

С. Ю. Тищенко, В. В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

А. В. Гриньків, ст. дослідник, канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

e-mail: AulinVV@gmail.com

Виявлення типових відмов елементів автомобілів групи Renault та обґрунтування вибору запасних частин

В статті розглядаються методи виявлення і дослідження відмов елементів (вузлів деталей, систем, агрегатів) автомобілів. Основні проблеми процесу ефективності експлуатації легкових автомобілів безпосередньо залежить від цілісного підходу до реалізації заходів матеріально-технічного забезпечення, включаючи планування обсягів постачання та управління запасами запасних частин на підприємствах, що здійснюють технічне обслуговування та поточний ремонт, починаючи з дистриб'юторських мереж і завершуючи дилерськими СТО. Проведено аналіз останніх досліджень щодо ключових умов стабільного функціонування автомобільних сервісних систем (таких як СТО, логістичні центри з постачання запчастин і склади автомобільних комплектуючих) та розроблено ряд заходів, спрямованих на підвищення їхньої ефективності. Це також потребує впровадження відповідних методів аналізу, оцінювання та прогнозування їхньої поведінки в умовах динамічних систем обслуговування клієнтів. Визначено номенклатуру елементів, що лімітують працездатність (або «критичних» за працездатністю) автомобілів та ступінь впливу елементів автомобілів марки Renault. Виявлено рівень значущості впливу відмов елементів автомобілів на рівень їхньої працездатності. Розроблено методику переходу елементів, що обмежують ресурс автомобілів в ранг запасних частин.

автомобіль, елемент, відмова, працездатність, рівень впливу, показник надійності, запчастина

Постановка проблеми. Процес експлуатації автомобілів та його ефективність тісно пов'язані з комплексним підходом до виконання різноманітних заходів матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) [1,2], в т.ч. планування обсягу постачань та управління запасом запасних частин (ЗЧ) на підприємствах технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, починаючи від ланцюжка дистриб'юторської мережі та закінчуючи дилерською мережею станцій технічного обслуговування (СТО) [3].

Використовуючи досвід вітчизняного автомобільного ринку легкових автомобілів закордонного виробництва, а також враховуючі темпи його високого зростання, можливо виявити таку характерну рису як обмеженість номенклатури деталей, вузлів, систем і агрегатів. Вони є найбільш споживаними в частині загального обсягу ЗЧ, що витрачаються. Враховуються також елементи автомобілів які знаходяться гарантійному обслуговуванні. Своєчасне впровадження заходів щодо забезпечення необхідного рівня працездатності автомобілів може бути засноване на підході до оптимізації організації постачання та планування обсягу потреби та постачання ЗЧ [1] в умовах формування дистриб'юторської системи бренду Renault [1]. У зв'язку з цим у рамках експериментальних досліджень передбачається формування структури та змісту необхідної інформації, розробки методів її обробки і використання для вирішення завдань визначення потреби в елементах автомобілів бренду Renault з урахуванням їхнього просування в районі ділової активності функціонування дистриб'юторської системи постачання ЗЧ на СТО [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні та в майбутньому однією з ключових умов ефективного функціонування автомобільних сервісних систем – СТО, логістичні центри з постачання ЗЧ та склади автозапчастин – є постійна розробка та

впровадження заходів, спрямованих на підвищення їхньої ефективності [4]. Це, своєю чергою, вимагає використання сучасних методів аналізу, оцінки та прогнозування поведінки цих систем у динамічному середовищі автосервісного обслуговування клієнтів [4,5].

На українському ринку автосервісу та дистриб'юторських систем управління постачанням та запасами ЗЧ існує низка характерних проблем [6-9], серед яких:

- відсутність відкритості підприємств та їхніх фінансових даних, що ускладнює збір і аналіз необхідної інформації для розробки ефективних підходів до оптимізації роботи мереж СТО та систем дистрибуції;

- нестача дієвих методик для оцінки ефективності функціонування СТО з урахуванням як кількісних, так і якісних показників, а також прогнозування потреб у ЗЧ.

Ці виклики обумовлюють необхідність створення інноваційних принципів і методичних підходів, що дозволять підвищити ефективність роботи СТО [10-12]. Такі підходи мають враховувати часові чинники, поточну ринкову ситуацію та забезпечувати можливість оперативного планування потреб у ЗЧ, орієнтуючись на активність у регіонах, де діють мережі СТО та дистриб'юторські системи [13-15].

Сучасні економічні зміни змушують дистриб'юторські структури переглядати свою політику постачання ЗЧ на автосервісні підприємства з метою підтримання необхідного рівня працездатності транспортних засобів (ТЗ) [16-18].

Варто зазначити, що рівень запасів матеріальних ресурсів на СТО та етап попереднього постачання зазвичай базується на нормативних документах. Проте на практиці нормативний підхід не завжди є ефективним, натомість більш результативними є планувальні методики, засновані на статистичних і математичних підходах – зокрема, на теорії відновлення та теорії масового обслуговування [19-20].

