

ТРАНСПОРТ

УДК 656.13

**И. Ф. Воронина, канд. техн. наук, Ф. М. Судак, канд. техн. наук, Е. С. Силко,
Ф. В. Молозин, Д. А. Рачков**

**Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»
в г. Горловка**

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ

Важным критерием оценки эффективности работы автотранспортного предприятия в ограниченных финансовых условиях для поддержания необходимого уровня материальных запасов является коэффициент технической готовности автомобиля.

***Ключевые слова:** коэффициент технической готовности автомобиля, ремонт автомобиля, ожидание доставки запасных частей, хранение материальных запасов*

Введение

Расчет количества и перечня фонда запасных частей на предприятиях автомобильного транспорта является актуальной задачей.

Существуют различные методики расчета формирования склада запасных частей, но они не учитывают ограниченность финансовых ресурсов, которые доступны на предприятии для поддержания склада запасных частей, и не предусматривают эффективное распределение этих ресурсов.

Одной из важных характеристик качества работы автотранспортного предприятия является коэффициент технической готовности, который показывает долю транспортных средств, которые в данный момент готовы к выполнению перевозок и не находятся на ремонте.

Анализ публикаций

Вопросами управления запасами и спецификой складской деятельности занимались следующие ученые, а именно: Ф. Н. Авдонькин, А. В. Агафонов, В. В. Волгин, И. К. Волков, Ю. И. Рыжиков, В. А. Сакович [1–6]. Но в настоящих условиях необходимо учитывать ограниченность финансовых ресурсов для поддержания склада запасных частей.

Цель статьи

Усовершенствовать методику создания и поддержания необходимого уровня материальных запасов на складе автотранспортного предприятия путем установления связи изменения коэффициента технической готовности с критерием хранения определенного типа детали.

Методика и результаты исследования

Обоснование необходимости усовершенствования методики основывается на важных характеристиках качества работы автотранспортного предприятия, одной из которых является коэффициент технической готовности автомобиля, который определяется по детали i -го типа, как отношение времени исправной работы к сумме времени исправной работы и вынужденных простоев автомобиля, определенных за один и тот же календарный срок:

$$k_i = \frac{t_p}{t_p + t_{рем}}, \quad (1)$$

где t_p – время работы автомобиля;

$t_{рем}$ – суммарное время, включающее простой автомобиля в ремонте и время ожидания доставки детали.

Здесь $t_{рем}$ состоит из $t_{рем}^*$, необходимого для ремонта автомобиля, и времени ожидания доставки детали $t_{ож}$, поэтому

$$k_i = \frac{t_p}{t_p + t_{рем}^* + t_{ож}}, \quad (2)$$

где $t_{рем}^*$ – время простоя автомобиля в ремонте.

Учитывая случайную природу, величины $t_{рем}^*$, $t_{ож}$ и t_p принимаются как средние (по всем автомобилям данного типа) значения в выражении для параметра t . При этом коэффициент готовности всего автомобиля k определяется по принципу слабого звена и равен

$$k_i = \min k_i, \quad (3)$$

$$0 \leq i < n.$$

Следует оценить влияние времени ожидания $t_{ож}$ на коэффициент технической готовности:

$$k_i^0 = \frac{t_p}{t_p + t_{рем}^*}, \quad (4)$$

$$\Delta k_i = k_i - k_i^0 = \frac{t_p}{t_p + t_{рем}^* + t_{ож}} - \frac{t_p}{t_p + t_{рем}^*} = \frac{t_p \cdot t_{ож}}{(t_p + t_{рем}^* + t_{ож}) \cdot (t_p + t_{рем}^*)}. \quad (5)$$

Тогда относительная переменная коэффициента технической готовности выражается как

$$\frac{\Delta k_i}{k_i^0} \cdot 100 \% = \frac{t_{ож}}{t_p + t_{рем}^* + t_{ож}} \cdot 100 \%.$$

Учитывая, что $t_{рем}^* \ll t_p$, для реальных значений $t_{ож} = 79,48$ ч и $t_p = 2225$ ч, получаем

$$\frac{\Delta k_i}{k_i^0} \cdot 100 \% \approx 3,17 \%.$$

После выполненного расчета можно с уверенностью сказать, что отсутствие деталей на складе существенно влияет на изменение коэффициента технической готовности и на его ограничение $k_i \geq 0,86$.

Следовательно, необходимо определить критерий, который отображает хранение деталей данного типа на складе, ввиду того, что реальное время $t_{ож}$ может значительно отличаться от нормативного.

Изменение коэффициента технической готовности рассмотрено на примере парка автомобилей КамАЗ-5490, в количестве 280 единиц, предприятия «Транспортные технологии» в г. Ростове-на-Дону на интервале пробега 300 тыс. км. Значения k определялись по средним значениям для всех автомобилей $t_{рем}^*$, $t_{ож}$ и t_p .

