УДК 656.13.07(075.8)

О.П. Антонюк, А.М. Збегерський

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуто особливості особливості застосування системи масового обслуговування в умовах автотранспортного підприємства з метою зменшення тривалості простою рухомого складу в очікуванні необхідних запасних частин.

Ключові слова: *автотранспортне підприємство обслуговування, ймовірність, очікування, пропускна спроможність.*

The peculiarities of the application of the mass service system in the conditions of the motor vehicle enterprise in order to reduce the duration of downtime of the rolling stock while waiting for the necessary spare parts are considered.

Key words: *motor vehicle service enterprise, probability, expectation, capacity.*

Системою масового обслуговування (СМО), по відношенню до автотранспортного підприємства (АТП), називається система, в яку у випадкові моменти часу надходять заявки на обслуговування транспортних засобів. При цьому заявки, що надійшли, обслуговуються за допомогою ремонтних потужностей наявних у розпорядженні АТП.

Основними умовами функціонування СМО є співвідношення між вхідним потоком вимог і абсолютною пропускною здатністю системи $\omega \triangleright A$ або $\omega \triangleleft A$. Показники ефективності засобів ремонтних потужностей, з одного боку, залежатимуть від розміру вхідного потоку вимог ω та його варіації, а з іншого - від пропускних потужностей A та продуктивності засобів обслуговування [1].

Процес масового обслуговування деталей, вузлів та агрегатів (ДВА) з очікуванням характеризується тим, що вхідний та вихідний потоки є пуассонівськими з інтенсивністю λ та μ відповідно [1]. Паралельно можуть обслуговуватися не більше c ремонтних робітників, які чекають на відремонтовані (ДВА) для подальшого встановлення на транспортні засоби.

На АТП на величину вхідного потоку вимог впливатимуть такі фактори, як прийнята система технічного обслуговування (ТО) та ремонту; розподіл робіт між окремими дільницями; характеристики надійності транспортних засобів; якість відремонтованих автомобілів та запасних частин; вікова структура та різномарочність рухомогоскладу; умови експлуатації, пора року та інших. Вікова структура один із основних факторів, оскільки більшість рухомого складу на АТП це автомобілі із значними середньодобовими пробігами, що впливає на відмови вузлів і агрегатів. Прийнята на підприємстві система ТО та ремонту, а також організаційна структура інженерно-технічної служби (ІТС) розглядає вхідний потік вимог, що складається з окремих потоків.

Абсолютна пропускна здатність залежить від факторів, які бувають двох видів: екстенсивні та інтенсивні. До екстенсивних факторів можна віднести зростання чисельності ремонтних робітників без зміни їх якісного складу, забезпеченості запасними частинами, матеріалами та ін. До інтенсивних факторів належать: скорочення втрат часу за рахунок удосконалення рівня управління; підвищення кваліфікації ремонтних робітників; рівень механізації процесів технічного обслуговування та поточного ремонту (ТО та ПР) та ін.

Абсолютна пропускна спроможність:

$$A = \sum_{i=1}^{k} \mu_i \cdot n_i \qquad (1)$$

де $\mu_i = 1/t_Д$ – інтенсивність і-го технічного впливу;

n_i – кількість постів обслуговування і-го виду;

k – кількість видів постів обслуговування.

Тривалість технічного впливу є випадковою величиною, залежить від великої кількості факторів і визначається за виразом [1]:

$$t_Д = \frac{t \cdot k_М \cdot k_Д \cdot k_{ПР}}{T_{СМ} \cdot C \cdot P_П \cdot k_{КВ}} \quad (2)$$

де $T_{СМ}$ – тривалість зміни, год;

C – кількість змін;

$P_П$ – середня кількість одночасно працюючих посаді, чол.

Трудомісткість (t) технічних впливів залежить від типу, марки, модифікації транспортного засобу, пробігу з початку експлуатації, кваліфікації водіїв, умов експлуатації, прийнятої системи ТО та ремонту, організації та управління ІТС, стану ВТБ, технології виконання та механізації робіт.

Коефіцієнт, що враховує зміну трудомісткості в залежності від рівня механізації робіт $(k_М)$, залежить від рівня механізації робіт, спеціалізації ділянок за видами робіт.

Коефіцієнт, що враховує зміну трудомісткості при використанні діагностування $(k_Д)$, залежить від рівня впровадження у технологічний процес ТО та ремонту діагностики та достовірності інформації.

Коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу з організійних причин $(k_{ПР})$, залежить від організації та управління виконанням робіт з ТО та ремонту, забезпеченості ремонтними робітниками, запасними частинами, обладнанням.

Коефіцієнт, що враховує кваліфікацію ремонтних робітників $(k_{КВ})$, враховує різну продуктивність праці ремонтних робітників залежно від їхньої кваліфікації (розряду) та ступеня складності виконуваних робіт.

Для аналізу даних необхідно розглянути приклад автотранспортного підприємства, що використовує багатоканальну систему масового обслуговування з очікуванням, з рухомим складом понад 100 одиниць.

