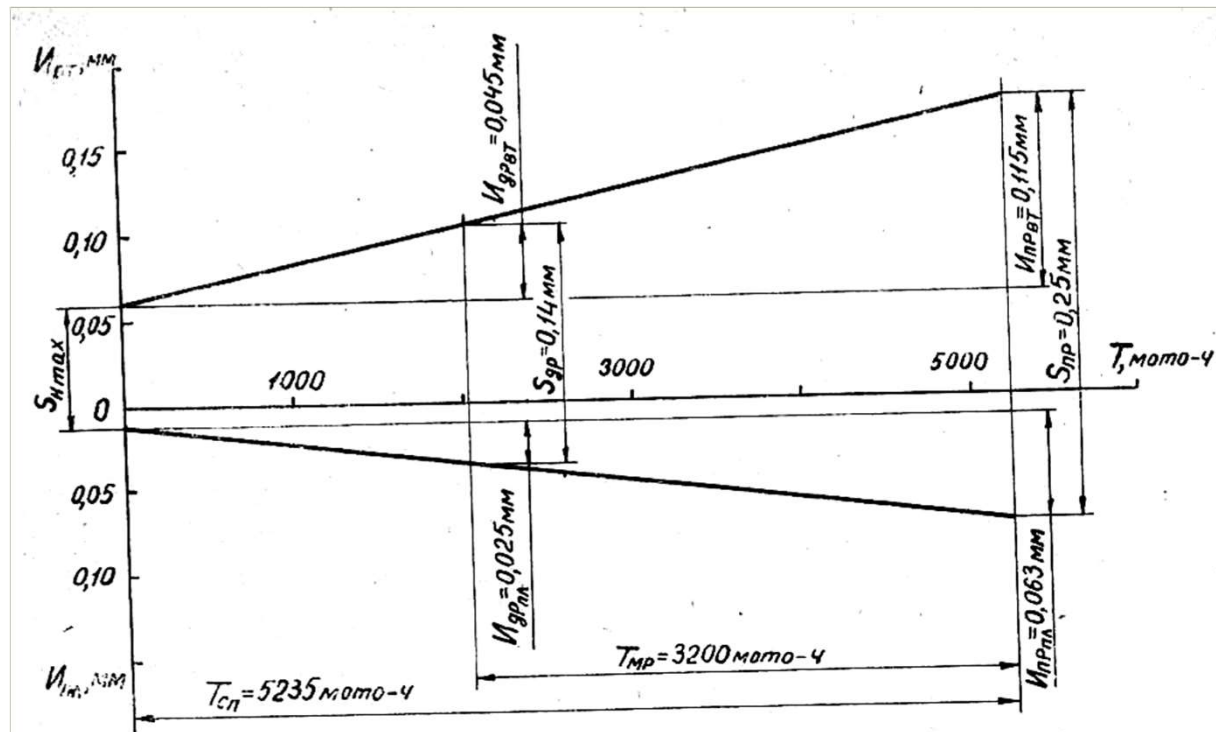


Рисунок 5 – Розрахункова схема зношення деталей з'єднань, визначення його повного ресурсу, допустимих без ремонту і граничних зносів спряжених деталей.

Контрольні запитання

1. Пояснити що таке ресурс, які одиниці його виміру.
2. Що таке міжремонтний наробіток, його розрахунок.
3. Пояснити термін „граничне зношення”.
4. Пояснити термін „допустиме зношення”.
5. Як розраховується повний ресурс?