Вирішення даної задачі передбачає необхідність наявності експериментальної складової досліджень [11], націлених на:

- застосування статистичного підходу при отриманні статистичних характеристик надійності елементів (вузлів, систем, агрегатів) автомобілів у процесі експлуатації, абсолютних та питомих витрат на ЗЧ при відновленні їхньої працездатності;

- визначення закономірностей розподілу відмов елементів (запасних частин) та формування провідних функцій потоків відмов;

- виявлення рівня значущості впливу відмов елементів автомобілів на рівень їхньої працездатності;

- виділення номенклатури елементів (ЗЧ), що лімітують працездатність легкових автомобілів.

Постановка завдання. Метою цієї роботи є розробка методики виявлення номенклатури елементів автомобілів марки Renault, які можна використати в дистриб'юторській та дилерській системах постачання запчастин на станціях їхнього технічного обслуговування.

Викладення основного матеріалу. Дослідженню підлягали автомобілі марки Renault, що обслуговуються на дилерських центрах та які експлуатувалися в умовах інтенсивного заміського та міського руху. Термін збору експериментальних даних становив 2 роки в період з 2022 по 2024 роки. У ході експерименту було розглянуто 500 автомобілів бренду Renault такі як: Renault Dokker, Renault Express, Renault Master

Була досліджена структура елементів (вузлів, систем, агрегатів) автомобілів Renault та введенні їх позначення. Ці елементи підлягали оцінці експлуатаційної надійності. Номенклатуру елементів марки Renault формували на основі аналізу умов

та інтенсивності експлуатації, а також несправностей та потоку відмов, при використанні інформаційної бази даних. Відмови та несправності були класифіковані на основі основних положень, з метою проведення якісної оцінки надійності вузлів, систем та агрегатів автомобілів. Класифікаційні ознаки врахували специфіку відмов та несправностей. Їх приклади наведені в таблиці 1.

Зауважимо, що поділ отриманих у ході спостереження даних (табл.1) здійснено за організаційною і локальною ознаками та з урахуванням досвіду і кваліфікації персоналу СТО. Наведено приклади регулярного контролю технічного стану автомобілів, що враховують напрацювання вузлів, систем та агрегатів в реальних умовах їхньої експлуатації. Беруться до уваги обсяги проведених технічних робіт та перелік виявлених, зареєстрованих відмов і несправностей.

Таблиця 1 - Класифікація відмов та несправностей автомобілів марки Renault

1. Вплив на працездатність:	1.1. Відмова елемента викликає відмову автомобіля
	1.2. Відмова елемента не викликає відмови(несправності) автомобіля
2. За джерелом та причинами виникнення відмов автомобіля:	2.1. Виробничі недосконалості або порушення технології виготовлення системи зчеплення
	2.2. Експлуатаційні (порушення правил технічної експлуатації, кваліфікація персоналу)
	2.3. Деградаційні, зумовлені природними процесами старіння гумових матеріалів
3. За характером зміни параметра технічного стану	3.1. Поступові відмови - плавні та монотонні зміни технічного стану амортизаторів
	3.2. Раптові відмови - стрибкоподібні непрогнозовані зміни технічного стану системи турбонаддуву двигуна
4. За значимістю впливу на працездатність:	4.1. Критична відмова - відмова, що впливає на зниження дорожньої та екологічної безпеки, що призводить до припинення транспортного процесу та вимагає для його усунення заміни базових деталей системи зчеплення та стартеру
	4.2. Істотна лінійна відмова - викликана погіршенням техніко-експлуатаційних властивостей, що призводить до припинення та (або) порушення розпочатого транспортного процесу елементів ходової частини
	4.3. Несуттєва відмова - інші відхилення технічного стану від вимог нормативно-технічної документації(елементів ходової частини), що не порушують транспортний процес

Джерело: розроблено авторами

Зазначимо, що умови проведених випробувань належать до класу випробувань, що не підлягають фіксації режиму роботи. З урахуванням розроблених підходів вони мають такий характер:

- інформаційний, тобто коли відомості спрямовані на велику кількість споживачів в т.ч. клієнтів та співробітників СТО;
- рекомендаційний, який містить певні пропозиції (іноді комерційні), направлені на адресу заводу-виробника, або споживачів.

Визначається перелік елементів автомобілів, що лімітують працездатність, виявляються причини виникнення відмов та несправностей. Також формуються рекомендації термінів та специфікації робіт щодо підтримки справного технічного стану автомобілів. При проведенні експериментальних досліджень зі збору та обробки статистичної інформації про експлуатаційну надійність відібраних елементів було отримано оціночні показники.

