

КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедри надійності техніки

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**«Дослідження ремонтного фонду деталей машин**  
**які надходять в ремонт»**

Київ - 2014

УДК 631.173.4:631.3

Викладено методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Надійність технічних систем обладнання лісового комплексу”

Рекомендовано Вченою радою факультету конструювання та дизайну машин і систем природокористування Національного університету біоресурсів та природокористування України.

Укладачі: Бойко А.І., Новицький А.В., Ружило З.В., Сиволапов В.А., Банний О.О., Морозовська З.А.

Рецензенти: Мельник В.І., В.Б. Онищенко

Навчальне видання  
**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до виконання лабораторної роботи:  
**«Дослідження ремонтного фонду деталей машин які надходять в ремонт»**  
для студентів  
з дисциплін «Надійність сільськогосподарських машин»  
та «Надійність та ремонт машин»

для студентів, які навчаються за напрямком підготовки  
6.100102 – «Процеси машини та обладнання агропромислового  
виробництва»,  
6.050503 – «Машинобудування»

Укладачі: БОЙКО Анатолій Іванович,  
НОВИЦЬКИЙ Андрій Валентинович,  
РУЖИЛО Зіновій Володимирович,  
СИВОЛАПОВ Володимир Анатолійович,  
БАННИЙ Олександр Олександрович,  
МОРОЗОВСЬКА Зоя Анатоліївна.

Зав. Видавничим центром НУБіП України А.П.Колесніков  
Видання здійснено за авторським редагуванням

Підписано до друку 29.09.14.

Ум. друк. арк. 1.

Наклад 50 пр.

Формат 60x84 1/16.

Обл.-вид.арк.1,1

Зам. № 2635.

Видавничий центр НУБіП України.  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041  
Тел. 527-80-49.

## **Знання та практичні навички, необхідні студенту для виконання даної роботи:**

Приставаючи до виконання даної роботи, студент повинен:

1. Знати:

1.1. Методику дослідження ушкоджень деталей машин, що надходять в ремонт [1].

1.2. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики [2,3,4]

1.3. Зміст і порядок виконання даної роботи (Див. методичні вказівки).

2. Уміти.

2.1. Визначати види пошкоджень деталей

2.2. Оцінювати ступінь пошкодження деталей.

2.3. Обробляти експериментальні дані (результати мікрометражу) методами математичної статистики.

### **Завдання на виконання роботи:**

1. За рахунок годин відведених на самостійну роботу пропрацювати рекомендовану літературу [1], ст. 35 ... 48, [2] ст. 1...10, ст. 72 ... 91, [4] 136...139.

2. Вивчити дані методичні вказівки і освоїти техніку розрахунку показників технічного стану деталей і їх несучих поверхонь що знаходяться в контрольному прикладі інформації.

3. Виконати індивідуальне завдання згідно з вихідними даними, наведеними в додатку 1. (табл. 1 і 1а, 2 і 2а).

### ***Література***

1. Масино М.А. Організація відновлення автомобільних деталей. М., Транспорт, 1981.

2. РТМ 44-62. Методика статистичної обробки емпіричних даних. Вид-во стандартів, 1966.

3. Основи надійності сільськогосподарської техніки. М., Колос, 1982.

4. Селіванов А.І., Артем'єв Ю.М. Теоретичні основи ремонту та надійності сільськогосподарської техніки. М., Колос, 1978.

**Мета роботи** - оволодіти методикою досліджень і систематизувати дані про пошкодження деталей машин, що надходять в ремонт.

Загальна методика досліджень ремонтного фонду деталей машин. Забезпечення працездатності машинно-тракторного парку немислимо без отримання достовірної інформації про технічний стан деталей машин, що надходять в ремонт.

Така інформація використовується для розробки й уточнення норм витрати запасних частин, визначення обсягів виготовлення нових і відновлення бувших в експлуатації деталей, проектування технологічних процесів їх відновлення, визначення потреби ремонтних підприємств в робочих виробничих площах, обладнанні, ремонтних матеріалах та ін. Технічний стан деталей машин, що надходять в ремонт, оцінюється коефіцієнтами їх придатності ( $K_n$ ), відновлення ( $K_v$ ) і змінюваності ( $K_z$ ). Ці коефіцієнти характеризують яка кількість деталей із числа тих що надійшли в ремонт, виявляться придатними до подальшої роботи, потребують відновлення і заміни.

У переважній більшості деталі, що вимагають відновлення, виходять з ладу внаслідок пошкодження однієї або декількох їх несучих поверхонь. Тому необхідно розташовувати кількісними показниками що характеризують ступінь пошкодження їх несучих поверхонь. Пошкодження деталей машини відносяться до категорії випадкових величин. Величина пошкодження несучих поверхонь деталей змінюється в широких межах. Тому ступінь пошкодження несучих поверхонь деталей машин, що надходять в ремонт, оцінюється методами теорії ймовірностей і математичної статистики. Внаслідок цього для оцінки технічного стану несучої поверхні деталей використовують наступні статистичні характеристики:

- розмах (межі розсіювання) пошкодження, ( $R$ );
- середнє значення пошкодження, ( $\delta$ );
- середнє квадратичне відхилення ушкодження ( $\sigma$ );
- теоретичний закон розподілу пошкодження ( $TЗР$ );

- ймовірнісні коефіцієнти придатності ( $P_2$ );
- відновлюваності ( $P_6$ ) несучих поверхонь і деталей в цілому.

Показники, що характеризують технічний стан деталей та їх несучих поверхонь визначають шляхом проведення спеціальних досліджень. Дослідження проводяться в наступному порядку:

1. На деталі машин, що надходять в ремонт, складаються паспорта. У паспорті наводяться дані про назву і номер деталі по каталогу, її призначення до тієї чи іншої машини, матеріал, масу, ціну і кількість на 1-шу машину. Ці дані заповнюються на підставі відомостей про деталі, котрі знаходяться в технічній документації:

- робочі креслення деталей (розробляються конструкторськими бюро заводів-виготовлювачів);
- каталог деталей і складальних одиниць заданих марок машин (розробляються конструкторськими бюро заводів-виготовлювачів);
- прейскурант оптових цін на запасні частини (видається Державним комітетом України по цінах);
- норми витрати запасних частин на ремонт заданих марок машин (розробляється ГОСНИТИ).

Ескіз деталі, види, способи і засоби виявлення пошкоджень, креслярські і допустимі при ремонті розміри їх несучих поверхонь беруться з технічних вимог на ремонт заданих марок машин (видаються ГОСНИТИ).

2. Потім обстеження піддаються не менше 50 деталей машин, що надходять в ремонт.

Основними видами пошкоджень деталей машин є:

- знос їх несучих поверхонь (77 ... 81%);
- спотворення розмірів і форми внаслідок деформації (10...13%);
- порушення цілісності та суцільності (9-10 %).

Види ушкоджень несучих поверхонь деталей встановлюються згідно з технічними вимогами на ремонт заданих машин і уточнюються в процесі їх

обстеження. Види пошкоджень несучих поверхонь деталей, способи і засоби для їх виявлення заносяться в паспорт (табл.1).

Величина зносу (деформації) визначається шляхом мікрометражу деталей, а суцільність і цілісність контролюються методами дефектоскопії, опресування або зовнішнім оглядом. При мікрометражі несучі поверхні деталей піддаються вимірюванню. Величина їх зносу ( $\delta$ ) визначається як розбіжністю  $\delta = d_n - d_u$  для вала і  $\delta = d_u - d_n$  - отвору, де  $d_n$  - початковий і  $d_u$  - зношений їх діаметри. Виявлені тріщини, злами, вибоїни та ін. руйнування виявляються найчастіше оглядом і враховуються за альтернативним признакам (так, ні).

Результати вимірювань заносяться в паспорт (табл.2).

3 Обробка і систематизація отриманих експериментальних даних здійснюється наступним чином:

3.1. Відповідно за допустимими при ремонті розмірами (значеннями пошкоджень) по кожній з несучих поверхонь і деталей в цілому робиться висновок про їх технічний стан.

Несучі поверхні деталей придатні до подальшої експлуатації без ремонту позначаються буквою "П", що вимагають відновлення - "В" і підлягають вибракуванню - "Б".

На підставі обстеження поверхонь робиться заключення про деталі в цілому. За висновками про деталі в цілому по буквах "В" і "Б" вказуються номери пошкоджень, за якими їх несучі поверхні вимагають відновлення або вибракування.

