

**Визначення граничних і допустимих розмірів деталей при ремонті
варіаторів комбайнів**

Лисенко С.В. старший викладач, Мартыненко А.Д. к.т.н., доц.
*(Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка)*

В статті викладено методичні основи визначення граничних і допустимих розмірів деталей клинопасових варіаторів при ремонті за умови забезпечення заданої безвідмовності.

Актуальність проблеми. Одним з основних завдань, що потребують вирішення при організації і проведенні ремонту сільськогосподарської техніки, прогнозуванні її технічного стану є визначення допустимих і граничних параметрів деталей та спряжень.

Допустимі при ремонті розміри деталей встановлюються за тим чи іншим критерієм оптимальних допустимих відхилень параметрів спряжень (допустимих спрацювань) з наступним їх перерозподілом між контактуючими поверхнями.

Метою даної роботи є розробка методичних основ визначення оптимальних допустимих спрацювань деталей варіаторів за умови забезпечення заданої безвідмовної роботи.

Викладення основного матеріалу. Враховуючи, що на реальний процес зміни параметрів впливають як конструктивні, так і експлуатаційні фактори, дослідження закономірності спрацювання деталей проводять шляхом мікрометражу деталей при відомому напрацюванні машин в умовах рядової експлуатації. На цій основі складають відповідні рівняння спрацювання залежно від напрацювання.

Функцією, яка апроксимує зміни спрацювання залежно від напрацювання, слід приймати функцію:

$$U_{(t)} = m_v t^\alpha + U_1 \quad (1)$$

де $U_{(t)}$ — середня величина спрацювання;

m_v — середнє значення показника швидкості зміни величини спрацювання;

t — напрацювання;

α — показник степеня;

U_1 — величина припрацювання.

Величина припрацювання істотно не впливає на результати розрахунків, а тому нею, як правило, нехтують. Показник степеня α та середнє значення показника швидкості зміни величини спрацювання m_v , визначають методом найменших квадратів, за результатами обробки мікрометражних даних.

Допустимі при ремонті розміри деталей в спряженнях визначають виходячи з умови забезпечення безвідмовної роботи відремонтованого елемента протягом міжремонтного періоду на основі даних про закономірність спрацювання і граничні розміри деталей.

При капітальному ремонті (вузлів агрегатів) деталі підлягають вибраковуванню або відновленню навіть, коли їх ресурси ще використані неповністю, оскільки подальше використання цих деталей може призвести до відмови відремонтованих об'єктів. Показником, що регламентує необхідність заміни при капітальному ремонті техніки, є оптимальне допустиме відхилення параметра стану елемента (допустиме спрацювання деталі).

Критеріями при визначенні оптимальних допустимих відхилень параметрів (допустимих спрацювань) можуть бути: мінімум питомих витрат на одиницю напрацювання машин, мінімальна імовірність відмови елемента (максимальна безвідмовність), максимальний строк служби елемента та інше[1]. На основі цього приймається рішення про можливість використання деталі без її відновлення (заміни) за умови забезпечення надійної роботи відремонтованого об'єкта у міжремонтний період. Враховуючи це, а також

переваги і недоліки того чи іншого критерію [1-3]. встановлено, що оптимальні допустимі при ремонті параметри технічного стану (допустимі спрацювання) визначаються за умови забезпечення максимальної безвідмовності відремонтованого елемента у міжремонтний період.

На підставі проведених досліджень та враховуючи відомі залежності [1], цільова функція оптимізації допустимих спрацювань за критерієм забезпечення заданої безвідмовності відремонтованого вузла у міжремонтний період матиме вигляд

$$q(U_d) = \min \left[\frac{Q(U_d)t_M}{t_\Phi(U_d)} \right], \quad 0 \leq U_d \leq U_\Gamma, \quad (2)$$

де $q(U_d)$ — імовірність безвідмовної роботи елемента;

$Q(U_d)$ — імовірність відмови елемента на строк його служби залежно від допустимого спрацювання;

t_M — міжремонтне напрацювання;

$t_\Phi(U_d)$ — середній ресурс елемента, який фактично використовується, залежно від допустимого спрацювання;

U_d, U_Γ — допустиме та граничне спрацювання елемента.

При розв'язанні задачі приймається, що постановка машин на ремонт здійснюється через визначені значення напрацювання, а граничні відхилення є постійною величиною.

Із зменшенням допустимого значення параметра величина імовірності відмови зменшується значно швидше ніж середній ресурс. Тому максимальна імовірність безвідмовної роботи матиме місце при мінімальному значенні імовірності відмови.

При лінійній зміні параметра елемента і нормальному законі розподілу його ресурсу рівняння для визначення імовірності відмови має вигляд

$$Q(D_o) = \sum_{i=1}^{n_i} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{D_o}^i e^{-\frac{(t-T_0)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

де i — порядковий номер міжконтрольного періоду, перед яким визначаються параметри технічного стану деталей;

t — величина напрацювання

$$D_0 = \frac{U_D}{U_r}; \quad T_0 = \frac{T_{cp}}{t_M},$$

де T_{cp} — середній арифметичний ресурс елемента.

Для визначення імовірності відмови при степеневій функції зміна параметра, що має місце у нашому випадку, скористаємося формулою переводу

$$D_0 = \left(\frac{U_D}{U_r} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$$

і способом вирахування рівняння (3) через інтеграл імовірності [4].