В подальшому розгляді та вирішенні поставлених завдань, розв'язувались питання оптимізації та прогнозування потреби в елементах автомобілів з урахуванням їхнього просування у районі ділової активності функціонування дистриб'юторських та дилерських систем постачання елементів як запасних частин(ЗЧ) у дилерську мережу СТО. Структура сукупності елементів представлена в таблицях 2-4.

Таблиця 2 - Структура та позначення елементів автомобілів Renault Dokker

п/п	Найменування елементів	Індекс елементів, E1
1	Втулки переднього стабілізатора	E1
2	Стійки переднього стабілізатора	E2
3	Опора двигуна права	E3
4	Важелі передньої підвіски	E4
5	Сайлентблоки задньої балки	E5
6	Гальмівні диски	E6
7	Наконечники рулевих тяг	E7
8	Рульова рейка	E8
9	Передні амортизатори	E9
10	Опорні підшипники	E 10
11	Задні амортизатори	E 11
12	Зчеплення КПП	E 12
13	Стартер	E13
14	Ремінь ГРМ з роликами	E14
15	Ремінь полікліновий з роликами	E15
16	Помпа	E16
17	Турбокомпресор	E17
18	Калібрування і ремонт паливних форсунок	E18

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 3 - Структура та позначення елементів автомобілів Renault Express

п/п	Найменування елементів	Індекс елементів, E1
1	Втулки переднього стабілізатора	E1
2	Стійки переднього стабілізатора	E2
3	Опора двигуна права	E3
4	Важелі передньої підвіски	E4
5	Сайлентблоки задньої балки	E5
6	Гальмівні диски	E6
7	Наконечники рулевих тяг	E7
8	Передні ступичні підшипники	E8
9	Передні амортизатори	E9
10	Опорні підшипники	E 10
11	Задні амортизатори	E 11
12	Зчеплення КПП	E 12
13	Задні гальмівні барабани з колодками	E13
14	Ремінь ГРМ з роликами	E14
15	Ремінь полікліновий з роликами	E15
16	Помпа	E16
17	Турбокомпресор	E17
18	Калібрування і ремонт паливних форсунок	E18

Джерело: розроблено авторами

Виявлення елементів автомобілів, що лімітують їх працездатність, формували внаслідок комплексного врахування наступних критеріїв:

- наявність типових відмов, що визначають ресурс, та їх частота на одиницю пробігу автомобіля;
- рівень впливу кожної відмови на загальну працездатність транспортного засобу;
- співвідношення між витратами на заміну певного елемента і середнім напрацюванням до відмови для відповідного типу поломок.

Таблиця 4 - Структура та позначення елементів автомобілів Renault Master

п/п	Найменування елементів	Індекс елементів, E1
1	Втулки переднього стабілізатора	E1
2	Стійки переднього стабілізатора	E2
3	Маточина колісна передня	E3
4	Шарова опора переднього важеля	E4
5	Ресори заднього моста	E5
6	Гальмівні диски передні	E6
7	Наконечники рулевих тяг	E7
8	Рульова рейка	E8
9	Передні амортизатори	E9
10	Опорні підшипники	E 10
11	Задні амортизатори	E 11
12	Зчеплення КПП	E 12
13	Стартер	E13
14	Ланцюг ГРМ	E14
15	Ремінь полікліновий з роликами	E15
16	Помпа	E16

Джерело: розроблено авторами

Для отримання найбільш правдоподібних результатів дослідження вирішено збирати реальні дані про діяльність дилерської мережі СТО, на яких обслуговується бренд Renault. В результаті збору статистичних даних та формування бази даних про відмови, що у процесі експлуатації, отримані основні статистичні показники: середні напрацювання на відмову; коефіцієнт варіації; дисперсія та ін. Це дозволило виявити, оцінити та класифікувати відмови автомобілів даної марки. Також буди отримані показники їхньої експлуатаційної надійності, та визначені інтегральні та диференціальні функції напрацювань на відмову.

Експлуатаційні показники автомобілів за даними діяльності дилерської мережі СТО оцінювали методом послідовних переваг.

За показниками надійності була розроблена методика виявлення критичних елементів автомобілів, тих що лімітують їх працездатний стан. При визначенні номенклатури запчастин, які слід замовити *визначали ступінь впливу* типових відмов на загальну працездатність автомобіля. Проаналізовані дані про класифікацію відмов та дані з досвіду обслуговування та експлуатації автомобілів, а також ремонту їхніх вузлів, систем та агрегатів (елементів).

Виявлено наступні типові ступені впливу на можливість подальшої експлуатації автомобілів:

– ступінь Q_1 типового впливу елемента, відмова якого призводить до повної неможливості експлуатації автомобіля, тобто транспортний засіб переходить у граничний або повністю несправний стан;

– ступінь Q_2 типового впливу елемента, при відмові якого суттєво погіршується технічний стан автомобіля, виникає необхідність у негайному ремонті, і автомобіль вважається несправним;

– ступінь Q_3 типового впливу елемента, відмова якого спричиняє незначне відхилення технічного стану автомобіля від нормативних показників. Несправність потребує усунення, ремонт є тривалим, а сама відмова класифікується як незначна.