За результатами висновків розраховуються коефіцієнти придатності ( $K_n$ ), відновлюваності ( $K_e$ ) і змінюваності ( $K_s$ ) деталей.

$$\hat{E}_{\bar{a}} = \frac{n_{\bar{a}}}{N} \quad (1)$$

$$\hat{E}_A = \frac{n_{\hat{a}}}{N} \quad (2)$$

$$\hat{E}_{\bar{N}} = \frac{n_{\bar{n}}}{N} \quad (3)$$

де  $n_n, n_g, n_z$  - кількість однакових досліджень деталей які придатні до подальшої експлуатації без ремонту, що потребують відновлення та заміни, шт.

Статистики розподілу характеризують ступінь несправності несучих поверхонь деталей визначають за формулами.

Розмах розсіювання:

$$R = \delta_{min} \dots \delta_{max} \quad (4)$$

де  $\delta_{min} \dots \delta_{max}$  - найбільше та найменше значення пошкодження  $i$  несучої поверхні заданої деталі.

Середнє значення пошкодження:

$$\bar{\delta} = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n}{N} \quad (5)$$

де  $\delta_1, \delta_2 \dots \delta_n$  - величина пошкодження  $i$  несучої поверхні заданої деталі.

$N$  - загальна кількість обстежених деталей

Середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\delta_i - \bar{\delta})^2}{N}} \quad (6)$$

де  $\delta_i$  - значення  $i$ -го показника пошкодження несучої поверхні заданої деталі.

Середнє значення і середнє квадратичне відхилення пошкодження при  $N > 25$  рекомендується визначати методом моментів [2] або суми [4].

Коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{\delta}} \quad (7)$$

Теоретичний закон розподілу. Пошкодження несучих поверхонь деталей машин найчастіше підпорядковуються закону нормального (ЗНР) і

закону розподілу Вейбулла (ЗРВ). Закон розподілу вибирають по величині коефіцієнта варіації.

Якщо  $V < 0,30$ , то вибирають ЗНР, а при  $V > 0,5$  - ЗРВ.

Якщо  $V$  знаходиться в інтервалі  $V = 0,3 \dots 0,5$ , то по критеріям згоди вибирають той закон, який забезпечує кращі збіги з досвідченою інформацією [4]. Після визначення  $\bar{\delta}$ ,  $\sigma$  і ТЗВ розраховуються ймовірнісні коефіцієнти придатності ( $P_{\Pi}$ ) і відновлюваності ( $P_B$ ) несучих поверхонь деталей. Ймовірності придатності і відновлюваності деталей розглядаються як несумісні події

$$P_{\Pi} + P_B = 1$$

Визначення чисельних значень  $P_{\Pi}$  і для несучих поверхонь деталей здійснюється за допомогою нормованої (вираженої в частках) функції Лапласа [1], яка дозволяє визначити ймовірність знаходження в будь-якому інтервалі випадкової величини, що підкоряється ЗНР. Доведена можливість її використання і для ЗРВ [1].

Функція має вигляд:

$$P_i(z_1 \leq z \leq z_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{z_2} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (8)$$

де

$$z_1 = \frac{x_1 - \bar{x}}{\sigma} \quad z_2 = \frac{x_2 - \bar{x}}{\sigma} \quad z_3 = \frac{x_3 - \bar{x}}{\sigma}$$

У формулі (13)  $X_1$  і  $X_2$  найменший і найбільший допустимі при ремонті розміри несучих поверхонь деталей,  $\bar{X}$  - середня арифметична величина розміру зношеної поверхні,  $\sigma$  - середньоквадратичне відхилення. Для безпосередніх розрахунків залежність (8) зручно застосувати в наступному вигляді:

$$P_i(z_1 \leq z \leq z_2) = \hat{O}_0(z_2) - \hat{O}_0(z_1) = \hat{O}_0\left(\frac{x_2 - \bar{x}}{\sigma}\right) - \hat{O}_0\left(\frac{x_1 - \bar{x}}{\sigma}\right) \quad (9)$$



Чисельні значення  $\Phi_0(z)$  табульовані і приводяться в курсі теорії ймовірностей, а також РТМ 44-62. (В методичних вказівках значення  $\Phi_0(z)$  представлені в додатку). Результати обробки експериментальних даних заносяться в спеціальну таблицю. За результатами дослідження складаються висновки, в якому дається їх аналіз. Методику дослідження ремонту деталей проілюструємо на вирішенні конкретного прикладу.

Приклад. Визначити коефіцієнт придатності ( $K_n$ ), відновлюваності ( $K_\theta$ ) і змінюваності ( $K_z$ ) такту опорних тракторів Т-150, що надходять на капітальний ремонт, і статистики розподілу ушкоджень їх несучих поверхонь ( $R, \bar{\delta}, \sigma, TЗР, P_T, P_B$ ).

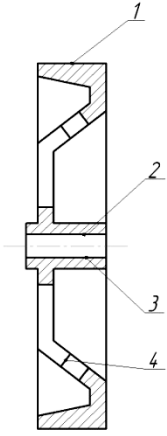
1. Розробляємо паспорт на каток опорний (табл.1). Загальні відомості про каток і види пошкодження його несучих поверхонь заповнюються з технічної документації.

1.1. Прейскурант №27-08. Оптові ціни на запасні частини до тракторів. М. Прейскурант вид., 1981.

1.2. Технічні вимоги на ремонт тракторів Т-150. М., ГОСНИТИ, 1973.

Паспорт опорного котка трактора Т-150. Номер по каталогу 150.31.014-1, матеріал Ст. 45, маса 20,462 кг, на 1 машину 16 шт.

Таблиця 1

|  | № п/п | Вид пошкоджень                | Розміри, мм            |                       | Способи і засоби виявлення                    |
|---|-------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|---|
|   |       |                               | по кресленню           | допустимі при ремонті |   |
|   | 1     | Знос обода котка (по товщині) | $20^{+2}_{-1}$         | 15,0                  | Мікрометраж<br>Штангенциркуль 125             |
|   | 2     | Знос поверхні під вісь котка  | $42^{+0,027}$          | 42,08                 | Мікрометраж<br>Нутромір<br>індикаторний 35-50 |
|   | 3     | Знос пазу під шпонку          | $10^{+0,075}_{+0,020}$ | 10,08                 | Мікрометраж<br>Штангенциркуль 125             |
|   | 4     | Тріщини і зломи               | Не допускається        |                       | Зовнішній огляд                               |