Критерий выбора деталей для хранения определяем следующим образом:

$$\mu_i = p_i t_{ож}, \quad (6)$$

где p_i – вероятность отказа i -й детали за некоторый отрезок времени, выраженный в тех же единицах, что и $t_{ож}$. Выбор такой же величины связан с тем, что даже при достаточной вероятности отказа некоторой детали ввиду того, что нет необходимости в затрате большого времени на осуществление доставки, отсутствует необходимость в ее хранении. Но при малой вероятности отказа и большом времени ожидания, величины p_i и $t_{ож}$ могут оказаться малыми. То есть, из-за того, что время доставки достаточно большое, данные детали целесообразно хранить на складе. Необходимо определить границу значения величины μ_i , превышение которой будет считаться критерием необходимости хранения деталей на складе.

На практике допустимым считается коэффициент технической готовности, соответствующий условию $k_i \geq 0,86$, для всех $i = 1, 2, \dots, n$.

Получаем

$$k_i = \frac{t_p}{t_p + t_{рем}^* + t_{ож}} = \frac{p_i t_p}{p_i t_p + p_i t_{рем}^* + p_i t_{ож}} = \frac{p_i t_p}{p_i t_p + p_i t_{рем}^* + \mu_i} \geq 0,86. \quad (7)$$

Из этого следует:

$$\mu_i \leq \frac{p_i (0,14t_p - 0,86t_{рем}^*)}{0,86}. \quad (8)$$

Если для некоторого значения $i = 1, 2, \dots, n$ выполняется условие (8), то деталь i -го типа не нуждается в хранении на складе.

Полученное неравенство будет выполняться, если i -я деталь откажет хотя бы в одном из автомобилей данного типа. Из этого следует, что условие, по которому i -ю деталь не нужно хранить на складе по наличию N автомобилей данного типа, имеет следующую формулировку:

$$t_{ож} (1 - (1 - p_i)^N) \leq \frac{p_i (0,14t_p - 0,86t_{рем}^*)}{0,86}. \quad (9)$$

Замена неравенства (8) на неравенство (9) ограничено условиями: поскольку $0 \leq 1 - p_i < 1$, то $1 - p_i \geq (1 - p_i)^N$ для $N > 1$.

Поэтому:

$$p_i = (1 - (1 - p_i)) \geq (1 - (1 - p_i)^N). \quad (10)$$

Если выполнено неравенство (9), то выполнено и неравенство (8) для каждого автомобиля. С целью упрощения записи, будем использовать следующие обозначения: $\mu_i^N = t_{ож} (1 - (1 - p_i)^N)$. Неравенство (9) будет следующего вида:

$$\mu_i^N \leq \frac{p_i (0,14t_p - 0,86t_{рем}^*)}{0,86}. \quad (11)$$

Данное неравенство также является условием, при котором деталь i -го типа не требует хранения на складе при наличии N автомобилей определенного типа.

На практике t_p значительно больше $t_{рем}^*$, поэтому правая часть неравенства (11) всегда положительная.

Расчет параметров, входящих в критерий определения необходимого типа, хранящихся на складе деталей, в соответствии с данными, полученными из наблюдений, включает определение времени исправной работы автомобиля t_p как среднего времени между двумя отказами детали i -го типа.

Время t_p определяется как отношение среднего пробега между двумя отказами детали i -го типа к средней эксплуатационной скорости, определяющейся бортовым компьютером автомобиля.

Имеем:

$$t_p = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{1}{k_m} \sum_{j=0}^{k_m} \frac{1}{v_{mj}^{cp}} L_{mj}, \quad (12)$$

где L_{mj} – пробег m -го автомобиля между j и $(j + 1)$ отказами детали i -го типа, $j = 0, 1, 2 \dots k_m$;

v_{mj}^{cp} – средняя эксплуатационная скорость пробега L_{mj} ;

M – количество автомобилей с фиксацией отказа детали i -го типа.

Время ремонта $t_{рем}^*$ – среднее время, измеренное в реальных условиях.

Время $t_{ож}$ определяется как расчетное среднее время ожидания между заказом и доставкой детали. В случае наличия детали на складе $t_{ож} = 0$.

Определение вероятности p_i :

$$p_i = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{v^{cp} k_m}{L_m}, \quad (13)$$

где L_m – пробег m -го автомобиля за весь период наблюдения;

k_m – число отказов i -й детали за определенное время;

v^{cp} – средняя эксплуатационная скорость m -го автомобиля за весь период наблюдения, $m = 1, 2 \dots M$;

M – количество автомобилей, у которых определялся отказ детали i -го типа.

В дальнейшем, при проведении необходимых расчетов и получении данных по рассматриваемой группе деталей, возможно сделать заключение о целесообразности хранения запасных частей определенной номенклатуры на складе автотранспортного предприятия.

Выводы

Усовершенствована методика формирования склада запасных частей в условиях ограниченных ресурсов, которые доступны на предприятии, путем связи изменения коэффициента технической готовности k_i с критерием μ_i выбора детали определенного типа для хранения на складе. Это дает возможность получить данные о целесообразности хранения запасных частей определенной номенклатуры на складе автотранспортного предприятия.

Список литературы

1. Авдонькин, Ф. Н. Изменение технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации / Ф. Н. Авдонькин. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 1973. – 191 с.
2. Агафонов, А. В. Определение потребности дилерских станций технического обслуживания автомобилей в запасных частях и повышение эффективности управления запасами : специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Алексей Валентинович Агафонов ; Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет). – Москва, 2003. – 221 с.
3. Волгин, В. В. Автомобильный дилер : практическое пособие по маркетингу и менеджменту сервиса и запасных частей / В. В. Волгин. – Москва : Ось-89, 1997. – 221 с. – ISBN 5-86894-162-4.
4. Волков, И. К. Случайные процессы : учебник для студентов высш. технич. учеб. заведений / И. К. Волков, С. М. Зуев, Г. М. Цветкова ; под редакцией В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. – 2-е изд., стер. – Москва : Изд-во МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2003. – 447 с. – ISBN 5-7038-1573-8.

5. Рыжиков, Ю. И. Управление запасами / Ю. И. Рыжиков. – Москва : Наука, 1969. – 344 с.
 6. Сакович, В. А. Модели управления запасами / В. А. Сакович ; под редакцией М. И. Балашевича. – Минск : Наука и техника. – 1986. – 319 с.

И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, Е. С. Силко, Ф. В. Молозин, Д. А. Рачков
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Методика оценки эффективности работы автотранспортного предприятия
в условиях ограниченных финансовых ресурсов

Важным критерием оценки эффективности работы автотранспортного предприятия в ограниченных финансовых условиях для поддержания склада запасных частей, является коэффициент технической готовности автомобиля.

Существуют различные методики расчета формирования склада запасных частей, но они не учитывают ограниченность финансовых ресурсов, которые доступны на предприятии для поддержания склада запасных частей, и не предусматривают эффективное распределение этих ресурсов.

Необходимость усовершенствования методики основывается на важных характеристиках качества работы автотранспортного предприятия, одной из которых является коэффициент технической готовности автомобиля, который определяется по детали *i*-го типа, как отношение времени исправной работы к сумме времени исправной работы и вынужденных простоев автомобиля, определенных за один и тот же календарный срок.

В дальнейшем, при проведении необходимых расчетов по усовершенствованной методике и получении данных по рассматриваемой группе деталей, возможно сделать вывод о целесообразности хранения запасных частей определенной номенклатуры на складе автотранспортного предприятия.

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ АВТОМОБИЛЯ, РЕМОНТ АВТОМОБИЛЯ, ОЖИДАНИЕ ДОСТАВКИ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ, ХРАНЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАПАСОВ

I. F. Voronina, F. M. Sudak, E. S. Silko, F. V. Molozin, D. A. Rachkov
Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka
Assessment Methodology of the Motor Transport Enterprise Efficiency
in Conditions of Limited Financial Resources

The important assessment criterion of the motor transport enterprise efficiency in limited financial conditions for maintaining a warehouse of spare parts is the coefficient of the vehicle technical readiness.

There are various methods for calculating the formation of the spare parts warehouse, but they must also take into account the limited financial resources that are available at the enterprise to maintain the spare parts warehouse, and provide for the effective distribution of these resources.

The need to improve the methodology is based on important quality characteristics of the motor transport enterprise work, one of which is the coefficient of the vehicle technical readiness, which is determined for the part of the *i*-th type, as the ratio of the time of proper operation to the sum of the time of proper operation and forced downtime of the vehicle, determined for one and the same calendar period.

In the future, when carrying out the necessary calculations and obtaining data on the group of parts under consideration, it is possible to draw a conclusion about the advisability of storing spare parts of a certain range in the warehouse of the motor transport enterprise.

VEHICLE TECHNICAL READINESS RATIO, VEHICLE REPAIR, WAITING FOR SPARE PARTS DELIVERY, MATERIAL RESERVES STORAGE

Сведения об авторах:

И. Ф. Воронина

Телефон: +7 (949) 425-11-65
 Эл. почта: voronina.adi@mail.ru

Ф. М. Судак

Телефон: +7 (85642) 2-40-40
 Эл. почта: fmsudak@mail.ru

Е. С. Силко

Эл. почта: silko.egor@gmail.com

Ф. В. Молозин

Эл. почта: molozin88@mail.ru

Д. А. Рачков

Телефон: +7 (949) 425-11-65

Статья поступила 13.11.2023

© И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, Е. С. Силко, Ф. В. Молозин, Д. А. Рачков, 2023

Рецензент: Е. С. Сытник, канд. техн. наук,

Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка