

Графічну реалізацію рівняння (9) подано на рис. 2.

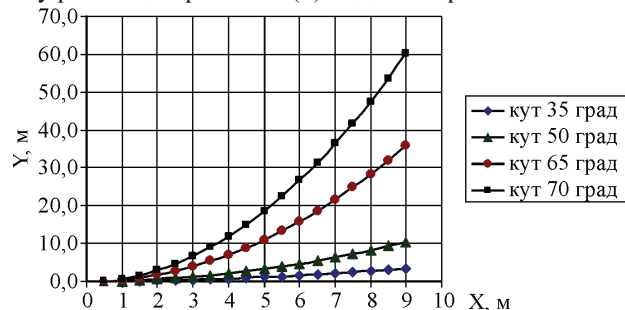


Рис. 2. Траєкторії руху початкової точки трельовальної системи залежно від кута β її повороту за $b=3$ м, $b_0=1,2$ м, $d=0,2$ м

Висновки. Отримане рівняння доцільної траєкторії руху початкової точки малогабаритної трельовальної системи доповнює загальні положення кінематики системи під час трельовання сортиментних лісоматеріалів під наметом штучно створеного рядного лісового насадження. Плавний перехід з однієї смуги трельовання на іншу без попередньої підготовки шляху можна виконувати, коли відстань між деревами в ряду є більшою за ширину трельовальної системи. Для отримання повної картини кінематики трельовальної системи потрібно використати відомі рівняння опису траєкторії руху кінцевої точки трельовальної системи [5] та рівняння для визначення довжини трельовальної системи [6] і оптимального кута її повороту.

Проаналізувавши рівняння та графічні результати, встановлено, що найменший вплив на траєкторію має середній діаметр дерев, а найбільший – кут повороту і ширина міжряддя.

Отримані результати доцільно також застосовувати для побудови перехідної ділянки пасічного або другорядного волока у місці його примикання до магістрального.

Література

1. Шкіря Тиберій. Технологія і машини лісосічних робіт : підручник / Т.М. Шкіря. – Львів : Вид-во "Тріада плюс", 2003. – 290 с.
2. Кочегаров В.Г. Технологія і машини лесосечных работ : учебник [для студ. автодор. ВУЗов] / В.Г. Кочегаров, Ю.А. Бит, В.Н. Меньшиков. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1990. – 391 с.
3. Матвейко А.П. Технологія і машини лесосечных работ : учебн. [для студ. автодор. ВУЗов] / А.П. Матвейко, А.С. Федоренчик. – Минск : Изд-во УП "Технопринт", 2002. – 480 с.
4. Раманаускас Р.П. Исследование нагрузок на навесное трельовочное оборудование трактора типа Т-54ЛІ в условиях проведения рубок ухода за лесом : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.06.02 "Машины и механизмы лесозаготовок, лесного хозяйства и деревообрабатывающих производств" / Р.П. Раманаускас. – Ленинград, 1973. – 24 с.
5. Цимбалюк Ю.І. Математичне обґрунтування процесу транспортування круглого лісоматеріалу під наметом лісу / Ю.І. Цимбалюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.5. – С. 288-296.
6. Цимбалюк Ю.І. Обґрунтування максимальної довжини лісоматеріалу при його транспортуванні під наметом лісу / Ю.І. Цимбалюк // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во ХНТУСГ. – 2012. – Вип. 123. – С. 216-222.

Надіслано до редакції 17.02.2016 р.

Цимбалюк Ю.І. Обоснование траектории движения трельовочной системы при переходе на новую полосу трельовки

Получено уравнение, которое дает возможность строить целесообразную траекторию движения начальной точки малогабаритной трельовочной системы при ее плавном переходе на новую полосу трельовки. Обоснования касаются трельовки сортиментных лесоматериалов в полупогруженном состоянии под пологом искусственно созданного рядного лесного насаждения. При этом учитываются таксационные показатели насаждения, габариты трельовочной системы и схема расположения деревьев. Полученное уравнение дополняет известные положения кинематики трельовочной системы и может использоваться также для постройки переходных кривых трельовочных волоков. Будет полезным для компьютерной имитации движения трельовочной системы, под пологом искусственно созданного рядного лесного насаждения.

Ключевые слова: кинематика, сортиментный лесоматериал, рубка ухода, трельовка, малогабаритная трельовочная система.

Tsybalyuk Yu.I. Substantiation of Skidding System Trajectory when Changing Lanes Skidding

The equation for building a rational trajectory for the starting point of compact skidding system during its smooth transition to a new phase of skidding is obtained. This substantiation belongs to cut-to-length logging of timber in semi-loaded condition under a canopy of artificially created row at man-made forest plantations. We take account of taxation indicators of planting, dimensions of skidding system and the scheme of placement of trees for this case. The equation obtained supplements known provisions of kinematics of skidding system and can be applied for the creation of transitional curves. The results of the research will be useful to computer imitation of the movement of skidding system under a canopy of man-made forest plantations.

Keywords: kinematics, cut-to-length method of logging, intermediate felling, skidding, small-sized logging system.

УДК 629.113

ЙМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ ДЕФЕКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ КЛАСУ "СТРИЖНІ З НАЯВНІСТЮ СКЛАДНИХ ПОВЕРХОНЬ"

Г.С. Гудз¹, М.М. Борис², І.Я. Захара³

Для дослідження дефектів вибрано головку повзуна перемикавання передач як типову деталь класу "стрижні з наявністю складних поверхонь". Внаслідок опрацювання статистичних даних розраховано густину розподілу дефектів, побудовано гістограму їх емпіричного розподілу та визначено його теоретичний закон. Досліджено узгодженість між теоретичним та емпіричним розподілами величин за допомогою критерію Пірсона.

Ключові слова: автомобільна коробка передач, головка повзуна перемикавання передач, дефектування, статистичний та ймовірнісний аналізи.

Постановка проблеми. Відомо, що в процесі експлуатації більшість деталей автомобілів зношуються в межах 0,15-0,5 мм [1]. Під час ремонту автомобілів повторно можна використати до 70 % зношених деталей після їх віднов-

¹ проф. Г.С. Гудз, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка";

² доц. М.М. Борис, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів;

³ доц. І.Я. Захара, канд. техн. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу

лення, а трудомісткість їх відновлення становить 45-55 % від загальної трудомісткості капітального ремонту автомобіля, що економічно оправдано за сучасного стану економіки країни. На ефективність ремонту деталей значною мірою впливає своєчасне виявлення дефектів, нагромадження інформації про результати дефектування з метою використання її для оперативного управління виробництвом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження підвищення ресурсу автотракторної техніки завдяки відновленню її деталей стосуються тільки двигунів внутрішнього згоряння [2-4], але без розгляду процесів дефектування.

Мета роботи – визначення ймовірнісних показників дефектування деталей класу "стрижні з наявністю складних поверхонь" (на прикладі головки повзуна перемикавання передач).

Основні результати дослідження. Під час дефектування деталей проводять їх сортування на такі види: придатні; ті, що вимагають ремонту; брут. Потрапляння на складання деталей з відхиленнями від технічних умов розмірів, форми, шорсткості поверхні, твердості та структури призводять до зниження довговічності вузлів і агрегатів. Неправильне сортування деталей та нераціональне призначення способів їх відновлення спричиняє зниження якості та економічної ефективності ремонтного виробництва.

Згідно з нормативними документами (технічними умовами) на дефектування головки повзуна перемикавання передач коробки автомобіля ГАЗ-3308 (рис. 1) під час опрацювання даних ремонтного підприємства ТзОВ "Укрзахідавтоспецмаш" у 30 деталях виявлено такі дефекти: надлами будь-якого характеру та розташування (X_1), зношування пазу під важіль перемикавання передач (X_2), зношування отвору під повзун (X_3), наявність подряпин та ризок (X_4).

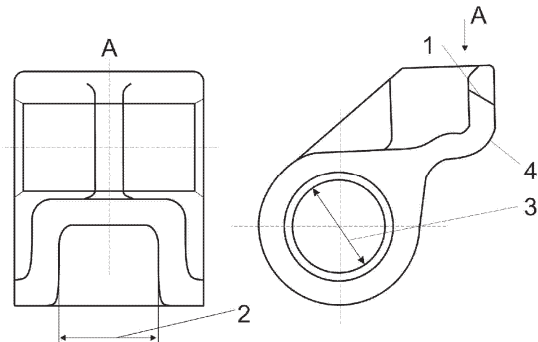


Рис. 1. Дефекти головки повзуна перемикавання передач

У табл. подано перелік деталей, у якому вказано виявлені в них дефекти, загальна кількість яких складає 48. Масив даних, поданих у табл., розбитий на чотири інтервали за кількістю виявлених дефектів. Ймовірність появи кожного з дефектів (густина емпіричного розподілу) становить [5]

$$p_i = \frac{n_i}{N}, \quad (1)$$

де: n_i – кількість деталей, що попадають з i -тим дефектом; $i = 1, 2, \dots, 5$ – кількість інтервалів; N – сумарна кількість дефектів ($N = 48$).

