

УДК 629.114.3

СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СХОДЖЕННЯ КОЛІС ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

**О.М. Тімков, доцент, к.т.н., М.І. Файчук, аспірант,
Національний транспортний університет, м. Київ**

Анотація. Проведено аналіз статистичних даних про технічний стан підвіски вантажних автомобілів і автопоїздів в умовах експлуатації. Розраховано характеристики розподілу випадкових величин і побудовано їх графічні характеристики.

Ключові слова: автопоїзд, непаралельність мостів, сходження коліс, ймовірність, конструктивні фактори, експлуатаційні фактори.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СХОЖДЕНИЯ КОЛЕС ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**А.Н. Тимков, доцент, к.т.н., Н.И. Файчук, аспирант,
Национальный транспортный университет, г. Киев**

Аннотация. Проведен анализ статистических данных о техническом состоянии ходовой части грузовых автомобилей и автопоездов в условиях эксплуатации. Рассчитаны характеристики распределения случайных величин и построены их графические характеристики.

Ключевые слова: автопоезд, непараллельность мостов, схождения колес, вероятность, конструктивные факторы, эксплуатационные факторы.

STATISTICAL RESEARCH OF WHEELS BALANCING OF TRUCKS UNDER OPERATION

**A. Timkov, Associate Professor, Candidate of Technical Science, N. Faychuk
postgraduate, National Transport University, Kyiv**

Abstract. The analysis of statistical data concerning the technical condition of trucks suspension and lorry convoys in operation is carried out. The characteristics of random variables distribution are calculated, and their graphic characteristics are calculated.

Key words: lorry convoy, bridges parallelism, convergence of wheels, probability, structural factors, operational factors.

Вступ

Досвід експлуатації автопоїздів свідчить, що характер їх руху залежить від багатьох факторів. При русі по криволінійних траєкторіях спостерігається розбіжність колій тягача і причіпних ланок автопоїзда, що погіршує маневреність транспортного засобу і потребує збільшеної ширини проїзної частини дороги. На характер руху ланок автопоїзда впливає багато конструктивних і експлуатаційних факторів, а також їх технічний стан.

Питанням аналізу технічного стану вантажних автомобілів та автопоїздів присвячена дана стаття.

Аналіз публікацій

Експлуатаційні властивості автопоїздів досліджували Д.А. Антонов, С.С. Атаєв, Я.Х. Закин, С.Я. Марголис, В.П. Сахно, Я.Е. Фаробин, Д.Р. Эллис, М.С.Висоцький, А.Г. Вигонський, Л.Х. Гіллелес, С.Г. Херсонські та інші вітчизняні і іноземні вчені. У роботах цих дослідників до-

сильно глибоко вивчено питання маневреності і керованості автопоїздів залежно від конструктивних параметрів транспортного засобу [1, 2], а також залежно від експлуатаційних факторів (дорожніх умов, режимів руху та ін.) [3–6]. Робіт з дослідження впливу зміни параметрів конструкції, що виникають під час експлуатації, на експлуатаційні властивості автопоїзда, на сьогодні не багато.

Мета та постановка задачі

Обробка статистичних даних про стан ходової частини автомобілів та автопоїздів, що знаходяться в експлуатації. Розрахунок основних властивостей випадкової величини та вибір закону розподілу.

Матеріали та результати аналізу

Числові значення показників надійності автомобілів визначають за результатами спостережень в умовах експлуатації чи випробувань.

Раніше збір статистичних даних щодо надійності автомобілів відбувався на експериментальних автомобільних хазяйствах, що були підпорядковані НАМІ, сьогодні цим займаються фірмові СТО, що збирають необхідну інформацію та передають її заводам виробникам. За допомогою зібраних статистичних даних (рис. 1) з діагностування вантажних автомобілів та причіпного складу різних марок, з різними пробігами кількістю 72 одиниці був проведений статистичний аналіз.