Пасажирське автотранспортне підприємство із трьома дільницями (каналами) виконує ремонт несправних ДВА для парку автомобілів. Потік несправних ДВА, які прибувають до майстерні підприємства, – пуасонівський і має різну інтенсивність. Розглянемо приклад для коробок передач (КПП) з інтенсивністю $\lambda = 1{,}1$ агрегату на добу, середній час ремонту однієї КПП розподілено за показовим законом і $t = 0{,}5$ діб. Припустимо, що іншої дільниці на АТП немає, і, відповідно, черга агрегатів, які потребують обслуговування, може зростати практично необмежено, що негативно позначиться на часі простою транспортних засобі в очікуванняі необхідних запасних частин.

Необхідно обчислити такі граничні значення імовірнісних характеристик системи [2]: ймовірність станів системи; середня кількість заявок у черзі на обслуговування; середня кількість заявок, що знаходяться в системі; середня тривалість перебування заявки у черзі; середня тривалість перебування заявки у системі.

Спочатку необхідно визначити параметр потоку обслуговування:

$$\mu = 1 / \bar{t} \quad (3)$$

Знаючи значення інтенсивності та параметр потоку обслуговування, знаходимо приведену інтенсивність потоку заявок.

$$\rho = \lambda / \mu \quad (4)$$

При цьому, якщо $\lambda / \mu \cdot c \lhd 1$, то черга не зростає безмежно і в системі настає граничний стаціонарний режим роботи.

Далі обчислимо ймовірність станів системи:

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{C-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^C}{C!\left[1 - \left(\frac{\rho}{C}\right)\right]} \right\}^{-1} \quad (5)$$

$$P_1 = \frac{\rho^1}{1!} \cdot P_0;\ P_2 = \frac{\rho^2}{2!} \cdot P_0;\ P_3 = \frac{\rho^3}{3!} \cdot P_0;\ P_4 = \frac{\rho^4}{4!} \cdot P_0; \quad (6)$$

Підсумувавши ймовірності стану системи, отримаємо загальну ймовірність, яка буде ймовірністю відсутності черги агрегатів, які потребують обслуговування.

$$P_{от} = P_0 + P_1 + P_2 + P_3 \quad (7)$$

Тепер визначимо середнє число заявок у черзі на обслуговування:

$$L_q = \left[\frac{C \cdot \rho}{(C - \rho)^2} \right] \cdot P_C \quad (8)$$

та середнє число заявок у системі $L_S = L_q + \rho$.

Завершальним етапом є визначення середньої тривалості перебування агрегату в черзі на обслуговування $W_q = L_q / \lambda$ та середньої тривалості перебування агрегату в обслуговуванні (у системі) $W_S = W_q + 1/\mu$.

У таблиці 1 наведено розрахункові дані по деяким номенклатурним позиціям, що зберігаються на складі АТП.

Таблиця 1 – Розрахункові значення по деяким номенклатурним позиціями, потреба в яких виникає для підтримки в справному стані рухомого складу АТП

Найменування	Імовірнісні характеристики							
	μ	ρ	P_0	$P_{от}$	L_q	L_S	W_q	W_S
Головка блока циліндрів	3,4	0,97	0,304	0,991	0,685	1,66	0,208	0,502
КПП	2	0,55	0,162	0,798	0,22	0,77	0,2	0,7
Турбокомпресор	4,4	0,5	0,152	0,764	0,194	0,694	0,088	0,315
Насос системи охолод.	10,2	0,43	0,131	0,714	0,172	0,602	0,039	0,137
Диск щеплення	11,7	0,15	0,04	0,309	0,016	0,166	0,009	0,095

Як показують дані таблиці 1, середня тривалість перебування КПП у черзі обслуговування близько 16,8 годин, що пояснюється значною трудомісткістю обслуговування агрегату. Тривале очікування у черзі призводить, відповідно, до небажаних наслідків на автотранспортному підприємстві у вигляді простоїв рухомого складу.

Список використаних джерел

1. Біліченко В.В. Про раціональний підхід до забезпечення запасними частинами вантажних АТП регіону / В.В. Біліченко, В.А. Макаров, Т.В. Макарова, О.П. Антонюк // Луцький національний технічний університет. Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Технічні науки»), випуск 62, 2018. – С. 29-35.

2. Біліченко В. В. Обгрунтування критеріїв оцінки ефективності вибору запасних частин, що зберігаються на складі АТП для підтримки в справному стані його рухомого складу / В. В. Біліченко, О. П. Антонюк. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2016. – №2(77). – С. 56–61.

***Антонюк Олег Павлович*, к.т.н., ст. викл. кафедри автомобілів та транспортного менеджмету, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: AntonukOP@gmail.com.**

***Збегерський Андрій Михайлович*, студент кафедри автомобілів та транспортного менеджмету, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця,**

***Antoniuk Oleg P.*, Ph.D., senior off Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: AntonukOP@gmail.com.**

***Zbeherskyi Andriy M.*, student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia**