

УДК 656.13.062.065.2

Алексей Петрович Павлов, канд. техн. наук., доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, 89037628407@mail.ru

Нелли Шамилевна Мухамадиева, инженер-проектировщик,
ООО «Магистраль Проект», Россия, 109028, Москва,
Хохловский пер., 15, nell2410@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ СКЛАДСКИХ ЗАПАСОВ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТО

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы оптимизации складских запасов запасных частей для ремонта автомобилей на основе статистической оценки повреждаемости их конструктивных элементов в процессе эксплуатации и оценки уровня их ремонтпригодности.

Ключевые слова: оптимизация складских запасов, ремонтпригодность, оборотные средства, повреждаемость конструктивных элементов, эффективность работы складского хозяйства, страховой запас, контроль запасов, надежность автомобиля.

Alexey P. Pavlov, Ph. D., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, 89037628407@mail.ru

Nelly S. Mukhamadieva, design engineer,
LLC "Magistral Project", 15, Khokhlovskiy lane, Moscow, 109028,
Russia, nell2410@mail.ru

OPTIMIZATION OF WAREHOUSE STOCKS OF THE SPARE PARTS AS THE FACTOR OF INCREASE OF EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF A HUNDRED

Abstract. The article considers the issues of optimization of warehouse stocks of spare parts for repair of vehicles on the basis of statistical estimation of damage to their structural elements in the process of operation and evaluation of their level of maintainability.

Keywords: optimization of warehouse stocks, maintainability, working capital, damaging structural elements, the efficiency of inventory management, stock, inventory control, reliability of the car.

Введение

В оптимизации складских запасов и в грамотном управлении запасами лежат огромные возможности для повышения эффективности работы.

Главная задача – обеспечить, чтобы страховой запас деталей на складе был как можно ниже. В идеале, закупки должны вообще выглядеть как постоянный поток, такой же, как продажи.

Зачем нужен страховой запас. В традиционной системе закупок он нужен, чтобы ждать, пока остаток не достигнет значения, близкого к уровню страхового запаса. В теории же ограничений он нужен, чтобы, наоборот, не ждать.

Основная часть

При решении проблемы обеспечения СТО запасными частями возникают следующие задачи: определение потребности СТО в запасных частях; определение оптимального размера и периодичности заказов запасных частей; выбор поставщиков; оптимизация запасов запасных частей на складах СТО; формирование сбалансированных бюджетов закупки в условиях ограниченного финансирования.

Для поддержания запасов на определенном уровне разрабатывается порядок их формирования и контроля. Соотношения между текущими запасами деталей, их расходом, пополнением и страховыми запасами рассчитываются для каждого наименования детали по следующей модели.

**Запас страховой > Запас текущий – Неудовлетворенные заявки +
+ Поставки ожидаемые – Спрос прогнозируемый, при этом:**

Запас текущий = Спрос прогнозируемый * Период временной.

Оптимальное количество запасных частей каждого наименования деталей определяется с учетом следующих общих принципов:

- для запасных частей высокого спроса (группа *A* – быстроизнашиваемые запасные части) – включение в складской запас максимального страхового запаса для покрытия любых скачков спроса;
- для запасных частей постоянного спроса (группа *B* – небольшие агрегаты и узлы) – включение в складской запас умеренного страхового запаса;
- для запасных частей нерегулярного спроса (группа *C* – крупные агрегаты) – низкий или нулевой уровень страховых запасов.

Для того, чтобы компенсировать неопределенности, связанные с возможным увеличением фактических продаж сверх плана или с задержками поставок, и создается *страховой запас* [1].

При пополнении складского запаса требуют решения два основных вопроса: когда делать заказ и сколько запасных частей заказывать. При системе с фиксированным интервалом между заказами устанавливаются строго определенные сроки представления заказа, тем самым решается вопрос «когда?». Для ответа на вопрос «сколько?» устанавливают и фиксируют в карточках учета или памяти компьютера величину «требуемого запаса» для каждого наименования запасных частей. Наличный запас плюс ожидаемый приход по предыдущему заказу должны быть достаточными для удовлетворения спроса в период до следующего пополнения запаса, т.е.

Требуемый запас = Количество, расходуемое за период контроля + Количество, расходуемое за период поставки + Страховой запас.

Размер заказа = Требуемый запас – (наличный запас + ожидаемый приход).

Источником информации для решения вопроса о номенклатуре запасных частей на складе являются сведения о сроках службы.

Потребность в запасных частях для ТО и ремонта проявляется в процессе эксплуатации и определяется: надежностью автомобиля; уровнем технической эксплуатации; условиями эксплуатации.

Потребность в запасных частях диктует спрос на них, определяет размер запасов на предприятиях, объем и периодичность заказов, финансовые затраты на приобретение и содержание запасных частей, которые, например, при ремонте достигают 40%.

В основу методик расчета всех норм расхода запасных частей положены данные по надежности и условиям эксплуатации автомобилей:

а) аналитический (точный) метод расчета норм расхода запасных частей.

Аналитический метод расчета норм (H_I) расхода запасных частей использует данные ведущей функции потока отказов или замен $\Omega(t)$ (рис. 1).

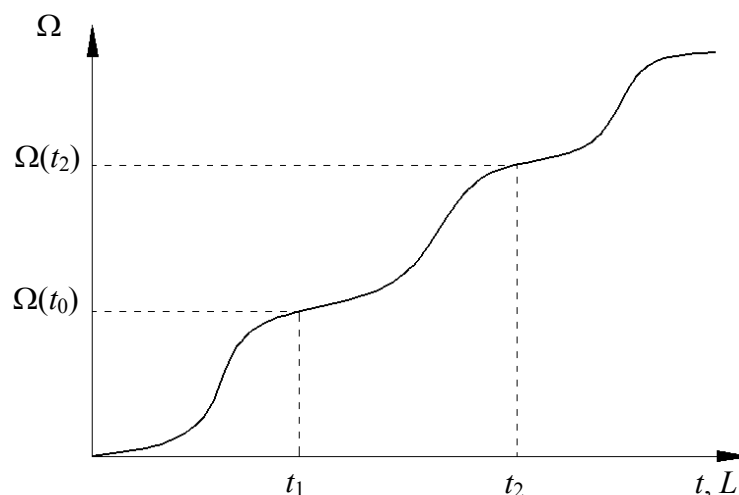


Рис. 1. Определение нормы расхода запасных частей по ведущей функции потока отказов $\Omega(t)$

Норма расхода запасных частей за время t составит

$$H_I = \frac{\Omega(t)}{t} \cdot 100, \quad (1)$$

где t – срок эксплуатации автомобиля, год.

За промежуток времени от t_2 до t_1 норма расхода запасных частей, т.е. за $\Delta t = t_2 - t_1$ составит

$$H_I = \frac{\Omega(t_2) - \Omega(t_1)}{t_2 - t_1} \cdot 100. \quad (2)$$

Пример: если $\Omega(t = 10 \text{ лет}) = 15$ деталей, то

$$H_I = \frac{\Omega(t)}{t} \cdot 100 = \frac{15}{10} \cdot 100 = 150,$$

т.е. 150 деталей на 100 автомобилей в год;

б) приближенная оценка нормы H_{II} расхода запасных частей по ресурсу до 1-й замены детали.

Можно определить приближенную норму H_{II} расхода запасных частей по ресурсу до 1-й замены детали

$$H_{II} = \frac{L_{\Gamma}}{\eta \cdot L_I} \cdot 100, \quad (3)$$

где L_{Γ} – средний годовой пробег автомобиля; L_I – ресурс до 1-й замены детали; η – коэффициент восстановления ресурса.

Пример: если $L_{\Gamma} = 40$ тыс. км пробега; $L_I = 50$ тыс. км; $\eta = 0,6$, то

$$H_{II} = \frac{L_{\Gamma}}{\eta \cdot L_I} \cdot 100 = \frac{40}{0,6 \cdot 50} \cdot 100 = 133 \text{ детали на 100 автомобилей}$$

в год, т.е. норма расхода деталей будет занижена

на 11% ($((150 - 133)100\%/150 = 11\%)$) по сравнению с расчетом, полученным аналитическим методом.

Если данные по качеству восстановления автомобиля отсутствуют, коэффициент восстановления ресурса принимается равным 1, тогда норма расхода запасных частей определится как

$$H_{II} = \frac{L_{\Gamma}}{L_I} \cdot 100 = \frac{40}{50} \cdot 100 = 80 \text{ деталей,}$$

т.е. норма расхода деталей будет занижена на 47% $((150 - 80)100\%/150 = 47\%)$ по сравнению с расчетом, полученным аналитическим методом;

в) определение нормы N_{III} расхода запасных частей по среднему числу замен деталей за срок службы автомобиля или другую назначенную наработку.