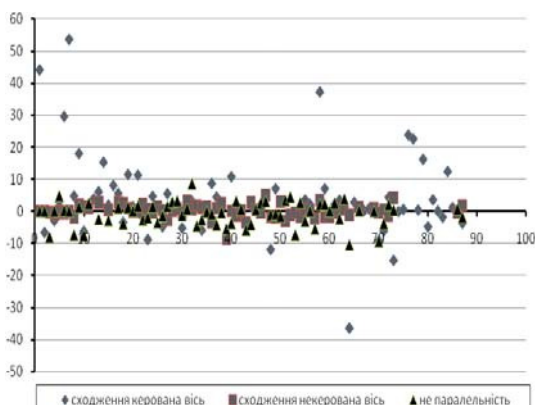


Рис. 1. Статистичні дані про стан ходової частини автопоїздів та вантажних автомобілів

Проведення статистичного аналізу передбачало визначення виду, розташування та характеристик розподілу випадкової величини.

Побудовані графічні залежності накопичування частот, гістограми розподілу сходження та непаралельності мостів автопоїздів.

Графічно варіаційний ряд можна зобразити у вигляді гістограми. Гістограма є статистичним аналогом функції щільності розподілу й дозволяє судити про вигляд закону розподілу. Відповідність виду гістограми фактичного розподілу залежить від кількості інтервалів групування *t*. Якщо кількість інтервалів *m* занадто велика, то й гістограма сильно порізана, має провали через мале число точок, що потрапили в деякі інтервали, її вид буде значно залежати від випадків експериментальних даних. Якщо кількість інтервалів мала, це призведе до згладжування деяких особливостей розподілу. Відповідно має існувати таке оптимальне число інтервалів групування, за якого гістограма буде мати плавний характер без розривів, при цьому вона буде відображати особливості розподілу. На основі аналізу літературних джерел сформульовано рекомендації різних авторів [7] до вибору кількості інтервалів групування, які наведено в табл. 1.

Таблиця 1 Рекомендації до вибору кількості інтервалів групування

Автор	Рекомендована формула
Г.А. Старджес	$m = 3,3lg n + 1$
Брукс і Каррузерс	$m = 5lg n$
Хайнхольд Гаеде	$m = \sqrt{n}$
Таушанов і Тонева	$m = 4lg n$

Наведені рекомендації визначають число інтервалів групування залежно від кількості вимірювань *n* і не враховують вигляд закону розподілу. Однак для опису гостровершинного розподілу потрібні більш маленькі інтервали порівнянно з рівномірним розподілом. Отже, величина *m* має залежати від виду розподілу. Одним з шляхів урахування вигляду розподілу є вибір інтервалів такої ширини, за якої кількість потраплянь статистичних значень в них однакова.

Довжина інтервалу визначалась з виразу

$$A = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{n}, \tag{1}$$

де t_{\max} і t_{\min} – найбільше та найменше значення показника.

Імовірність визначалась з виразу

$$P_i = \frac{m_i}{N}, \quad (2)$$

де m_i – частота потрапляння статистичних даних в i -му інтервалі.

Середнє значення, середньоквадратичні відхилення та значення коефіцієнта варіації за формулами

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n t_{ci} P_i; \quad \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (t_{ci} - \bar{t})^2 P_i}; \quad v = \frac{\sigma}{\bar{t}}, \quad (3)$$

де n – кількість інтервалів у статистичному ряді; t_{ci} – значення середини i -го інтервалу; P_i – експериментальна імовірність i -го інтервалу.

Показникам надійності, пов'язаним із конкретними причинами відмов деяких груп виробів, притаманні певні закономірності, що описані математичними моделями – законами розподілу.

Нормальний розподіл відбувається у тих випадках, коли відмова обумовлена великою кількістю факторів, що мало пов'язані один з одним, та жоден з них не є визначальним, при цьому доля раптових відмов надзвичайно мала. До таких відмов, наприклад, можна віднести відмови підшипників, знос накладок та інші.

Експоненціальний закон розподілу відмов характерний для відмов автомобілів їх вузлів та агрегатів, тобто складних систем, що складаються з великої кількості деталей, відмови яких, разом з раптовими, є наслідком різних причин, у тому числі важких умов експлуатації.

Розподіл Вейбула відповідає явищам пов'язаним з порушеннями роботи конкретних елементів автомобілів внаслідок сукупності зносу елементів та псування від втоми. Згідно з дослідженнями НАМІ, для 60 % деталей автомобіля розподіл відмов підпорядкований закону Вейбула з параметром $b = 1,3 \dots 3,18$, для 35 % – нормальному закону, для 3 % – експоненціальному і для 2 % – логарифмічно нормальному.