Тоді

$$p_1 = \frac{9}{48} = 0,188; \quad p_2 = \frac{20}{48} = 0,416; \quad p_3 = \frac{13}{48} = 0,271; \quad p_4 = \frac{6}{48} = 0,125.$$

$$\sum_{i=1}^4 p_i = 0,188 + 0,416 + 0,271 + 0,125 = 1,000.$$

Табл. Результати дефектних деталей

Номер деталі	Номер дефекту			
	1	2	3	4
1	–	+	–	+
2	–	+	+	–
3	+	–	+	–
...	+	–	–	+
...	–	+	–	–
28	–	–	+	–
29	+	+	–	–
30	–	+	–	–
Всього	9	20	13	6

Визначаємо характеристики емпіричного розподілу. Математичне сподівання a , що є сумою добутків значень випадкової величини на їх ймовірності, визначається [5]

$$a = \sum_{i=1}^4 x_i p_i, \quad (2)$$

де $x_i = 1, 2, 3, 4$ – середні значення випадкових величин, змінних в інтервалі, що розглядається. Тоді

$$a = 1 \cdot 0,188 + 2 \cdot 0,416 + 3 \cdot 0,271 + 4 \cdot 0,125 = 0,188 + 0,832 + 0,813 + 0,5 = 2,333.$$

Дисперсія випадкової величини D , що є математичним сподіванням квадрата відхилення величини від її математичного сподівання, визначається [5]

$$D = \sum_{i=1}^4 (x_i - a)^2 p_i. \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Тоді } D &= (1 - 2,333)^2 \cdot 0,188 + (2 - 2,333)^2 \cdot 0,416 + (3 - 2,333)^2 \cdot 0,271 + \\ &+ (4 - 2,333)^2 \cdot 0,125 - 1,333^2 \cdot 0,188 + (-0,333)^2 \cdot 0,416 + 0,667^2 \cdot 0,271 + \\ &+ 1,667^2 \cdot 0,125 = 0,334 + 0,046 + 0,121 + 0,347 = 0,848. \end{aligned}$$

Дисперсія випадкової величини характеризує розсіювання значень випадкової величини навколо її математичного сподівання. Наочною характеристикою розсіювання є середньоквадратичне відхилення σ , оскільки його розмірність збігається з розмірністю випадкової величини [5]:

$$\sigma = \sqrt{D}. \quad (4)$$

$$\text{Тоді } \sigma = \sqrt{0,848} = 0,92.$$

Найпоширенішим теоретичним законом розподілу випадкової величини є нормальний закон розподілу (закон Гауса)

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

У цьому випадку $f_i = \frac{1}{0,92 \cdot \sqrt{6,28}} \cdot e^{-\frac{(x_i-2,333)^2}{2 \cdot 0,8464}} = 0,434 \cdot e^{-\frac{(x_i-2,333)^2}{1,6928}}$. Розрахуємо теоретичні значення густини розподілу випадкової величини:

$$f_1 = 0,434 \cdot e^{-\frac{(1-2,333)^2}{1,6928}} = 0,434 \cdot 0,350 = 0,152; f_2 = 0,434 \cdot e^{-\frac{(2-2,333)^2}{1,6928}} = 0,434 \cdot 0,937 = 0,407;$$

$$f_3 = 0,434 \cdot e^{-\frac{(3-2,333)^2}{1,6928}} = 0,434 \cdot 0,769 = 0,334; f_4 = 0,434 \cdot e^{-\frac{(4-2,333)^2}{1,6928}} = 0,434 \cdot 0,194 = 0,084.$$

Емпіричну (гістограма) та теоретичну густину розподілу випадкової величини подано на рис. 2.