Среднее число замен данной детали за срок службы одного автомобиля определяется по формуле (рис. 2)

$$n_3 = 1 + \frac{L_a - L_1}{\bar{L}} - 1 = \frac{L_a - L_1}{\bar{\eta} L_1}, \quad (4)$$

где $L_a = L_{\Gamma} t_a$ – ресурс автомобиля; $\bar{L} = \sum_{i=1}^n L_i = L_1 \bar{\eta}$ – ресурс до n -й замены детали; L_a – ресурс автомобиля; t_a – срок службы автомобиля.

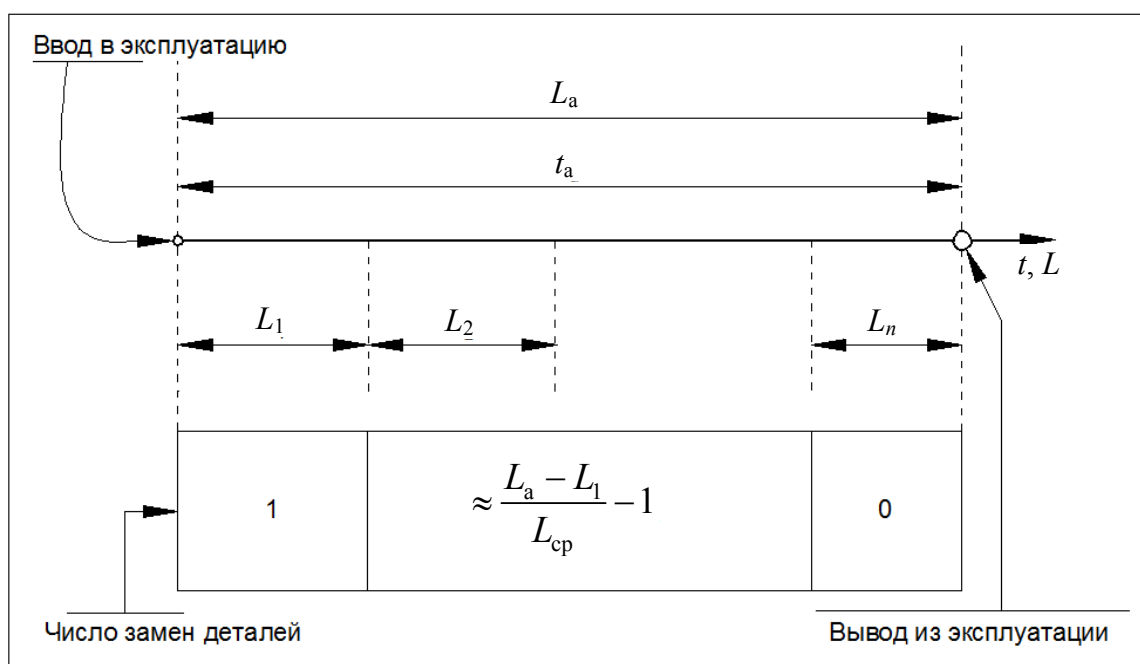


Рис. 2. Схема замены деталей

Тогда получим, что норма расхода запасных частей будет равна

$$N_{III} = \frac{n_3 \cdot 100}{t_a} = \frac{(L_a - L_1) \cdot 100}{t_a \bar{\eta} L_1} = \frac{100}{\bar{\eta}} \left(\frac{L_{\Gamma} \cdot L_a - L_1}{t_a \cdot L_1} \right) = \frac{100}{\bar{\eta}} \left(\frac{L_{\Gamma}}{L_1} - \frac{1}{t_a} \right). \quad (5)$$

При исходных данных предыдущего примера и $t_a = 10$ лет получим

$$H_{III} = \frac{100}{\eta} \left(\frac{L_{\Gamma}}{L_I} - \frac{1}{t_a} \right) = \frac{100}{0,6} \cdot \left(\frac{40}{50} - \frac{1}{10} \right) = 117 \text{ деталей,}$$

т.е. норма расхода деталей будет занижена на 22% $((150 - 117)100\%/133 = 22\%)$ по сравнению с расчетом, полученным аналитическим методом.

Таким образом, учет фактических данных по надежности и динамике замен позволяет сократить норму расхода запасных частей на 11, 22 и 47%;

г) определение средней нормы H_{IV} расхода запасных частей методом дополнительного учета вариации ν ресурса деталей.