За результатами статистичних досліджень впливає, що параметри сходження та непаральність мостів автопоїзда в експлуатації

підпорядковані нормальному закону розподілу (рис. 2. та табл. 2). Але гістограма розподілу має деяку асиметричність закону розподілу відмов, що вказує на існуючі конструктивні недоліки відповідних деталей та вузлів або на некваліфіковане керування автомобілем чи інші порушення правил технічної експлуатації, що призводять до раптових відмов.

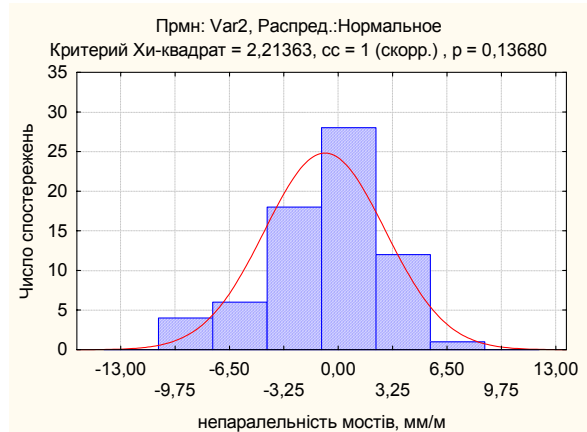


Рис. 2. Гістограма розподілу непаральності некерованих мостів вантажних автомобілів

Таблиця 2 Розподіл непаральності мостів

Параметр	Значення
Середнє	-0,7913
Стандартна похибка	0,433978
Медіана	0
Мода	0
Стандартне відхилення	3,604888
Дисперсія вибірки	12,99522
Експес	0,423503
Асиметричність	-0,46041
Інтервал	19,1
Мінімум	-10,4
Максимум	8,7
Сума	-54,6
Всього	69
Рівень надійності (95,0%)	0,865989

Знання закономірностей виникнення відмов дозволяє розв'язувати конкретні практичні задачі в сфері виробництва автомобілів та їх експлуатації. Так симетричний розподіл відмов, як правило, свідчить про певну досконалість конструкції, збільшення надійності в цьому випадку може бути досягнуте за раху-

нок вдосконалення режимів та технологій технічного обслуговування та ремонту. Крім того, ця інформація може бути використана при визначенні обсягів ремонтних робіт з усунення існуючих відмов.

Висновок

Проведено статистичний аналіз даних про стан ходової частини вантажних автомобілів, отримано вигляд, розташування та характеристики розподілу випадкової величини. Побудовано графічні залежності накопичування частот, гістограми розподілу сходження та непаралельності мостів автопоїздів. В подальшому буде проведено співставлення результатів виконаних за декількома варіантами розподілу.

Література

1. Фаробин Я.Е. Оценка эксплуатационных свойств автопоездов для международных перевозок / Я.Е. Фаробин, В.С. Щупляков – М.: Транспорт, 1983. – 200 с.
2. Литвинов А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
3. Высоцкий М.С. Обеспечение надежности автомобилей МАЗ в эксплуатации / М.С. Высоцкий, А.Е. Гальбурт, Л.Х. Гилелес и др.; под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 1977. – 183 с.
4. Индикт Е.А. Эксплуатационная надежность грузовых автомобилей / Е.А. Индикт, В.А.Черняйкин. – М.: НИИНавтопром, 1977. – 92 с.
5. Кугель Р.В. Надежность машин массового производства / Р.В. Кугель. – М.: Машиностроение, 1981. – 244 с.
6. Высоцкий М.С. Автомобили: Основы проектирования: учеб. пособие для вузов / М.С. Высоцкий, А.Г. Выгонский, Л.Х. Гилелес, С.Г. Херсонски; под ред. М.С. Высоцкого. – Минск: Высш. шк., 1987. – 152 с.
7. Новицкий П.Ф. Оценка погрешностей результатов измерений / И.А. Зограф, П.Ф. Новицкий – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 248 с.

Рецензент: В.І. Клименко, професор, к.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 1 липня 2011 р.