Таблиця 2

## Вихідні дані про пошкодження опорного котка

| №<br>п/п | Вид (номер) і величина ( $\delta$ ) пошкодження, значення контролюючого параметра в місцях виміру |      |      |      |          |          |        |          |                |                |          |                  |          |    |    |    |         |
|----------|---|------|------|------|----------|----------|--------|----------|----------------|----------------|----------|------------------|----------|----|----|----|---------|
|          | 1 =15,0   |      |      |      |          | 2 =42,03 |        |          | 3 =10,08       |                |          | 4                | Висновок |    |    |    |         |
|          | А   | В    | А    | В    | $\delta$ | А-А      | В-В    | $\delta$ | А <sub>1</sub> | А <sub>2</sub> | $\delta$ | Так(+)<br>Ні (-) | 1        | 2  | 3  | 4  |         |
| 1        | 2   | 3    | 4    | 5    | 6        | 7        | 8      | 9        | 10             | 11             | 12       | 13               | 14       | 15 | 16 | 17 | 18      |
| 1        | 11,3  | 12,3 | 12,1 | 12,1 | 8,6      | 42,49    | 42,5*  | 0,51     | 10,65          | 10,71*         | 0,66     | +                | В        | В  | В  | Б  | Б       |
| 2        | 13,5  | 13,4 | 13,2 | 13,0 | 7,5      | 42,24    | 42,47* | 0,26     | 10,53*         | 10,48          | 0,48     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 3        | 14,5  | 14,2 | 14,3 | 14,6 | 6,3      | 42,17    | 42,25* | 0,24     | 10,33          | 10,38          | 0,33     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 4        | 17,1  | 17,3 | 17,3 | 17,5 | 3,4      | 42,07*   | 42,06  | 0,06     | 10,09          | 10,11*         | 0,06     | -                | П        | П  | П  | П  | П       |
| 5        | 16,1  | 16,2 | 15,9 | 16,0 | 4,6      | 42,16    | 42,20* | 0,19     | 10,13          | 10,15*         | 0,10     | -                | П        | В  | П  | П  | В 1     |
| 6        | 10,3  | 0,0  | 10,1 | 10,2 | 11,5     | 42,70    | 42,73* | 0,72     | 10,93*         | 10,97*         | 0,12     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 7        | 11,4  | 11,3 | 11,5 | 11,6 | 9,2      | 42,36    | 42,39* | 0,08     | 11,01          | 11,07*         | 1,02     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 8        | 18,0  | 18,3 | 18,0 | 17,9 | 2,6      | 42,05    | 42,03  | 0,04     | 10,09*         | 10,12          | 0,07     | -                | П        | П  | П  | П  | П       |
| 9        | 15,9  | 15,8 | 15,6 | 15,7 | 4,9      | 42,08    | 42,07  | 0,07     | 10,48*         | 10,48          | 0,43     | -                | П        | П  | В  | П  | В 1     |
| 10       | 14,0  | 1,3  | 14,1 | 13,9 | 6,6      | 42,09    | 42,17* | 0,16     | 10,65          | 10,86*         | 0,81     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 11       | 16,2  | 16,3 | 16,4 | 16,3 | 4,3      | 42,08*   | 42,06  | 0,07     | 10,27          | 10,31*         | 0,26     | -                | П        | П  | В  | П  | В 3     |
| 12       | 17,7  | 17,5 | 17,6 | 17,8 | 3,0      | 42,06*   | 42,05  | 0,5      | 10,25          | 10,29*         | 0,24     | -                | П        | П  | В  | П  | В 3     |
| 13       | 17,7  | 17,9 | 17,7 | 17,6 | 2,9      | 42,04    | 42,03  | 0,03     | 10,05          | 10,07*         | 0,02     | -                | П        | П  | П  | П  | П       |
| 14       | 12,0  | 12,2 | 11,9 | 12,1 | 3,6      | 42,71*   | 42,69  | 0,70     | 11,05          | 11,05*         | 1,00     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 15       | 13,0  | 12,9 | 13,1 | 13,1 | 7,6      | 42,61*   | 42,60  | 0,60     | 11,53          | 10,59          | 0,54     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 16       | 18,9  | 19,0 | 19,0 | 18,8 | 1,7      | 42,16    | 42,17* | 0,16     | 10,25          | 10,28*         | 0,23     | -                | П        | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 17       | 17,7  | 17,7 | 18,0 | 17,6 | 2,9      | 42,19    | 42,21* | 0,20     | 10,39*         | 10,37          | 0,34     | -                | П        | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 18       | 14,7  | 15,0 | 15,1 | 15,1 | 5,8      | 42,33    | 42,33* | 1,32     | 10,55*         | 10,50          | 0,50     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 19       | 14,4  | 14,3 | 14,5 | 14,5 | 6,2      | 42,45    | 42,46* | 0,45     | 10,69          | 10,71*         | 0,65     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 20       | 14,6  | 14,3 | 14,1 | 14,2 | 6,4      | 42,53    | 42,55* | 0,54     | 10,85          | 10,86          | 0,81     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 21       | 10,1  | 10,4 | 10,5 | 10,7 | 10,4     | 42,58    | 42,59* | 0,58     | 10,89*         | 10,87          | 0,84     | +                | В        | В  | В  | Б  | Б       |
| 22       | 13,5  | 13,3 | 13,4 | 13,2 | 7,3      | 42,39    | 42,41* | 0,40     | 10,71          | 10,72*         | 0,67     | -                | В        | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 23       | 13,1  | 12,6 | 13,2 | 12,9 | 7,9      | 42,48    | 42,49* | 0,48     | 10,73*         | 10,72          | 0,66     | -                | В        | В  | В  |    | В 1,2,3 |

## Продовження таблиці 2

| 1  | 2    | 3     | 4     | 5     | 6   | 7      | 8      | 9    | 10     | 11     | 12   | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18      |
|----|------|-------|-------|-------|-----|--------|--------|------|--------|--------|------|----|----|----|----|----|---------|
| 24 | 15,3 | 15,2  | 15,4  | 15,4  | 5,3 | 42,20  | 42,25* | 0,24 | 10,57* | 10,56  | 0,52 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 25 | 15,0 | 15,1  | 14,9  | 14,6  | 5,9 | 42,19  | 42,25* | 0,24 | 10,54* | 10,49  | 0,49 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 26 | 12,5 | 12,6  | 12,4  | 12,5  | 8,1 | 42,43  | 42,50* | 0,49 | 10,74  | 10,75* | 0,70 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 27 | 15,1 | 15,2  | 15,0  | 15,2  | 5,5 | 42,30  | 42,31* | 0,30 | 10,59  | 10,61* | 0,56 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 28 | 14,5 | 14,3  | 14,2  | 14,1  | 6,4 | 42,40  | 42,42* | 0,41 | 10,73  | 10,75* | 0,70 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 29 | 14,8 | 14,9  | 15,0  | 15,0  | 5,7 | 42,21* | 42,19  | 0,20 | 10,69  | 10,72* | 0,67 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 30 | 14,5 | 14,6  | 14,4  | 14,6  | 6,1 | 42,30* | 42,28  | 0,29 | 10,53* | 10,50  | 0,48 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 31 | 16,3 | 16,2  | 16,3  | 16,5  | 4,3 | 42,25  | 42,27* | 0,26 | 10,25  | 10,29* | 0,25 | -  | П  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 32 | 13,6 | 13,7  | 13,9  | 13,8  | 6,9 | 42,38  | 42,41* | 0,40 | 10,89  | 10,91  | 0,86 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 33 | 13,4 | 13,3  | 13,4  | 13,6  | 7,2 | 42,49  | 42,51* | 0,50 | 10,89  | 11,09  | 1,05 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 34 | 16,1 | 16,0  | 15,9* | 16,0  | 4,6 | 42,25  | 42,25* | 0,24 | 10,47  | 10,49* | 0,45 | -  | П  | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 35 | 16,0 | 15,6* | 15,7  | 15,8  | 4,9 | 42,17* | 42,15  | 0,16 | 10,39  | 10,44* | 0,39 | -  | П  | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 36 | 17,1 | 17,0  | 16,8  | 16,7* | 3,8 | 42,30  | 42,31* | 0,30 | 10,56  | 10,59* | 0,54 | -  | П  | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 37 | 14,9 | 14,5  | 14,9  | 14,7  | 6,0 | 42,59  | 42,60* | 0,59 | 10,79* | 10,68  | 0,74 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 38 | 13,6 | 13,9  | 13,7  | 13,8  | 5,9 | 42,40  | 42,41* | 0,40 | 10,66* | 10,54  | 0,61 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 39 | 14,7 | 14,4  | 14,5  | 14,5  | 6,1 | 42,39  | 42,42* | 0,41 | 10,69* | 10,61  | 0,64 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 40 | 12,9 | 12,9  | 12,7* | 12,9  | 7,8 | 42,50  | 42,52* | 0,51 | 10,91  | 10,95* | 0,90 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 41 | 17,0 | 17,0  | 16,9* | 17,2  | 3,6 | 42,20  | 42,22* | 0,21 | 10,12  | 10,15* | 0,10 | -  | П  | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 42 | 15,8 | 15,6  | 15,7  | 15,7  | 4,9 | 42,30* | 42,25  | 0,29 | 10,37* | 10,35  | 0,32 | -  | П  | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 43 | 16,2 | 16,5  | 16,5  | 16,4  | 4,3 | 42,19  | 42,21* | 0,20 | 10,49* | 10,45  | 0,44 | -  | П  | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 44 | 11,9 | 11,6  | 12,0  | 12,1  | 8,9 | 42,46  | 42,49* | 0,48 | 11,05  | 11,07* | 1,02 | +  | В  | В  | В  | Б  | Б       |
| 45 | 11,3 | 11,3  | 11,4  | 11,1* | 9,4 | 42,60* | 42,59  | 0,59 | 10,99  | 11,04  | 0,99 | +  | В  | В  | В  | В  | Б       |
| 46 | 16,9 | 17,0  | 16,8* | 17,0  | 3,7 | 42,19  | 42,20* | 0,19 | 10,45* | 10,45  | 0,40 | -  | П  | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 47 | 12,9 | 12,8  | 12,7  | 12,6* | 7,9 | 42,40  | 42,41* | 0,40 | 10,69  | 10,75* | 0,70 | -  | В  | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 48 | 15,5 | 15,4  | 15,5  | 15,7  | 5,1 | 42,29  | 42,31* | 0,30 | 10,55  | 10,57* | 0,52 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |
| 49 | 16,4 | 16,9  | 16,5  | 16,5  | 4,1 | 42,19  | 42,22  | 0,21 | 10,29  | 10,35* | 0,30 | -  | П  | В  | В  | П  | В 2,3   |
| 50 | 15,3 | 15,3  | 15,2* | 15,5  | 5,3 | 42,37  | 42,41* | 0,40 | 0,49   | 0,53*  | 0,48 | -  | В  | В  | В  | П  | В 1,2,3 |

Обстеження піддаються 50 опорних катків тракторів Т-150, що надійшли на капітальний ремонт в Бориспільське РТП Київської області.

Для визначення зносу несучих поверхонь катки піддаються мікрометражу.

Величина зносу обода котка ( $\delta$ ) визначається як різниця між його середньої за кресленням ( $\overline{X_{\hat{E}}}$ ) і найменшою (зношеною) товщинами  $\delta = X_{\hat{E}} - \tilde{O}_{\zeta}$ , а поверхні під вісь і пази під шпонку - зношеним ( $X_3$ ) і середнім креслярським ( $\overline{X_{\hat{E}}}$ ) їх розмірами  $\delta = \tilde{O}_{\zeta} - \overline{X_{\hat{E}}}$ .

Товщина обода контролюється в точках  $A$ ,  $B$ ,  $B$  і  $A$  штангенциркулем, діаметр отвору під вісь котка - в площинах  $A-A$  і  $B-B$  - нутромірним, ширина паза з 2-х його сторін (зовнішньої і внутрішньої) штангенциркулем. В якості середніх розмірів креслень приймаються [5]:

- товщина обода котка  $\tilde{O}_{\hat{E}} = 20^{+2}_{-1}$  звідки

$$\overline{\tilde{O}_{\hat{E}}} = \frac{22 + 19}{2} = 20,50 \text{ мм}$$

- діаметр під вісь котка  $d_{\times} = 42^{+0.027}$

$$\overline{d_{\hat{E}}} = \frac{42.0 + 42.027}{2} = 42.0135 \text{ мм} = 42.01$$

- ширина шпоночно паза  $h_{\hat{E}} = 10^{+0.075}_{+0.020}$

$$\overline{h_{\hat{E}}} = \frac{10,075 + 10,020}{2} = 10,0475 = 10,05 \text{ мм}$$

Тріщини і злами на спицях і ободах виявляються зовнішнім оглядом. Їх наявність враховується по альтернативному признаку так (+), ні (-).

Результати вимірювань отримані в процесі обслідування заносяться в табл. 2.

3. Обробка отриманих даних здійснюється в наступній послідовності:

3.1. За результатами вимірювань визначається ступінь пошкодження несучих поверхонь катків. Величина зносу обода котка розраховується як

різниця між його середньої креслярської ( $\overline{X_{\hat{e}}} = 20,5$  мм) і найбільш зношеною товщиною ( $X_{min}$ ), отвори під вісь котка - найбільш зношеним ( $d_{max}$ ) і середніми креслярськими розмірами його діаметрів ( $d_K = 42,013$  мм), а пазу під шпонку - найбільш зношеної ( $h_{max}$ ) і середньої креслярської ( $h = 10,047$  мм) його шириною. (Найбільш зношені поверхні в місцях виміру позначаються - \*) Значення пошкоджень заносяться в графу "δ"

3.2. На підставі зіставлення допустимих при ремонті і фактичних (зношених) розмірів несучих поверхонь робиться висновок про їх технічний стан, а потім і деталей в цілому (див. табл.2)

За результатом укладання розраховуються коефіцієнти придатності ( $K_n$ ), відновлюваності ( $K_e$ ) і змінюваності ( $K_s$ ) деталей.

$$\hat{E}_{\hat{a}} = \frac{3}{50} = 0,06 \quad n_z = 3 \quad N = 50$$

$$\hat{E}_{\hat{a}} = \frac{43}{50} = 0,86 \quad n_e = 43$$

$$\hat{E}_{\hat{n}} = \frac{4}{50} = 0,08 \quad n_c = 4$$

3.3. Розмах коливання пошкодження ( $R$ )  $i$ -ої поверхні визначаємо як інтервал між його мінімальним ( $\delta_{min}$ ) і максимальним ( $\delta_{max}$ ) значеннями

$$R = \delta_{min} \dots \delta_{max} \quad (4)$$

Величина  $R$  для ушкоджень котка становить:

- знос обода  $R = 1,7 \dots 11,5$  мм
- знос отвору під вісь котка  $R = 0,03 \dots 0,72$  мм
- знос паза під шпонку  $R = 0,05 \dots 1,17$  мм

3.4. Статистика розподілу пошкоджень несучих поверхонь ковзанок визначаємо методом сум [4]. Для цього будуюмо їх статистичні ряди. Розглянемо методику побудови статистичного ряду на прикладі зносу обода котка (по товщині).

3.4.1. Для  $N = 50$  розраховуємо кількість інтервалів статистичного ряду ( $n$ )

$$n = \sqrt{N} (10)$$

$$n = \sqrt{50} \approx 7$$

3.4.2. Визначаємо величину одного інтервалу ( $A$ )

$$A = \frac{\delta_{\max} - \delta_{\min}}{n}$$

де  $\delta_{\max}$  і  $\delta_{\min}$  - максимальна і мінімальна величини зносу обода котка, мм.

Для зносу обода котка по товщині

$$A = \frac{11,5 - 1,7}{7} = 1,4 \text{ мм}$$

3.4.3. Фактичні значення зносів обода ковзанок ( $\delta_i$ ) розносимо по відповідним інтервалам і підраховуємо їх частоти ( $m_i$ ). Табл. 2а. Якщо величина зносу обода котка потрапляє на межу між інтервалами, то в попередній і наступні інтервали вносять по 0,5 точки. За частотам  $m_i$  будемо полігон і гістограму зносів ободів ковзанок (Рис. 1).

Таблиця 2а

Статистичний ряд інформації про знос обода катків, котрі поступили на контроль і сортування

| Інтервали,<br>мм | Середина<br>інтервалу,<br>мм | Частоти в<br>умовних<br>позначеннях      | В цифрах | $K_1 = 43,5$ | $K_2 = 23$ |
|------------------|------------------------------|--|----------|--------------|------------|
| 1,7 ... 3,1      | 2,4                          | •••••                                    | 5        | 5            | 5          |
| 3,1 ... 4,5      | 3,8                          | ••••••••                                 | 8        | 13           | 18         |
| 4,5 ... 5,9      | 5,2                          | •••••••••• $\tilde{O}\tilde{O}\tilde{O}$ | 12,5     | 25,5         | -          |
| 5,9 ... 7,3      | 6,6                          | •••••••••• $\tilde{O}\tilde{O}\tilde{O}$ | 11,5     | -            | -          |
| 7,3 ... 8,7      | 8,0                          | ••••••••                                 | 8        | 13           | -          |
| 8,7 ... 10,1     | 9,4                          | •••                                      | 3        | 5            | 7          |
| 10,1 ... 11,5    | 10,8                         | ••                                       | 2        | 2            | 2          |

• –  $\delta^3 \ddot{a}$      $\tilde{O}$  – 0,5 значення точки інформації

$$N = 50$$

$$L_1 = 20$$

$$L_2 = 9$$

Гістограма і полігон розподілу зносу обода котка які поступили на контроль і сортування

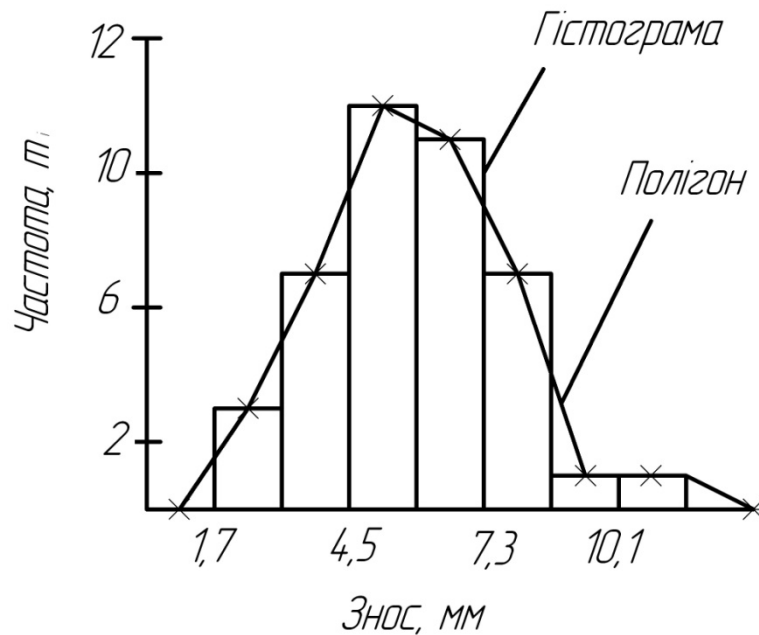


Рис. 1.

Після формування ряду в п'ятій колонці таблиці проти одного з найбільших значень частоти  $m_i$  (в нашому випадку проти  $m_i = 11,5$ ) ставимо тире. В шостій колонці тире ставимо навпроти тире в п'ятій колонці і два інших знизу і зверху від нього. Підсумовуючи в п'ятій колонці, отримані по обидві сторони від тире числа, знаходимо значення коефіцієнтів  $K_1$  і  $L_1$ , а шостою  $K_2$  і  $L_2$ .

У нашому прикладі  $K_1 = 43,5$  і  $L_1 = 20$ ,  $K_2 = 23$  і  $L_2 = 9$

3.4.4. Середнє значення зносу обода котка ( $\bar{\delta}$ ) і середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ ) визначаємо за формулами:

$$\bar{\delta} = \delta_{\bar{n}} - \frac{A \dot{I}_1}{N} \quad (12)$$

$$\sigma = A \sqrt{\frac{M_2 - M_1^2 / N}{N}} \quad (13)$$

де  $A$  - величина одного інтервалу, мм;

$\delta_c$  - значення середини того інтервалу, напроти якого стоїть прочерк в п'ятій і шостій колонках таблиці, мм;

$M_1$  і  $M_2$ - допоміжні коефіцієнти

$$M_1 = K_1 - L_1 \qquad M_2 = K_1 + L_1 + 2K_2 + 2L_2 \qquad (14)$$

$$M_1 = 43,5 - 20 = 23,5$$

$$M_2 = 43,5 + 20 + 2 \cdot 23 + 2 \cdot 9 = 127,5$$

Звідки

$$\bar{\delta} = 6,6 - \frac{1,4 \cdot 23,5}{50} = 5,94 \text{ мм}$$

$$\sigma = 1,4 \sqrt{\frac{127,5 - \frac{(23,5)^2}{50}}{50}} = 2,14 \text{ мм}$$

3.4.5. Коефіцієнт варіації встановлюють за формулою (7):

$$V = \frac{\sigma}{\bar{\delta}} = \frac{2,14}{5,94} = 0,35$$

Для вирівнювання досвідченої інформації використовуємо закон нормального розподілу (ЗНР) \*.

За аналогічною схемою розраховуємо статистику розподілений для інших ушкоджень котка:

- знос отвори під вісь котка

$$\bar{\delta} = 0,33 \text{ мм} , \quad \sigma = 0,165 \text{ мм} , \quad V = 0,50, \quad \text{ЗРВ}$$

- знос паза під шпонку

$$\bar{\delta} = 0,55 \text{ мм} , \quad \sigma = 0,267 \text{ мм} , \quad V = 0,468, \quad \text{ЗРВ}^*$$

3.5. Перевіряємо достатність обстеження партії деталей для оцінки всієї генеральної сукупності котків, що надходять в ремонт за формулою.

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot t_{\beta}^2}{\Delta^2} \qquad (12)$$



де  $n$  - необхідна кількість деталей для обстеження, шт.;

$\sigma^2$  - статистична дисперсія, мм<sup>2</sup>;

$t_\beta$  - табличний коефіцієнт, що залежить від заданої довірчої ймовірності  $\beta$ . (Для практично цілей приймають  $\beta = 0,90 \dots 0,95$ . При  $\beta = 90$ ,  $t_\beta = 1,643$ ,  $t_\beta^2 = 2,70$ ).

$\Delta$  - величина допустимої помилки (при дослідженні зносів приймають  $\Delta = 0,8$  від величини інтервалу).

Для зносу ободу котка по товщині

$$n_e = \frac{(2,14)^2 \cdot 2,7}{(1,4 \cdot 0,8)^2} = \frac{12,21}{1,25} = 10 \hat{e} \hat{i} \hat{o} \hat{e}^3 \hat{a}$$

\* - визначається за критеріями згоди [4] ст. 161:-165

Відповідно зносу отвору під вісь котка і паза під шпонку

$$n_0 = \frac{(0,165)^2 \cdot 2,7}{(0,10 \cdot 0,8)^2} = \frac{0,0735}{0,0064} = 11 \hat{e} \hat{i} \hat{o} \hat{e}^3 \hat{a}$$

$$n_i = \frac{(0,267)^2 \cdot 2,7}{(0,16 \cdot 0,8)^2} = \frac{0,192}{0,016} = 12 \hat{e} \hat{i} \hat{o} \hat{e}^3 \hat{a}$$

Отже, при  $N = 50$  вибірка є достатньою для оцінки осей генеральної сукупності котків.

3.6. Ймовірнісні коефіцієнти придатності ( $P_i$ ) і відновлюваності ( $P_a$ ) ободів котків (рис.2) розраховуємо по формулі (9)

$$P_i(z_1 \leq z \leq z_2) = \hat{O}_o(z_2) - \hat{O}_o(z_1) = \hat{O}_o\left(\frac{x_2 - \bar{x}}{\sigma}\right) - \hat{O}_o\left(\frac{x_1 - \bar{x}}{\sigma}\right)$$

де  $\bar{x}$  середня товщина обода катків, що надходять в ремонт, мм ( $\bar{x} = \bar{x}_4 - \bar{\delta} = 20,5 - 5,94 = 14,96 \hat{i} \hat{i}$ )

$x_2$  - можлива найбільша товщина обода котків, що надходять в ремонт, мм ( $x_2 = \bar{x} \pm 3\sigma = 14,56 + 3 \cdot 2,14 = 20,98$  мм )

$x_1$  - найменша допустима при ремонті товщина обода котків, мм ( $x_1 = 15$  мм [5])

$\sigma$  - середнє квадратичне відхилення ( $\sigma = 2,14$  мм )

тоді

$$D_i(15 \leq x \leq 22) = \hat{O}_o\left(\frac{20,98 - 14,56}{2,14}\right) - \hat{O}_i\left(\frac{14 - 14,56}{2,14}\right) = \hat{O}_i(30) - \hat{O}_i(0,205)$$

Згідно табл. 3 додатка

$$z_2 = 3,08 \quad \hat{O}_i(z_2) = 0,4986$$

$$z_1 = 0,205 \quad \hat{O}_i(z_1) = 0,0832$$

Звідки

$$P_i = 0,4986 - 0,0832 = 0,4154 \quad P_i = 0,42$$

$$D_a = 1 - D_i = 1 - 0,42 = 0,58 \quad D_a = 0,58$$

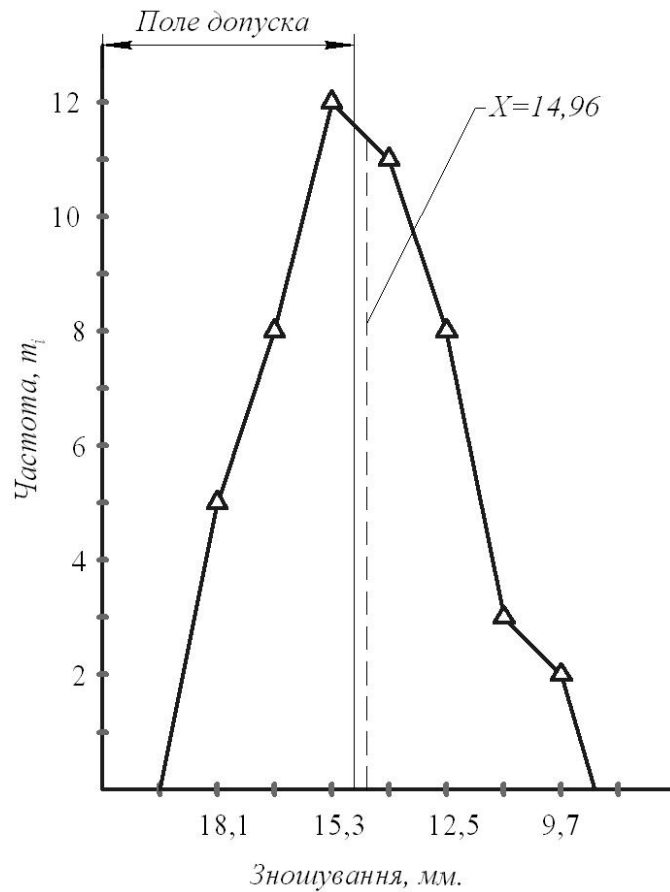


Рис. 2. Емпірична крива розподілення товщини обода опорних котків трактора Т-150К, які надходять в ремонт