Визначено ступінь впливу по кожному досліджуваному елементу автомобілів марки Renault за сумарним значенням оцінки. При цьому враховували вартість елемента як запасної частини, середнє напрацювання на відмову і питомі витрати на відмову. Отримані результати по автомобілям Renault Dokker, Renault Express, Renault Master занесені до таблиць 5-7.

Таблиця 5 – Рівень типових впливів елементів на працездатність автомобіля Renault Dokker

№ п/п	Найменування елемента	Позначення елемента	Рівень впливу на працездатність Q_i/Ω_{ij} оціночний показник			Сумарне значення оцінки $\Omega_{\Sigma i}$	Вартість запасної частини C, у.о.	Середнє напруження на відмову $\bar{l}$, т.км.	Питомі витрати на запасні частини Si
			Q1	Q2	Q3				
			$\Omega_{i1} = 10$	$\Omega_{i21} = 6$	$\Omega_{i31} = 3$				
1.	Втулки переднього стабілізатора	E ₁			+	3	5	75	0,066
2	Стійки переднього стабілізатора	E ₂			+	3	20	75	0,266
3	Опора двигуна права	E ₃		+	+	9	90	80	1,125
4	Важелі передньої підвіски	E ₄		+	+	9	80	75	1,066
5	Сайлентблоки задньої балки	E ₅		+	+	9	15	100	0,15
6	Гальмівні диски передні	E ₆	+	+		16	55	90	0,61
7	Наконечники рульових тяг	E ₇	+	+	+	19	15	50	0,30
8	Рульова рейка	E ₈	+	+	+	19	1000	180	5,5
9	Передні амортизатори	E ₉		+	+	9	150	80	1,875
10	Опорні підшипники	E ₁₀		+	+	9	60	80	0,75
11	Задні амортизатори	E ₁₁		+	+	9	100	100	1
12	Зчеплення КПП	E ₁₂	+			10	130	150	0,86
13	Стартер	E ₁₃	+			10	90	200	0,45
14	Ремінь ГРМ з роликками	E ₁₄	+			10	90	120	0,75
15	Ремінь полікліновий з роликками	E ₁₅	+			10	60	120	0,5
16	Помпа	E ₁₆	+	+		16	55	120	0,45
17	Турбокомпресор	E ₁₇	+	+		16	450	250	1,8
18	Калібрування і ремонт паливних форсунок	E ₁₈	+	+	+	19	400	250	1,6

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 6 – Рівень типових впливів елементів на працездатність автомобіля Renault Express

№ п/п	Найменування елемента	Позначення елемента	Рівень впливу на працездатність Q_i/Ω_{ij} оціночний показник			Сумарне значення оцінки $\Omega_{\Sigma i}$	Вартість запасної частини C, у.о.	Середнє напруження на відмову $\bar{l}$, т.км.	Питомі витрати на запасні частини Si
			Q1	Q2	Q3				
			$\Omega_{i1} = 10$	$\Omega_{i21} = 6$	$\Omega_{i31} = 3$				
1.	Втулки переднього стабілізатора	E ₁			+	3	8	90	0,08
2	Сійки переднього стабілізатора	E ₂			+	3	30	90	0,33
3	Опора двигуна права	E ₃		+	+	9	120	130	0,92
4	Важелі передньої підвіски	E ₄		+	+	9	100	90	1,11
5	Сайлентблоки задньої балки	E ₅		+	+	9	25	120	0,208
6	Гальмівні диски передні	E ₆	+	+		16	70	100	0,7
7	Наконечники рулевих тяг	E ₇		+	+	9	25	70	0,35
8	Передні ступичні підшипники	E ₈	+	+		16	80	150	0,53
9	Передні амортизатори	E ₉		+	+	9	170	120	1,41
10	Опорні підшипники	E ₁₀		+	+	9	70	120	0,58
11	Задні амортизатори	E ₁₁		+	+	9	110	120	0,91
12	Зчеплення КПП	E ₁₂	+			10	130	150	0,86
13	Задні гальмівні барабани з колодками	E ₁₃		+	+	9	150	150	1
14	Ремінь ГРМ з роликами	E ₁₄	+			10	110	120	0,91
15	Ремінь полікліновий з роликами	E ₁₅	+			10	80	120	0,66
16	Помпа	E ₁₆	+	+		16	75	120	0,625
17	Турбокомпресор	E ₁₇	+	+		16	500	300	1,66
18	Калібрування і ремонт паливних форсунок	E ₁₈	+	+	+	19	440	300	1,46

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 7 – Рівень типових впливів елементів на працездатність автомобіля Renault Master

№ п/п	Найменування елемента	Позначення елемента	Рівень впливу на працездатність Q_i/Ω_{ij} оціночний показник			Сумарне значення оцінки $\Omega_{\Sigma i}$	Вартість запасної частини C, у.о.	Середнє напрацювання на витрати $\bar{l}$, т.км.	витрати на запасні Si
			Q1	Q2	Q3				
			$\Omega_{i1} = 10$	$\Omega_{i21} = 6$	$\Omega_{i31} = 3$				
1.	Втулки переднього стабілізатора	E ₁			+	3	5	70	0,07
2	Стійки переднього стабілізатора	E ₂			+	3	20	70	0,28
3	Маточина колісна передня	E ₃	+	+		16	150	150	1
4	Шарова опора переднього важеля	E ₄		+	+	9	90	80	1,125
5	Ресори заднього моста	E ₅	+	+		16	200	150	1,33
6	Гальмівні диски передні	E ₆	+	+		16	60	100	0,6
7	Наконечники рулевих тяг	E ₇		+	+	9	20	60	0,33
8	Рульова рейка	E ₈	+	+	+	19	1000	250	4
9	Передні амортизатори	E ₉		+	+	9	160	120	1,33
10	Опорні підшипники	E ₁₀		+	+	9	60	120	0,5
11	Задні амортизатори	E ₁₁		+	+	9	120	120	1
12	Зчеплення КПП	E ₁₂	+			10	150	160	0,93
13	Стартер	E ₁₃	+			10	100	200	0,5
14	Ланцюг ГРМ	E ₁₄	+	+		16	150	200	0,75
15	Ремінь полікліновий з роликami	E ₁₅	+			10	70	100	0,7
16	Помпа	E ₁₆	+	+		16	60	250	0,24

Джерело: розроблено авторами

Аналіз даних для автомобілів Renault Dokker (табл.5) свідчить, що найбільш відповідальними є елементи E12-E15, які мають типовий ступінь впливу Q_1 і приводять до непрацездатності автомобіля. Елементи E6, E16, E17 знаходяться у зоні більшого ризику, оскільки вони мають як типовий ступінь впливу Q_1 , так і Q_2 . Всі типові ступені впливу мають елементи E7, E8, E18. В зоні меншого ризику знаходяться елементи E3-E5, E9-E11, оскільки вони мають типові ступені впливу Q_2 і Q_3 на працездатний стан автомобілів Renault Dokker.

Аналіз даних для автомобілів Renault Express (табл.6) визначив, що найбільш відповідальними є елементи E12, E14-E15, які мають типовий ступінь впливу Q_1 і призводить до непрацездатності автомобіля. Елементи E6, E8, E16, E17 знаходяться у зоні більшого ризику, оскільки вони мають як типовий ступінь впливу Q_1 , так і Q_2 . Всі типові ступені впливу має елемент E18. В зоні меншого ризику знаходяться елементи E3-E5, E7, E9-E11, E13, оскільки вони мають типові ступені впливу Q_2 і Q_3 на працездатний стан автомобілів Renault Express.

Аналіз даних для автомобілів Renault Master (табл.7) показав, що найбільш відповідальними є елементи E12, E13, E15, які мають типовий ступінь впливу Q_1 , що призводить до непрацездатності автомобіля. Елементи E3, E5, E6, E14, E16 знаходяться у

зоні більшого ризику, оскільки вони мають як типовий ступінь впливу Q_1 , так і Q_2 . Всі типові ступені впливу має елемент Е8. В зоні меншого ризику знаходяться елементи Е4, Е7, Е9-Е11, оскільки вони мають ступінь типового впливу Q_2 і Q_3 на працездатний стан автомобілів Renault Master.

Слід зазначити, що розглянуті елементи необхідно замовляти як запасні частини для обслуговування даних автомобілів в розрізі дистриб'юторської та дилерської системою постачання запчастин на станції їх технічного обслуговування, а також визначити значимість та ступінь впливу на працездатність автомобілів цих ЗЧ, щоб сформулювати ефективний порядок замовлення ЗЧ.

Проведеними дослідженнями виявлено, що для автомобілів групи Renault необхідно замовляти негайно ЗЧ, при виходу з ладу яких експлуатація автомобілів неможлива: зчеплення КПП, стартер, ремінь ГРМ з роликами, ремінь полікліновий з роликами.

Якщо при виходу з ладу елементів відбувається істотне зниження технічного стану автомобілів та виникає необхідність проведення ремонту, то можливо спланувати заздалегідь замовлення помпи і турбокомпресора.

Під проведення більш великих ремонтів, щоб зменшити час простою автомобіля, вихід з ладу, коли відбувається незначне відхилення технічного стану легкових автомобілів від еталонних значень, слід замовляти наступні деталі: втулки переднього стабілізатора, стійки переднього стабілізатора.