ДОДАТКИ

З ВАРІАНТАМИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

(за номером двох останніх цифр залікової книжки)

ДЛЯ ВИКОНАННЯ

ЛАБОРАТОРНО – ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ №5

Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи № 5

№ п/п	Деталі спряження згідно варіанту	Середній міжремонтний ресурс, $T_{\text{мр}}$, мото·годин	Середня швидкість зношування, $W \cdot 10^{-5}$ мм/мото·год	
			по зовнішньому діаметру спряження	по внутрішньому діаметру спряження
01	I	4650	1,85	0,95
02	II	5600	2,6	1,5
03	III	4900	2,6	1,5
04	IV	4900	2,6	1,5
05	V	5600	2,6	1,5
06	VI	4025	2,6	1,5
07	VII	3750	2,6	1,5
08	VIII	4900	2,6	1,5
09	XI	3950	1,85	0,95
10	X	2850	1,85	0,95
11	XI	5600	2,6	1,5
12	XII	5800	2,7	1,6
13	XIII	1450	1,85	0,95
14	XIV	2850	1,85	0,95
15	XV	3550	1,85	0,95
16	XVI	2850	1,85	0,95
17	XVII	5800	2,7	1,6
18	XVIII	4900	2,6	1,5
19	XIX	5700	4,5	2,5
20	XX	4900	2,6	1,5

21	I	4350	1,95	1,05
22	II	5350	2,7	1,6
23	III	4650	2,7	1,6
24	IV	4650	2,7	1,6
25	V	5350	2,7	1,6
26	VI	3850	2,7	1,6
27	VII	3600	2,7	1,6
28	VIII	4650	2,7	1,6
29	XI	3650	1,95	1,05
30	X	2650	1,95	1,05
31	XI	5350	2,7	1,6
32	XII	5550	2,8	1,7
33	XIII	1350	1,95	1,05
34	XIV	2650	1,95	1,05
35	XV	3350	1,95	1,05
36	XVI	2650	1,95	1,05
37	XVII	5550	2,8	1,7
38	XVIII	4650	2,7	1,6
39	XIX	5550	4,6	2,6
40	XX	4100	3,0	1,9
41	I	3950	2,1	1,2
42	II	5100	2,8	1,7
43	III	4450	2,8	1,7
44	IV	4450	2,8	1,7
45	V	5100	2,8	1,7
46	VI	3650	2,8	1,7
47	VII	3420	2,8	1,7

48	VIII	4450	2,8	1,7
49	XI	3350	2,1	1,2
50	X	2400	2,1	1,2
51	XI	5100	2,8	1,7
52	XII	5320	2,9	1,8
53	XIII	1200	2,1	1,2
54	XIV	2400	2,1	1,2
55	XV	3050	2,1	1,2
56	XVI	2400	2,1	1,2
57	XVII	5320	2,9	1,8
58	XVIII	4450	2,8	1,7
59	XIX	5400	4,7	2,7
60	XX	4450	2,8	1,7
61	I	3750	2,2	1,25
62	II	4900	2,9	1,8
63	III	4250	2,9	1,8
64	IV	4250	2,9	1,8
65	V	4900	2,9	1,8
66	VI	3500	2,9	1,8
67	VII	3280	2,9	1,8
68	VIII	4250	2,9	1,8
69	XI	3200	2,2	1,25
70	X	2300	2,2	1,25
71	XI	4900	2,9	1,8
72	XII	5100	3,0	1,9
73	XIII	1150	2,2	1,25
74	XIV	2300	2,2	1,25

75	XV	2900	2,2	1,25
76	XVI	2300	2,2	1,25
77	XVII	5100	3,0	1,9
78	XVIII	4250	2,9	1,8
79	XIX	5250	4,8	2,8
80	XX	4250	2,9	1,8
81	I	3450	2,4	1,35
82	II	4700	3,0	1,9
83	III	4100	3,0	1,9
84	IV	4100	3,0	1,9
85	V	4700	3,0	1,9
86	VI	3350	3,0	1,9
87	VII	3150	3,0	1,9
88	VIII	4100	3,0	1,9
89	XI	2950	2,4	1,35
90	X	2150	2,4	1,35
91	XI	4700	3,0	1,9
92	XII	4900	3,1	2,0
93	XIII	1050	2,4	1,35
94	XIV	2150	2,4	1,35
95	XV	2650	2,4	1,35
96	XVI	2150	2,4	1,35
97	XVII	4900	3,1	2,0
98	XVIII	4100	3,0	1,9
99	XIX	5000	4,5	3,5