Аналогічно виконуємо розрахунки по розмірам:

- отвір під вісь котка

$$x_2 = 42,08 \quad x_1 = 20,00 \quad \bar{x} = 24,33 \quad \sigma = 0,165$$

$$D_i(42,0 \leq x \leq 42,08) = \hat{O}_o\left(\frac{42,08 - 42,33}{0,165}\right) - \hat{O}_i\left(\frac{42,0 - 42,33}{0,165}\right) = \hat{O}_i(-1,51) - \hat{O}_i(-2)$$

$$z_2 = -1,51 \quad \hat{O}_i(z_2) = 0,4345$$

$$z_1 = -2 \quad \hat{O}_i(z_1) = 0,4772$$

$$P_i = -0,4345 - (-0,4772) = 0,0427 \quad P_i = 0,04$$

$$D_a = 1 - D_i = 1 - 0,04 = 0,96 \quad D_a = 0,96$$

- паз під шпонку

$$x_2 = 10,14 \quad x_1 = 10,02 \quad \bar{x} = 10,55 \quad \sigma = 0,267$$

$$D_i(10,02 \leq x \leq 10,14) = \hat{O}_o \left( \frac{10,14 - 10,55}{0,267} \right) - \hat{O}_i \left( \frac{10,02 - 10,55}{0,267} \right) = \hat{O}_i(-1,54) - \hat{O}_i(-1,98)$$

$$z_2 = -1,54 \quad \hat{O}_i(z_2) = -0,4382$$

$$z_1 = -1,98 \quad \hat{O}_i(z_1) = -0,4761$$

$$P_i = 0,4382 - (-0,4761) = 0,0379 \quad P_i = 0,04$$

$$D_a = 1 - D_i = 1 - 0,04 = 0,96 \quad D_a = 0,96$$

Отримані дані заносимо до таблиці 3.

3.7. На підставі виконаних раніше розрахунків визначені статистики та імовірнісні коефіцієнти придатності і відновлюваності ушкоджень несучих поверхонь опорних котків тракторів Т-150, що надходять в ремонт (на контроль і сортування). Для розробки ремонтних креслень і технологічних процесів потрібно визначити аналогічні показники для деталей що підлягають відновленню (без урахування деталей придатних до подальшої експлуатації та підлягають вибракуванню).

Розрахунок ведемо за раніше прийнятою схемою. Статистичний ряд для зносу обода котків, що потребують відновлення, наведено в табл. 2б.

Статистики розподілу і коефіцієнти придатності і відновлюваності для несучих поверхонь цієї групи деталей розраховуємо за формулами, які раніше застосовувались. При цьому отримуємо такі результати

- по товщині обода котків:

$$\bar{\delta} = 5,90 \text{ мм} , \quad \sigma = 1,87 \text{ мм} , \quad \nu = 0,317 \quad \hat{D}_i = 0,42 \quad D_a = 0,58$$

- Отвору під вісь котка:

$$\bar{\delta} = 0,32 \text{ мм} , \quad \sigma = 0,150 \text{ мм} , \quad \nu = 0,47 \quad \hat{D}_i = 0,04 \quad D_a = 0,96$$

- ширині паза під шпонку:

$$\bar{\delta} = 0,55 \text{ мм} , \quad \sigma = 0,243 \text{ мм} , \quad \nu = 0,44 \quad \hat{D}_i = 0,03 \quad D_a = 0,97$$

Результати обробки експериментальних даних заносимо в табл.3. (Ця таблиця додається до паспорта деталі).

Статистичний ряд інформації про знос обода котків, потребує  
відновлення

| Інтервали,<br>мм | Середина<br>інтервалів,<br>мм | Частота                  |          | $\hat{E}_1 = 35,5$ | $\hat{E}_2 = 16$ |
|------------------|-------------------------------|--------------------------|----------|--------------------|------------------|
|                  |                               | в умовних<br>позначеннях | В цифрах |                    |                  |
| 1,7...3,1        | 2,4                           | ...                      | 3        | 3                  | 3                |
| 3,1...4,5        | 3,8                           | .....                    | 7        | 10                 | 13               |
| 4,5...5,9        | 5,2                           | .....×××                 | 12,5     | 22,5               | -                |
| 5,9...7,3        | 6,6                           | .....×××                 | 11,5     | -                  | -                |
| 7,3...8,7        | 8,0                           | .....                    | 7        | 9                  | -                |
| 8,7...10,1       | 9,4                           | .                        | 1        | 2                  | 3                |
| 10,1...11,5      | 10,8                          | .                        | 1        | 1                  | 1                |

- ціле і 0,5 значення точки  $N = 43$   $\check{E}_1 = 12$   $\check{E}_2 = 4$  інформації.

Показники технічного стану ремонтного фонду опорних котків  
трактора Т-150

| № п.п. | Найменування по показниках         | Умовне позначення | Пошкодження                |                               |                               |   | Деталь в цілому |
|--------|------------------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|-----------------|
|        |                                    |                   | 1                          | 2                             | 3                             | 4 |                 |
| 1      | Коефіцієнти (в %):                 |                   |                            |                               |                               |   |                 |
|        | - придатності                      |                   | -                          | -                             | -                             | - | 0,06            |
|        | - відновлення                      |                   | -                          | -                             | -                             | - | 0,86            |
|        | - змінюваності                     |                   | -                          | -                             | -                             | - | 0,08            |
| 2      | Границі зміни пошкоджень, мм       |                   | 1,7...<br>11,5             | 0,03...<br>0,72               | 0,05...<br>1,17               | - |                 |
| 3      | Середнє значення, мм               |                   | $\frac{5,94^*}{5,90^{**}}$ | $\frac{0,33}{0,32}$           | $\frac{0,55}{0,55}$           | - |                 |
| 4      | Середнє квадратичне відхилення, мм |                   | $\frac{2,14}{1,87}$        | $\frac{0,165}{0,150}$         | $\frac{0,267}{0,243}$         | - |                 |
| 5      | Коефіцієнт варіації, %             |                   | $\frac{0,359}{0,317}$      | $\frac{0,50}{0,47}$           | $\frac{0,468}{0,44}$          | - |                 |
| 6      | Теоретичний закон розподілення     |                   | $\frac{Q D}{Q A}$          | $\frac{Q \hat{A}}{Q \hat{A}}$ | $\frac{Q \hat{A}}{Q \hat{A}}$ | - |                 |
| 7      | Ймовірнісні коефіцієнти            |                   | $\frac{0,42}{0,42}$        | $\frac{0,04}{0,04}$           | $\frac{0,04}{0,03}$           | - |                 |
|        | - придатності                      |                   |                            |                               |                               |   |                 |
|        | - відновлення                      |                   | $\frac{0,58}{0,52}$        | $\frac{0,96}{0,96}$           | $\frac{0,96}{0,97}$           | - |                 |

\* - для котків, що надходять на контроль і сортування.

\*\* - потребуючих відновлення.

Виконав \_\_\_\_\_  
підпис

( \_\_\_\_\_ )  
підпис

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## Висновки

1. Визначено коефіцієнти придатності, відновлюваності й змінюваності опорних котків тракторів Т-150, що надходять в ремонт, значення яких відповідно складають  $\hat{E}_r = 0,06$   $\hat{E}_a = 0,86$  і  $\hat{E}_c = 0,08$

2. Величини зносу обода котків (по товщині), що надходять на ремонт змінюється в межах  $R = 1,7...11,5$  мм, середнє значення становить  $\bar{\delta} = 5,94$ , середньоквадратичне відхилення  $\sigma = 2,14$  мм, коефіцієнт варіації  $\nu = 0,359$ . Розсіювання зносу обода котка підпорядковується ЗНР. Для котків, що потребують відновлення, аналогічні статистики складають

$$\bar{\delta} = 5,90 \text{ мм}, \quad \sigma = 1,87 \text{ мм}, \quad \nu = 0,317 \quad \text{ЗНР}$$

Відповідно для зносу поверхні під:

- вісь котка:

$$\bar{\delta} = 0,33 \text{ мм}, \quad \sigma = 0,165 \text{ мм}, \quad \nu = 0,50 \quad \text{ЗНР}$$

$$\bar{\delta} = 0,33 \text{ мм}, \quad \sigma = 0,165 \text{ мм}, \quad \nu = 0,50 \quad \text{ЗНР}$$

- шпонку

$$\bar{\delta} = 0,55 \text{ мм}, \quad \sigma = 0,267 \text{ мм}, \quad \nu = 0,468 \quad \text{ЗНР}$$

$$\bar{\delta} = 0,55 \text{ мм}, \quad \sigma = 0,243 \text{ мм}, \quad \nu = 0,44 \quad \text{ЗНР}$$

3. Методами теорії ймовірностей і математичної статистики розраховані коефіцієнти придатності і відновлюваності несучих поверхонь, які складають для обода котків:

- що надходять в ремонт  $D_r = 0,42$  і  $D_a = 0,58$

- що потребують ремонту  $D_r = 0,42$  і  $D_a = 0,58$

Відповідно для поверхонь під:

- вісь котка  $D_r = 0,04$ ,  $D_a = 0,96$  і  $D_r = 0,04$ ,  $D_a = 0,96$

- шпонку  $D_r = 0,04$ ,  $D_a = 0,96$  і  $D_r = 0,03$ ,  $D_a = 0,97$ .

Оснащення робочого місця. Мікрокалькулятор (особистий), методичні вказівки для виконання даної роботи.

Зміст і порядок виконання роботи. Дана робота виконується в наступній послідовності:

1. На досліджувану деталь згідно із завданням (див. додаток табл.1 і табл.2) складається паспорт (табл. 1). Паспорт складається кожним студентом в розрізі всіх несучих поверхонь деталі.

2. Дослідженню піддається не менш 50 деталей, машин, що надходять в ремонт. По кожній несучій поверхні обґрунтовують площини виміру і методика визначення ступеня їх зносу. Результати вимірювань деталей заносяться в табл.2. (Ця робота буде виконуватися в період виробничої практики).

3. За даними  $n_i, n_a$  і  $n_{\bar{n}}$  (табл. 1 і 2 додатки) розраховуються коефіцієнти придатності  $(\hat{E}_i)$  відновлюваності  $(\hat{E}_a)$  і змінюваності  $(\hat{E}_\epsilon)$  заданої деталі. Результати розрахунків заносимо в табл. 3.

4. За результатами мікрометража розраховуються статистики розподілу (за вже визначеним  $\bar{\delta}$  і  $\sigma$  наведеним в додатках табл. 1а і 2а розраховуються  $R, \nu, \hat{\sigma}_{\text{ср}}$ , а потім  $D_i$  і  $D_a$ ). Результати розрахунків заносяться в табл. 3.

5. Отримані дані (в межах однієї деталі) підлягають аналізу. За результатами дослідження робляться висновки (висновок).



# Додатки

Таблиця 1

Вихідні дані для виконання індивідуального завдання студентами  
1...5 академічних груп

| Варіант завдання                           | Найменування контролюючої поверхні деталі | Розміри, мм              |                       | Кількість деталей |               |               |
|--|---|--------------------------|-----------------------|-------------------|---------------|---------------|
|  |   | За кресленням            | Допустимі без ремонту | $n_i$             | $n_{\hat{a}}$ | $n_{\bar{n}}$ |
| <b>Вал первинний 151.37.104-2</b>          |   |                          |                       | 12                | 83            | 5             |
| 1  | Товщина шліців                            | $4,72^{+0,125}_{+0,045}$ | 4,408                 |                   |               |               |
| 2  | Товщина шліців                            | $10^{-0,060}_{-0,0120}$  | 9,536                 |                   |               |               |
| 3  | Діаметр шийки під підшипник               | $55^{+0,021}_{+0,002}$   | 54,992                |                   |               |               |
| 4  | Діаметр шийки під підшипник               | $65^{+0,021}_{+0,002}$   | 64,991                |                   |               |               |
| <b>Вал вторинний 151.37.037-205</b>        |   |                          |                       | 10                | 88            | 2             |
| 5  | Ширина канавки під кільце                 | $2,45^{+0,060}$          | 3,06                  |                   |               |               |
| 6  | Діаметр шийки під підшипник               | $55^{+0,021}_{+0,002}$   | 54,992                |                   |               |               |
| 7  | Діаметр шийки під підшипник               | $65^{+0,021}_{+0,002}$   | 64,998                |                   |               |               |
| 8  | Ширина шліца                              | $10^{-0,030}_{-0,090}$   | 9,566                 |                   |               |               |
| 9  | Ширина шліца                              | $18^{-0,050}_{-0,120}$   | 16,985                |                   |               |               |
| <b>Корпус коробки передач 151.37.101-2</b> |   |                          |                       | 33                | 64            | 3             |
| 10   | Діаметр отвору під стакан                 | $135^{+0,04}$            | 135,073               |                   |               |               |
| 11   | Діаметр отвору під стакан                 | $155^{+0,04}$            | 155,075               |                   |               |               |
| 12   | Діаметр отвору під стакан                 | $135^{+0,04}$            | 135,073               |                   |               |               |
| 13   | Діаметр отвору під стакан                 | $155^{+0,04}$            | 155,075               |                   |               |               |
| 14   | Діаметр отвору під стакан                 | $160^{+0,04}$            | 160,075               |                   |               |               |

| <b>Корпус роздаточної коробки 151.37.308-27</b> |                              |                   |         | 27 | 68 | 5 |
|---|------------------------------|-------------------|---------|----|----|---|
| 15  | Діаметр отвору під стакан    | $120_{-0,035}$    | 120,062 |    |    |   |
| 16  | Діаметр отвору під стакан    | $120_{-0,035}$    | 120,062 |    |    |   |
| 17  | Діаметр отвору під стакан    | $155^{+0,04}$     | 155,075 |    |    |   |
| 18  | Діаметр отвору під стакан    | $155^{+0,04}$     | 155,075 |    |    |   |
| 19  | Діаметр отвору під стакан    | $130^{+0,04}$     | 130,076 |    |    |   |
| 20  | Діаметр отвору під стакан    | $155^{+0,04}$     | 155,075 |    |    |   |
| 21  | Діаметр отвору під стакан    | $160^{+0,04}$     | 160,075 |    |    |   |
| 22  | Діаметр отвору під стакан    | $135^{+0,04}$     | 135,073 |    |    |   |
| <b>Стакан верхній 151.37.102-1</b>              |                              |                   |         | 39 | 53 | 8 |
| 23  | Діаметр поверхні під корпус  | $135_{-0,025}$    | 134,929 |    |    |   |
| 24  | Діаметр поверхні під корпус  | $155_{-0,025}$    | 154,923 |    |    |   |
| 25  | Діаметр отвору під підшипник | $140^{\pm 0,020}$ | 139,724 |    |    |   |