Елементи, які мають декілька типових ступенів впливу на працездатність автомобіля: передні та задні амортизатори, важелі передньої підвіски, наконечники рульових тяг, передні гальмівні диски, рульова рейка, сайлентблоки задньої балки, опорні підшипники стійок амортизаторів, калібрування і ремонт паливних форсунок. Замовлення їх, як запчастин треба спланувати на основі переважності типових ступенів їх впливу на технічний стан автомобіля групи Renault.

Висновки

1. Досліджено характерні відмови та несправності автомобілів марки Renault: Renault Dokker, Renault Express, Renault Master. Проведено їх класифікацію за джерелами та причинами виникнення, за характером зміни переходів технічного стану та за значимістю впливу на працездатність автомобіля.

2. При проведенні експериментальних досліджень зі збору і обробки статистичної інформації про рівень експлуатаційної надійності вузлів, систем і агрегатів була визначена номенклатура елементів для кожного із автомобілів.

3. Розроблена методика виявлення ресурсовизначальних елементів автомобілів марки Renault на основі ступенів типового впливу на технічний стан і показники експлуатаційної надійності. На основі результатів досліджень наведено обґрунтування елементів, які можуть розглядатися як запасні частини і які потребують різного рівня замовлення.

Список літератури

1. Аулін В. В., Гриньків А. В., Кузик О. В., Тertiця О. М., Байцан В. Г. Система сервісного обслуговування транспортної та сільськогосподарської техніки дилерським центром в агропромисловому виробництві. Крамаровські читання : зб. тез доп. XI Міжнар. наук.-техн. конф., 22–23 лют. 2024 р., м. Київ. Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2024. С. 108–110.
2. Аулін В. В., Гриньків А. В., Сергійчук А. А., Ляшук О. Л. Використання ймовірно-логічного діагностування технічного стану машин в розробці системи технічного обслуговування і ремонту. Крамаровські читання : зб. тез доп. XI Міжнар. наук.-техн. конф., 22–23 лют. 2024 р., м. Київ. Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2024. С. 103–105.
3. Аулін В. В. та ін. Оптимальний комплекс операцій технічного обслуговування і ремонту для підвищення надійності вузлів, систем та агрегатів мобільних машин. Центральноукр. наук. вісн. Техн. науки. 2023. Вип. 8(39)_II. С. 175–189.
4. Аулін В. В. та ін. Принципи побудови та функціонування кіберфізичної системи технічного сервісу автотранспортної та мобільної сільськогосподарської техніки. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2020. № 22. С. 162–174.

5. Poliakov A., Antonyuk O., Ratsyborynskiy V. Identification of improvement ways of estimation method for nomenclature and quantity of spare parts. *Tehnomus*. 2013. No. 20. P. 34–39.
6. Поляков А. П., Антонюк О. П. Аналіз факторів, які впливають на формування номенклатури та кількості запасних частин автотранспортного підприємства. *Вісн. Сх. укр. нац. ун-ту ім. В. Даля*. 2011. № 6(160). С. 139–143.
7. Поляков А. П., Антонюк О. П., Галушак Д. О. Організація забезпечення запасними частинами автотранспортних підприємств. *Наук. нотатки*. 2012. Вип. 36. С. 238–240.
8. Поляков А. П. та ін. Метод формування необхідної кількості запасних частин для ремонту засобів транспорту. *Наук. пр. Вінниц. нац. техн. ун-ту*. 2012. № 2.
9. Антонюк О. П. та ін. Обґрунтування вихідних принципів розробки методу формування номенклатури та кількості запасних частин. *Вісн. Житомир. держ. технол. ун-ту. Сер. Техн. науки*. 2014. № 2(69). С. 10–15.
10. Біліченко В. В., Антонюк О. П. Обґрунтування критеріїв оцінки ефективності вибору запасних частин, що зберігаються на складі АТП. *Вісн. Житомир. держ. технол. ун-ту. Сер. Техн. науки*. 2016. № 2(77). С. 56–61.
11. Антонюк О. П. Аналіз методів визначення номенклатурних груп запасних частин. *Вісн. СевНТУ. Сер. Машиноприладобудування та транспорт*. 2013. № 142. С. 181–183.
12. Біліченко В. В. та ін. Характеристика концепції щодо впровадження раціонального забезпечення регіонального вантажного АТП запасними частинами. *Вісн. Житомир. держ. технол. ун-ту. Сер. Техн. науки*. 2018. № 2(82). С. 21–24.
13. Біліченко В. В. та ін. Про раціональний підхід до забезпечення запасними частинами вантажних АТП регіону. *Наук. нотатки*. 2018. Вип. 62. С. 29–35.
14. Кашканов А. А., Москалюк М. Л. Методи обґрунтування запасів запасних частин у системі управління транспортним процесом. *Вісн. машинобуд. та трансп.* 2024. № 19(1). С. 68–74.
15. Антонюк О. П. Покращення процесу забезпечення запасними частинами рухомого складу автотранспортного підприємства : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20. Житомир, 2021. 24 с.
16. Bacchetti A., Saccani N. Spare parts classification and demand forecasting for stock control: Investigating the gap between research and practice. *Omega*. 2012. Vol. 40, No. 6. P. 722–737.
17. Bondarenko E. et al. Improving the Efficiency of Vehicle Operation by Defining the Organizational and Methodological Parameters of the Spare Parts Incoming Inspection System. In: Guda A. (ed.) *Networked Control Systems for Connected and Automated Vehicles*. NN 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. Cham : Springer, 2023. Vol. 509.
18. Strelnikov V. P., Strelnikov P. V. Defining the nomenclature of the spare parts sets and calculating the number of single sets of spare parts. *Math. machines and systems*. 2022. No. 2. P. 83–90.
19. Коробочка О. М. та ін. Моделювання складських запасів на станціях технічного обслуговування автомобілів. *Математичне моделювання*. 2023. № 2(49). С. 133–141.
20. TecDoc Catalogue by TecAlliance. URL: <https://web.tecalliance.net/uk/home> (дата звернення: 25.04.2025).