Варіанти завдань для виконання лабораторно-практичної роботи № 5

Дані з технічних вимог на капітальний ремонт дизелів Д-240, Д-240Л та їх модифікацій

Варіанти індивідуального завдання	Найменування деталей спряження	Розміри деталей за кресленням, мм	Зазор в з'єднанні, мм		
			початковий $S_{пк}$	допустимий $S_{доп}$	граничний $S_{гр}$
I	Блок циліндрів	$25^{+0,052}_0$	0,08...0,074	0,17	0,30
	Штовхач	$25^{-0,008}_{-0,022}$			
II	Втулка розподільчого валу	$50^{+0,025}_0$	0,050...0,114	0,17	0,40
	Вал розподільчий	$50^{-0,050}_{-0,089}$			
III	Втулка клапану напрямна	$11^{+0,027}_0$	0,035...0,087	0,20	0,40
	Клапан впускний	$11^{-0,035}_{-0,060}$			
IV	Втулка напрямна клапану	$11^{+0,027}_0$	0,070...0,117	0,20	0,40
	Клапан випускний	$11^{-0,070}_{-0,090}$			
V	Коромисло клапану	$19^{+0,053}_{+0,020}$	0,020...0,074	0,12	0,35
	Валик коромисел	$19^0_{-0,021}$			
VI	Вкладиші шатунні	$68^{+0,025}_{-0,010}$	0,065...0,115	0,135	0,30
	Вал колінчастий	$68^{-0,075}_{-0,090}$			
VII	Вкладиші корінні	$75^{+0,031}_{-0,010}$	0,070...0,126	0,146	0,30
	Вал колінчастий	$75^{-0,080}_{-0,095}$			
VIII	Втулка	$50^{+0,027}_0$	0,050...0,112	0,20	0,40
	Фланець паливного насосу	$50^{+0,050}_{+0,085}$			
IX	Втулка шестерні	$18^{+0,060}_{+0,030}$	0,030...0,072	0,14	0,25
	Палець шестерні	$18^0_{-0,012}$			

X	Втулка проміжної шестерні	$40^{+0,050}_{+0,025}$	0,025...0,075	0,12	0,20
	Палець проміжної шестерні	$40^0_{-0,025}$			
XI	Втулка розподільчого валу	$50^{+0,027}_0$	0,050...0,112	0,17	0,40
	Вал розподільчий	$50^{-0,050}_{-0,085}$			
XII	Корпус масляного насосу	$42,25^{+0,160}_{+0,075}$	0,125...0,245	0,30	0,55
	Шестерня масляного насосу	$42,25^{-0,050}_{-0,085}$			
XIII	Корпус масляного насосу	$28^{+0,060}_0$	0,040...0,130	0,16	0,20
	Шестерня масляного насосу	$28^{-0,040}_{-0,070}$			
XIV	Кришка корпусу ротору	$19^{+0,023}_0$	0,040...0,093	0,12	0,20
	Вісь ротору	$19^{-0,040}_{-0,070}$			
XV	Насадок	$19^{-0,063}_{-0,084}$	0,026...0,080	0,10	0,20
	Вісь ротору	$19^{-0,110}_{-0,143}$			
XVI	Корпус ротору	$18^{+0,019}_0$	0,030...0,074	0,10	0,18
	Вісь ротору	$18^{-0,030}_{-0,055}$			
XVII	Втулка шестерні	$42,2^{+0,050}_0$	0,150...0,235	0,35	0,60
	Вал редуктору	$42,2^{-0,050}_{-0,085}$			
XVIII	Втулка штовхача	$14^{+0,240}_0$	0,120...0,480	0,80	1,0
	Штовхач	$14^{-0,120}_{-0,240}$			
XIX	Втулка спеціальна	$13^{+0,240}_{+0,120}$	0,360...0,600	0,80	1,20
	Плунжер	$13^{-0,240}_{-0,360}$			
XX	Маточина	$28^{+0,045}_0$	0,260...0,340	0,50	0,70
	Вал редуктору	$27,8^{-0,060}_{-0,095}$			