Статистика зносів несучих поверхонь деталей коробок передач  
тракторів Т-150К

| Варіант<br>завдання                          | Номер академічної групи |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
|--|-------------------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
|  | 1                       |          | 2              |          | 3              |          | 4              |          | 5              |          |
|  | $\bar{\delta}$          | $\sigma$ | $\bar{\delta}$ | $\sigma$ | $\bar{\delta}$ | $\sigma$ | $\bar{\delta}$ | $\sigma$ | $\bar{\delta}$ | $\sigma$ |
| <b>Вал первинний 151.37.104-2</b>            |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 1  | 1,28                    | 0,49     | 1,33           | 0,49     | 1,38           | 0,49     | 1,41           | 0,49     | 1,45           | 0,49     |
| 2  | 0,076                   | 0,049    | 0,090          | 0,049    | 0,104          | 0,040    | 0,126          | 0,049    | 0,140          | 0,049    |
| 3  | 0,04                    | 0,014    | 0,05           | 0,014    | 0,06           | 0,014    | 0,07           | 0,014    | 0,08           | 0,014    |
| 4  | 0,04                    | 0,03     | 0,05           | 0,03     | 0,06           | 0,03     | 0,07           | 0,03     | 0,08           | 0,03     |
| <b>Вал вторинний 151.37.037-205</b>          |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 5  | 0,74                    | 0,17     | 0,77           | 0,17     | 0,80           | 0,17     | 0,83           | 0,17     | 0,88           | 0,17     |
| 6  | 0,04                    | 0,02     | 0,05           | 0,02     | 0,06           | 0,02     | 0,07           | 0,02     | 0,08           | 0,02     |
| 7  | 0,05                    | 0,03     | 0,06           | 0,03     | 0,07           | 0,03     | 0,06           | 0,03     | 0,09           | 0,03     |
| 8  | 0,16                    | 0,08     | 0,18           | 0,08     | 0,20           | 0,08     | 0,22           | 0,08     | 0,25           | 0,08     |
| 9  | 0,09                    | 0,03     | 0,11           | 0,03     | 0,13           | 0,03     | 0,15           | 0,03     | 0,18           | 0,03     |
| <b>Корпус коробки передач 151.37.101-2</b>   |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 10   | 0,08                    | 0,025    | 0,09           | 0,025    | 0,10           | 0,025    | 0,11           | 0,025    | 0,12           | 0,025    |
| 11   | 0,03                    | 0,01     | 0,04           | 0,01     | 0,05           | 0,01     | 0,06           | 0,01     | 0,07           | 0,01     |
| 12   | 0,03                    | 0,015    | 0,04           | 0,015    | 0,05           | 0,015    | 0,06           | 0,015    | 0,07           | 0,015    |
| 13   | 0,03                    | 0,02     | 0,04           | 0,02     | 0,05           | 0,02     | 0,06           | 0,02     | 0,08           | 0,02     |
| 14   | 0,04                    | 0,017    | 0,05           | 0,017    | 0,06           | 0,017    | 0,07           | 0,017    | 0,08           | 0,017    |
| <b>Корпус роздаточної коробки 151.37.308</b> |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 15   | 0,10                    | 0,06     | 0,14           | 0,06     | 0,18           | 0,06     | 0,22           | 0,06     | 0,26           | 0,06     |
| 16   | 0,18                    | 0,08     | 0,22           | 0,08     | 0,26           | 0,08     | 0,30           | 0,08     | 0,32           | 0,08     |
| 17   | 0,03                    | 0,018    | 0,04           | 0,018    | 0,05           | 0,018    | 0,06           | 0,018    | 0,06           | 0,018    |
| 18   | 0,06                    | 0,025    | 0,07           | 0,025    | 0,08           | 0,025    | 0,09           | 0,025    | 0,10           | 0,025    |
| 19   | 0,03                    | 0,016    | 0,04           | 0,016    | 0,05           | 0,016    | 0,06           | 0,016    | 0,07           | 0,016    |
| 20   | 0,05                    | 0,02     | 0,055          | 0,02     | 0,06           | 0,02     | 0,065          | 0,02     | 0,070          | 0,02     |
| 21   | 0,06                    | 0,024    | 0,07           | 0,024    | 0,08           | 0,024    | 0,09           | 0,024    | 0,10           | 0,024    |
| 22   | 0,02                    | 0,016    | 0,03           | 0,016    | 0,04           | 0,016    | 0,05           | 0,016    | 0,06           | 0,016    |
| <b>Стакан верхній 151.37.102-1</b>           |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 23   | 0,14                    | 0,06     | 0,150          | 0,06     | 0,160          | 0,06     | 0,170          | 0,06     | 0,180          | 0,06     |
| 24   | 0,10                    | 0,04     | 0,12           | 0,04     | 0,14           | 0,04     | 0,16           | 0,04     | 0,18           | 0,04     |
| 25   | 0,04                    | 0,025    | 0,05           | 0,025    | 0,06           | 0,025    | 0,07           | 0,025    | 0,08           | 0,025    |

Статистика зносів несучих поверхонь деталей коробок передач  
тракторів Т-150К

| Варіант<br>завдання                     | Номер академічної групи |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
|---|-------------------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
|   | 6                       |          | 7              |          | 8              |          | 9              |          | 10             |          |
|   | $\bar{\delta}$          | $\sigma$ | $\bar{\delta}$ | $\sigma$ | $\bar{\delta}$ | $\sigma$ | $\bar{\delta}$ | $\sigma$ | $\bar{\delta}$ | $\sigma$ |
| <b>Стакан підшипника 125.37.219</b>     |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 1                                       | 0,05                    | 0,026    | 0,06           | 0,026    | 0,07           | 0,026    | 0,08           | 0,026    | 0,09           | 0,026    |
| 2                                       | 0,05                    | 0,035    | 0,06           | 0,035    | 0,08           | 0,035    | 0,09           | 0,035    | 0,10           | 0,035    |
| <b>Стакан центруючий 151.37.307-3</b>   |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 3                                       | 0,06                    | 0,031    | 0,07           | 0,031    | 0,08           | 0,031    | 0,00           | 0,031    | 0,10           | 0,031    |
| 4                                       | 0,04                    | 0,022    | 0,045          | 0,022    | 0,050          | 0,022    | 0,055          | 0,022    | 0,06           | 0,022    |
| 5                                       | 0,04                    | 0,029    | 0,045          | 0,029    | 0,050          | 0,029    | 0,055          | 0,029    | 0,06           | 0,029    |
| <b>Вал привода 151.37.310-1</b>         |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 6                                       | 0,56                    | 0,30     | 0,63           | 0,30     | 0,70           | 0,30     | 0,770          | 0,30     | 0,84           | 0,30     |
| 7                                       | 0,20                    | 0,09     | 0,25           | 0,09     | 0,30           | 0,09     | 0,35           | 0,09     | 0,40           | 0,09     |
| 8                                       | 0,02                    | 0,01     | 0,03           | 0,01     | 0,04           | 0,01     | 0,05           | 0,01     | 0,06           | 0,01     |
| 9                                       | 0,05                    | 0,022    | 0,06           | 0,022    | 0,07           | 0,022    | 0,08           | 0,022    | 0,09           | 0,022    |
| <b>Вал первинний РК 151.37.305-4</b>    |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 10                                      | 0,04                    | 0,11     | 0,045          | 0,17     | 0,05           | 0,17     | 0,055          | 0,17     | 0,09           | 0,17     |
| 11                                      | 0,27                    | 0,12     | 0,30           | 0,12     | 0,33           | 0,17     | 0,36           | 0,12     | 0,40           | 0,12     |
| 12                                      | 0,29                    | 0,18     | 0,34           | 0,18     | 0,39           | 0,18     | 0,145          | 0,18     | 0,51           | 0,18     |
| 13                                      | 0,15                    | 0,05     | 0,17           | 0,05     | 0,19           | 0,05     | 0,21           | 0,05     | 0,23           | 0,05     |
| <b>Вилка заднього ходу 151.37.163-1</b> |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 14                                      | 0,06                    | 0,025    | 0,07           | 0,025    | 0,08           | 0,025    | 0,09           | 0,025    | 0,10           | 0,025    |
| 15                                      | 0,16                    | 0,08     | 0,17           | 0,08     | 0,18           | 0,08     | 0,19           | 0,08     | 0,20           | 0,08     |
| 16                                      | 0,29                    | 0,15     | 0,35           | 0,15     | 0,40           | 0,15     | 0,45           | 0,15     | 0,50           | 0,15     |
| <b>Вилка 151.37.228-2</b>               |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 17                                      | 0,21                    | 0,12     | 0,26           | 0,12     | 0,31           | 0,12     | 0,35           | 0,12     | 0,39           | 0,12     |
| 18                                      | 0,14                    | 0,05     | 0,16           | 0,05     | 0,18           | 0,05     | 0,20           | 0,05     | 0,22           | 0,05     |
| 19                                      | 2,0                     | 0,8      | 2,3            | 0,8      | 2,6            | 0,8      | 3,0            | 0,8      | 3,3            | 0,8      |
| <b>Вал 151.37.378-3</b>                 |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 20                                      | 0,17                    | 0,07     | 0,19           | 0,07     | 0,22           | 0,07     | 0,25           | 0,07     | 0,28           | 0,07     |
| 21                                      | 0,16                    | 0,06     | 0,18           | 0,06     | 0,20           | 0,06     | 0,22           | 0,06     | 0,25           | 0,06     |
| <b>Важіль перемикання 151.37.157-1</b>  |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 22                                      | 0,60                    | 0,25     | 0,65           | 0,25     | 0,70           | 0,25     | 0,75           | 0,28     | 0,80           | 0,25     |
| 23                                      | 0,40                    | 0,21     | 0,50           | 0,21     | 0,60           | 0,21     | 0,70           | 0,21     | 0,80           | 0,21     |
| 24                                      | 0,25                    | 0,07     | 0,28           | 0,07     | 0,31           | 0,07     | 0,34           | 0,07     | 0,37           | 0,07     |
| <b>Вал привода насоса 151.37.407</b>    |                         |          |                |          |                |          |                |          |                |          |
| 25                                      | 0,10                    | 0,04     | 0,14           | 0,04     | 0,18           | 0,04     | 0,22           | 0,04     | 0,26           | 0,04     |



Примітка.

Для  $z = 1,4\dots5$  опустили 0,4 (внесені десяткові значення. Починаючи з другого знака після коми).

Приклад:

$$z = 2,0; \quad \hat{O}_0(z) = 0,4772$$