References

1. Aulin, V.V., Hryn'kiv, A.V., Kuzyk, O.V., Tertytsia, O.M., Baitsan, V.H. (2024). Systema servisnoho obsluhovuvannya transportnoi ta sil's'kohospodars'koi tekhniki dylers'kym tsentrom v ahropromyslovomu vyrobnytstvi. *Kramarovski chytannia: zb. tez dop. KhI Mizhnar. nauk.-tekhn. konf.*, Kyiv, 22–23 Liut. 2024 (pp. 108–110). Kyiv: Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].
2. Aulin, V.V., Hryn'kiv, A.V., Serhiichuk, A.A., Liashuk, O.L. (2024). Vykorystannia imovirnisno-lohichnoho diahnostuvannya tekhnichnoho stanu mashyn v rozrobtsi systemy tekhnichnoho obsluhovuvannya i remontu. *Kramarovski chytannia: zb. tez dop. KhI Mizhnar. nauk.-tekhn. konf.*, Kyiv, 22–23 Liut. 2024 (pp. 103–105). Kyiv: Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].
3. Aulin, V.V., et al. (2023). Optymal'nyi kompleks operatsii tekhnichnoho obsluhovuvannya i remontu dlia pidvyschennia nadiinosti vuzliv, system ta ahrehativ mobil'nykh mashyn. *Tsentral'noukrains'kyi naukovyi visnyk. Tekhnichni nauky*, 8(39)_II, 175–189 [in Ukrainian].
4. Aulin, V.V., et al. (2020). Printsypy pobudovy ta funktsionuvannya kiberfizychnoi systemy tekhnichnoho servisu avtotransportnoi ta mobil'noi sil's'kohospodars'koi tekhniki. *Tekhnichniy servic ahropromyslovoho, lisovoho ta transportnoho kompleksiv*, (22), 162–174 [in Ukrainian].
5. Poliakov, A., Antonyuk, O., & Ratsyborynskiy, V. (2013). Identification of improvement ways of estimation method for nomenclature and quantity of spare parts. *Tehnomus*, (20), 34–39.
6. Poliakov, A.P., & Antonyuk, O.P. (2011). Analiz faktoriv, yaki vplyvaiut' na formuvannia nomenklatury ta kil'kosti zapasnykh chastyn avtotransportnoho pidpriemstva. *Visnyk Skhidno-Ukrains'koho nats. un-tu im. V. Dalia*, (6(160)), 139–143 [in Ukrainian].
7. Poliakov, A.P., Antonyuk, O.P., & Halushchak, D.O. (2012). Orhanizatsiia zabezpechennia zapasnymy chastynamy avtotransportnykh pidpriemstv. *Naukovi notatky*, (36), 238–240 [in Ukrainian].
8. Poliakov, A.P., et al. (2012). Metod formuvannia neobkhidnoi kil'kosti zapasnykh chastyn dlia remontu zasobiv transportu. *Naukovi pratsi Vinnyts'koho nats. tekhn. un-tu*, (2) [in Ukrainian].