Будемо мати

$$Q(D_0) = \left[\Phi \left(\frac{i - T_0}{\sigma} \right) - \Phi \left(\frac{\frac{i-1}{1/\alpha} T_0}{\sigma} \right) \right], \quad (4)$$

де $Q(D_0)$ — імовірність відмови елемента;

Φ — нормальна функція розподілу ресурсу елемента.

Мінімальне значення імовірності відмови за термін служби деталей буде у тому разі, коли після першого капітального ремонту в другому між контрольному періоді ($i = 2$) відмов відремонтованого елемента не буде, тобто $Q_2(D_0) = 0$. Тоді

$$\frac{2 - T_0}{\sigma} = \frac{D_0^{\frac{i-1}{1/\alpha}} T_0}{\sigma}, \quad (5)$$

$$\text{або} \quad D_0 = 0,5^\alpha \quad (6)$$

Допустиме відхилення параметра (допустиме спрацювання) при цьому буде

$$U_D = 0,5^\alpha U_r \quad (7)$$

На підставі даних про величину показника α наведено допустимі спрацювання спряжень у частках від граничного їх значення [3].

Таблиця 1

Тип спряження	Допустиме спрацювання спряження
Нерухоме за рахунок тертя або допоміжних деталей спряження циліндричних, плоских, шліцьових, зубчастих поверхонь	$U_d = (0,47 - 0,54)U_r$
Рухоме з зворотно-поступальним тертям ковзання спряження циліндричних поверхонь	$U_d = (0,20 - 0,27)U_r$
Рухоме з тертям кочення з проковзуванням спряження зубчастих циліндричних поверхонь	$U_d = (0,20 - 0,43)U_r$

Граничне відхилення параметра (граничне спрацювання) визначається з використанням відомих методик [2].

При *рівномірному спрацюванні* протилежних поверхонь граничне спрацювання визначається по формулі:

$$U_r = (0.5 \dots 0.6)k_{гр}T_i \quad (8)$$

де $k_{гр}$ - опитно – статистичний коефіцієнт граничного спрацювання типового з'єднання деталей;

T_i – допуск на розмір.

а при *односторонньому спрацюванні* – по формулі

$$U_r = k_{гр}T_i \quad (9)$$

При *нерівномірному спрацюванні* протилежних поверхонь з урахуванням степені нерівномірності граничне спрацювання визначається по формулі

$$U_{гр} = (0.7 \dots 0.9)k_{гр}T_i \quad (10)$$

Для визначення коефіцієнта граничного спрацювання спочатку визначають тип з'єднання відновлюваних деталей і відповідальність його одному з указаних типових з'єднань (таблиці 3) [2]. Потім визначають допуск посадок в з'єднанні відновлюваної деталі, тобто суму допусків контактуючих поверхонь. Граничне спрацювання робочих поверхонь деталей розраховують по одній із формул (8 - 10).

Чим точніше задане типове з'єднання деталей, тим менше по абсолютній величині граничне спрацювання, тим більше коефіцієнт граничного спрацювання і навпаки.

Виходячи з допустимих спрацювань типових спряжень визначають допустимі спрацювання контактуючих поверхонь деталей.

Перерозподіл величини спрацювання спряжень між деталями проводиться на основі даних про їх стійкість проти спрацювання (співвідношення спрацювання спряжених поверхонь), а при відсутності таких даних — шляхом розрахунків.

З існуючих розрахункових способів найбільш простим і логічним є розподіл допустимого спрацювання спряження прямо пропорційно допускам на розміри контактуючих поверхонь деталей.

У такому разі допустимі спрацювання деталей визначають за формулами

$$U_{dd} = U_d \frac{T_d}{T_d + T_D}, \quad (11)$$

$$U_{dD} = U_d \frac{T_D}{T_d + T_D}, \quad (12)$$

де U_{dd} — допустиме спрацювання вала;

U_{dD} - допустиме спрацювання отвору;

T_d, T_D - допуск на розмір відповідно вала і отвору.

Допуски на розмір деталей приймають за робочими кресленнями.

Оптимальні за прийнятим критерієм допустимі при ремонті значення розмірів деталей визначають за формулою:

$$P_d = P_n \pm U_{dd} \quad (13)$$

де P_d - — допустимий при ремонті розмір;

P_n — номінальний розмір деталі;

U_{dd} — допустиме спрацювання деталі.

Номінальні розміри деталей приймаються згідно з робочими кресленнями, а допустимі спрацювання визначають за формулами (11), (12).

Висновки. Розроблено методичні основи визначення оптимальних

граничних і допустимих спрацювань деталей варіаторів за умови забезпечення заданої безвідмовної роботи.

Список літератури:

1. Михлин В.М. Прогнозирование технического состояния машин. М. Колос. 1976.
2. Методические указания по определению предельных и допустимых износосов деталей и их соединений. 1988. М. ГОСНИТИ.
3. Молодик М.В. Ковальчук В.І. Бондаренко Г.П. Методичні основи визначення граничних і допустимих розмірів деталей при ремонті.// Вісник аграрної науки, - 2001, №3.

Аннотация

Определение предельных и допустимых размеров деталей при ремонте вариаторов комбайнов

Лысенко С.В.

В статье изложены методические основы определения предельных и допустимых размеров деталей клиноременных вариаторов при ремонте при условии обеспечения заданной безотказности.

Abstrakt

Determination of maximum and possible sizes of details at repair of variatorov of combines

Lysenko S.V.

In the article methodical bases of determination of maximum and possible sizes of details of variatoriv are expounded at repair on condition of providing of set faultlessness.