Метод основан на использовании ресурса детали, который сопоставим со среднегодовым пробегом автомобиля L_{Γ} . Тогда среднюю норму расхода запасных частей можно определить за полный срок службы, с учетом вариации ресурса детали по формуле

$$H_{IV} = \frac{100}{t_a} \left(\frac{L_a t_a - L_I}{\eta L_I} + 0,5 \left(\frac{\nu^2}{\eta} + 1 \right) \right). \quad (6)$$

Пример: дополнительные данные $\nu = 0,2$, рассчитаем норму расхода запасных частей по формуле (6)

$$\begin{aligned} H_{IV} &= \frac{100}{t_a} \left(\frac{L_a t_a - L_I}{\eta L_I} + 0,5 \left(\frac{\nu^2}{\eta} + 1 \right) \right) = \\ &= \frac{100}{10} \left(\frac{40 \cdot 10 - 50}{0,6 \cdot 50} + 0,5 \left(\frac{0,04}{0,6} + 1 \right) \right) = 122 \text{ детали} \end{aligned}$$

вместо 133, 80 и 117. Однако норма расхода деталей будет занижена на 15% $((150 - 122)100\%/150 = 15\%)$ по сравнению с расчетом, полученным аналитическим методом.

Если коэффициент вариации увеличить, например до 0,8, то норма H_{IV} расхода деталей возрастет до 126 деталей, т.е. норма расходов увеличится на 8% по сравнению с $H_{IV} = 117$.

Таким образом, наиболее точную оценку нормы расхода запасных частей дает аналитический метод, который основан на использовании

данных ведущей функции потока отказов $\Omega(t)$. При малых ресурсах работы деталей расхождения между исследуемыми методами практически незначительны. Однако при оценке расхода только по ресурсу до 1-й замены погрешность наибольшая. Учет вариации ресурса детали дает значительное уточнение норм при больших вариациях ($v = 0,3 \dots 0,04$) и ресурсах деталей $\eta L_1 > L_{\Gamma}$.

Из вышесказанного следует, что наличие объективной информации по надежности (Ω, L_1, η) и условиям эксплуатации автомобилей (L_{Γ}, L_a) позволяет повысить точность определения норм, обеспечить надежную работу автомобилей, сократить затраты на запасные части [2].

Перечисленные выше способы определения запасов запасных частей можно отнести к плановому методу. Но есть более прогрессивный способ определения потребности, который можно назвать динамическим. Он основан на текущей потребности в запасных частях.

Реализовать динамический способ расчета запасов в реальности можно только при наличии обратной связи с потребителем. Если реальная потребность в запасных частях сокращается, возникает необходимость снижения уровня запасов, и наоборот.

Поэтому динамический способ формирования складского запаса является наиболее удачным по сравнению с существующими плановыми способами.

Заключение

Проведенный сравнительный анализ рассмотренных выше методов оценки эффективности формирования складских запасов на основе учета потребностей в запасных частях с использованием информации по повреждаемости конструктивных элементов позволил определить наиболее эффективный из них.

Следовательно, дальнейшие работы по совершенствованию системы организации работы склада запасных частей СТО необходимо развивать в направлении использования принципов динамического формирования складских запасов, что позволит наиболее эффективно расходовать материальные средства в зависимости от складывающейся конкретной ситуации в данный момент времени в зависимости от сезона эксплуатации.

Список литературы

1. Волгин В.В. Склад: логистика, управление, анализ. 10-е изд., перераб. и доп. М.: Дашков и К°, 2009. 736 с.
2. Бокарев Д.Р. Методы определения потребности в запасных частях: лекции. М., 2003.
3. Управление автосервисом: учебное пособие для вузов / под ред. Л.Б. Миротина. М.: Экзамен, 2004. 320 с.

References

1. Volgin V.V. *Sklad: logistika, upravlenie, analiz* (Warehouse: logistics, management, analysis), Moscow, Dashkov i K°, 2009, 736 p.
2. Bokarev D.R. *Metody opredeleniya potrebnosti v zapasnyh chastyah* (Methods for determination of requirements for spare parts), Moscow, 2003.
3. Mirotin L.B., Ryahovskij A.A., Ostanenko M.YU., Remencov A.N., Tashbaev Y.EH., Mironov A.L. *Upravlenie avtoservisom* (Management service), Moscow, Ehkzamen, 2004, 320 p.