9. Antonyuk, O.P., et al. (2014). Obhruntuvannia vykhidnykh printsypiv rozrobky metodu formuvannia nomenklatury ta kil'kosti zapasnykh chastyn. *Visnyk Zhytomyrs'koho derzh. tekhnol. un-tu. Ser. Tekhn. nauky*, (2(69)), 10–15 [in Ukrainian].
10. Bilichenko, V.V., & Antonyuk, O.P. (2016). Obhruntuvannia kryteriiv otsinky efektyvnosti vyboru zapasnykh chastyn, shcho zberihaiut'sia na skladi ATP. *Visnyk Zhytomyrs'koho derzh. tekhnol. un-tu. Ser. Tekhn. nauky*, (2(77)), 56–61 [in Ukrainian].
11. Antonyuk, O.P. (2013). Analiz metodiv vyznachennia nomenklaturnykh hrup zapasnykh chastyn. *Visnyk SevNTU. Ser. Mashynopryladobuduvannia ta transport*, (142), 181–183 [in Ukrainian].
12. Bilichenko, V.V., et al. (2018). Kharakterystyka kontseptsii shchodo vprovadzhennia ratsional'noho zabezpechennia rehional'noho vantazhnoho ATP zapasnymy chastynamy. *Visnyk Zhytomyrs'koho derzh. tekhnol. un-tu. Ser. Tekhn. nauky*, (2(82)), 21–24 [in Ukrainian].
13. Bilichenko, V.V., et al. (2018). Pro ratsional'nyi pidkhdid do zabezpechennia zapasnymy chastynamy vantazhnykh ATP rehionu. *Naukovi notatky*, (62), 29–35 [in Ukrainian].
14. Kashkanov, A.A., & Moskaliuk, M.L. (2024). Metody obhruntuvannia zapasiv zapasnykh chastyn u systemi upravlinnia transportnym protsesom. *Visnyk mashynobuduvannia ta transportu*, 19(1), 68–74 [in Ukrainian].
15. Antonyuk, O.P. (2021). *Pokrashchennia protsesu zabezpechennia zapasnymy chastynamy rukhomoho skladu avtotransportnoho pidpriemstva: avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.20. Zhytomyr* [in Ukrainian].
16. Bacchetti, A., & Saccani, N. (2012). Spare parts classification and demand forecasting for stock control: Investigating the gap between research and practice. *Omega*, 40(6), 722–737. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.06.008>
17. Bondarenko, E., et al. (2023). Improving the efficiency of vehicle operation by defining the organizational and methodological parameters of the spare parts incoming inspection system. In A. Guda (Ed.), *Networked Control Systems for Connected and Automated Vehicles* (Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 509). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30226-6_14
18. Strelnikov, V.P., & Strelnikov, P.V. (2022). Defining the nomenclature of the spare parts sets and calculating the number of single sets of spare parts. *Mathematical Machines and Systems*, (2), 83–90.
19. Korobochka, O.M., et al. (2023). Modeliuvannia skladsykh zapasiv na stantsiiakh tekhnichnoho obsluhovuvannia avtomobiliv. *Matematychni modeliuvannia*, 2(49), 133–141 [in Ukrainian].
20. TecAlliance. (n.d.). *TecDoc Catalogue by TecAlliance*. <https://web.tecalliance.net/uk/home> (accessed: April 25, 2025).

Serhii Tyshchenko, Viktor Aulin, Prof., Dr. Tech. Sci., **Andrii Hrynkiv**, Senior Researcher, PhD tech. sci.
Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Identification of Typical Failures of Renault Group Vehicle Components and Justification of Spare Parts Selection

This article explores methods for detecting and studying failures of automotive components. The primary challenges related to the effectiveness of passenger vehicle operation are directly dependent on a holistic approach to the implementation of material and technical support measures. This includes the planning of supply volumes and management of spare parts inventory at enterprises involved in vehicle maintenance and repair. These enterprises range from distribution networks to dealer service stations.

An analysis of recent research on key conditions for the stable functioning of automotive service systems (such as service stations, logistics centers for spare parts supply, and automotive component warehouses) highlights the continuous development of measures aimed at improving their efficiency. This also requires the implementation of appropriate methods for analyzing, evaluating, and forecasting their behavior in dynamic customer service systems. The study identifies the nomenclature of components that limit the operability (or are "critical" for operability) of vehicles and assesses the degree of impact of components on the performance of Renault-branded vehicles.

The article also identifies the level of significance of failures in vehicle components and their impact on the overall performance of the vehicle. These findings are essential for the effective operation of service systems, ensuring that vehicles are maintained and repaired promptly, and that downtime is minimized. Further, the study suggests the application of predictive maintenance models and the introduction of advanced technologies in the automotive service industry to enhance both the operational efficiency and reliability of vehicles. By understanding the critical points of failure, automotive companies can reduce costs related to unscheduled repairs, improve customer satisfaction, and extend the operational lifespan of the vehicles they service.

In conclusion, the development of methods to predict, detect, and prevent failures of automotive components is crucial for the continued growth and competitiveness of service enterprises in the automotive sector. This research provides valuable insights into the factors that affect vehicle performance and offers practical recommendations for optimizing service systems, improving inventory management, and reducing the risks associated with component failures.

car, element, failure, performance, impact level, reliability indicator, spare part

Одержано (Received) 14.05.2025

Прорецензовано (Reviewed) 16.05.2025

Прийнято до друку (Approved) 20.05.2025