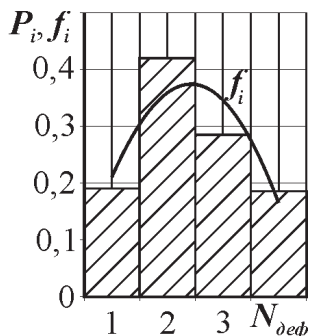


Рис. 2. Розподіл ймовірностей дефектів головки повзуна перемикачя передач

Перевіримо узгодження емпіричного та теоретичного розподілів випадкової величини, яке оцінюється за допомогою критерію Пірсона χ^2 . Визначимо міру розбіжності за формулою [5]

$$\chi^2 = N \cdot \sum_{i=1}^n \frac{(p_i - f_i)^2}{f_i} \cdot h \quad (6)$$

$$\text{Тоді } \chi^2 = 48 \cdot \left(\frac{(0,188 - 0,152)^2}{0,152} + \frac{(0,416 - 0,407)^2}{0,407} + \frac{(0,271 - 0,334)^2}{0,334} + \frac{(0,125 - 0,084)^2}{0,084} \right) =$$

$$= 48 \cdot (0,008526 + 0,000199 + 0,011883 + 0,020012) = 48 \cdot 0,04062 = 1,95.$$

Визначаємо число ступенів вільності за формулою [5]

$$S = n - c - 1, \quad (7)$$

де: n – кількість інтервалів ($n = 4$); c – кількість числових характеристик закону розподілу. Для нормального закону розподілу $c = 2$, оскільки в ньому використовуються дві характеристики – математичне сподівання і середньоквадратичне відхилення. Тому $S = 4 - 2 - 1 = 1$.

Використовуючи таблицю розподілу критерію Пірсона χ^2 [5] за даними $\chi^2 = 1,95$ та $S = 1$, знаходимо ймовірність (міру) розбіжності теоретичного та емпіричного розподілів p (коли $\chi^2 = 1,95$ та $S = 1$, $p = 0,171$).

Оскільки $p = 0,171 > 0,05$, то емпіричний розподіл узгоджується з теоретичним, тобто з нормальним законом розподілу (умова узгодження $p > 0,05$).

Висновок. На підставі аналізу законів розподілу величин, що характеризують процеси дефектування деталей, можна мінімізувати кількість контролюваних параметрів, що підвищить ефективність відновлення деталей автомобіля.

Література

1. Полянський О.С. Технологія відновлення деталей та ремонту автомобілів / О.С. Полянський, Б.В. Савченко, М.В. Байцур. – Харків : Вид-во ХНАДУ, 2012. – 320 с.
 2. Пантелеенко Ф.И. Восстановление деталей машин / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, М.В. Байцур. – М. : Изд-во "Машиностроение", 2003. – 672 с.
 3. Гончаров В.Г. Підвищення ресурсу транспортної техніки удосконаленням технології ремонту колінчастих валів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20 "Експлуатація та ремонт засобів транспорту" / В.Г. Гончаров. – Харків, 2008. – 20 с.
 4. Полянський А.С. Формування властивостей надійності автотракторних двигунів в гарантійний та післяремонтний періоди експлуатації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.22.20 "Експлуатація та ремонт засобів транспорту" / А.С. Полянський. – Харків, 2004. – 36 с.
 5. Дрогомирецька Х.Т. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посібн. / Х.Т. Дрогомирецька, О.М. Рибинська та ін. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2012. – 396 с.
- Надіслано до редакції 21.02.2016 р.

Гудз Г.С., Борис М.М., Захара І.Я. Вероятностная модель дефектирования автомобильных деталей класса "стержни с наличием сложных поверхностей"

Для исследования дефектов выбрана головка ползуна переключения передач как типичная деталь класса "стержни с наличием сложных поверхностей". Вследствие обработки статистических данных рассчитана плотность распределения дефектов, построена гистограмма их эмпирического распределения и определен его теоретический закон. Исследована согласованность между теоретическим и эмпирическим распределениями величин с помощью критерия Пирсона.

Ключевые слова: автомобильная коробка передач, головка ползуна переключения передач, дефектирование, статистический и вероятностный анализы.

Gudz G.S., Borys M.M., Zakhara I.Ya. Probabilistic Flawing Models of Automobile Parts of Cores with Complex Surfaces Class

The slider gear head as standard parts of cores with complex surfaces class was selected to investigate the defects. As the result of processing statistics data the distribution density of defects was calculated, their empirical distribution histogram was built and its theoretical law was defined. The consistency between the theoretical and empirical distributions of variables using Pearson criterion was investigated.

Keywords: automobile transmission, the slider gear head, flaw defection, statistical and probabilistic analyses.