

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗЕРВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ РЕМОНТА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

В статье определены основные факторы, влияющие на потребность в запасных частях для технического обслуживания и ремонта транспортно-технологических машин. Приведена схема методов определения потребности в запасных частях в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин. Обоснована необходимость разработки усовершенствованного метода управления запасами, учитывающего условия потребления запасных частей в процессе эксплуатации транспортно-технологических машин при неустановившемся потоке отказов.

Ключевые слова: запасные части, потребность, транспортно-технологические машины, ремонт, методы, надежность.

Автотранспортные предприятия (АТП) страны в последние годы постоянно усиливают внимание к проблеме управления затратами на запасные части. Запасами в системе АТП принято называть совокупность автомобильных запасных частей и материалов, представляющих собой временно неиспользуемые экономические ресурсы. Однако запас не должен превышать определенную норму; детали не должны храниться длительное время без движения во избежание замораживания оборотных средств предприятия. С другой стороны необоснованное снижение уровня запасов запасных частей сопровождается увеличением расходов, обусловленных длительными простоями, связанными с отсутствием необходимых для ремонта запчастей [1]. Таким образом, определение оптимальной номенклатуры и количества запасных частей на АТП является одним из приоритетных направлений повышения технической готовности подвижного состава и управления затратами на запасные части [2].

Особую актуальность, на наш взгляд, приобретает проблема по рациональному обеспечению запасными частями транспортно-технологических машин большинства предприятий Оренбургской области. Транспортно-технологическая машина (ТТМ) – это машина для выполнения функций транспортировки и технологии, например, промышленный или сельскохозяйственный трактор, погрузчик, электрокар и т. д. В нашем регионе много предприятий, использующих специализированные машины и оборудование, такие как, строительные, агропромышленные, дорожно-ремонтные, нефтегазового комплекса и др. Особенности эксплуатации ТТМ в отличие от транспортных машин,

которые предназначены только для перевозки грузов или людей, очевидны. К ним относятся неблагоприятные метеорологические условия (предельные скорости ветра, крайне низкие температуры и т. п.), перебазировка машин с объекта на объект, работа в отдалённых районах с отрывом от основных баз.

Проблема удовлетворения потребности в запасных частях для ТТМ особенно актуальна. Это обусловлено тем, что потери основного производства от одного часа простоя зачастую оказываются в несколько раз выше стоимости самой запасной части, из-за отсутствия которой возникли простои. Однако службы по материально-техническому обеспечению (МТО) автотранспортных предприятий должны иметь в качестве конечной цели не формирование запасов, как таковых, а обеспечение всеми необходимыми запчастями при минимизации совокупных затрат на организацию процесса снабжения с учетом потерь от возможного дефицита.

Теоретически затраты на материально-техническое обеспечение автотранспортного предприятия описываются целевой функцией:

$$Z_{\text{МТО}} = Z_{\text{зч}} + Z_{\text{т.-з.}} + Z_{\text{хр}} + Z_{\text{орг}} \rightarrow \min ;$$

$$АД_{\text{пр}} \rightarrow \min , \quad (1)$$

где $Z_{\text{МТО}}$ – затраты на материально-техническое обеспечение, р.;

$Z_{\text{зч}}$ – затраты на запасные части (материалы), р.;

$Z_{\text{т.-з.}}$ – затраты на транспортно-заготовительные работы, р.;

$Z_{\text{хр}}$ – затраты на хранение материально-технических ресурсов, р.;

$Z_{\text{орг}}$ – затраты на организацию материально-технического обеспечения, р.;

AD_{np} – автомобиле-дни простоя в ТО и ремонте, авт.-дни.

При этом затраты на запасные части можно определить по формуле (2):

$$З_{ЗЧ} = \sum_{i=1}^n N_{ЗЧ_i} \cdot C_i, \quad (2)$$

где $N_{ЗЧ}$ – количество запасных частей i -го наименования, ед.;

C_i – стоимость i -й запасной части, р.;

n – количество наименований запасных частей, ед.

Затраты на транспортно-заготовительные работы:

$$З_{Т-З} = \sum_{i=1}^m N_{Т-З,i} \cdot C_{Т-З,i}, \quad (3)$$

где $N_{Т-З,i}$ – количество операций доставки i -й партии запасных частей, ед.;

C_i – стоимость i -й операции доставки, р.;

m – количество операций доставки, ед.

Затраты на хранение материально-технических ресурсов:

$$З_{ХР} = C_{ЗД} + C_{ОБ} + З_{ЗПперс}, \quad (4)$$

где $C_{ЗД}$, $C_{ОБ}$ – величина амортизационных отчислений на содержание соответственно складов и складского оборудования, р.;

$З_{ЗПперс}$ – затраты на заработную плату персонала системы материально-технического обеспечения, р.

Затраты на организацию материально-технического обеспечения:

$$З_{ОРГ} = C_{1ч} + T_{ОРГ}, \quad (5)$$

где $C_{1ч}$ – стоимость 1 часа простоя автомобиля, р.;

$T_{ОРГ}$ – затраты времени на взаимодействие производственных подразделений со складом, ч.

Затраты времени на взаимодействие производственных подразделений со складом:

$$T_{ОРГ} = T_{перемещение} + T_{поискЗЧ} + T_{оформление}, \quad (6)$$

где $T_{перемещение}$ – продолжительность перемещений при взаимодействии производственных подразделений со складом, ч.;

$T_{поискЗЧ}$ – продолжительность поиска нужной запасной части, ч.;

$T_{оформление}$ – продолжительность оформления запасной части, ч.

Продолжительность перемещений при взаимодействии производственных подразделений со складом:

$$T_{перемещение} = [L_{зона-рук} + L_{рук-склад} + L_{склад-зона}] \cdot v_{ср} \cdot N_{треб}, \quad (7)$$

где $L_{зона-рук}$, $L_{рук-склад}$, $L_{склад-зона}$ – расстояние соответственно от подразделения до ответственного за МТО, от ответственного за МТО до склада и от склада до подразделения ТО (ТР), м.;

$v_{ср}$ – средняя скорость перемещения ресурсов по территории предприятия, м/ч.;

$N_{треб}$ – количество требований на запасные части, ед.

Потребность в запасных частях возникает в процессе эксплуатации и определяется:

- надежностью изделия;
- уровнем технической эксплуатации;
- условиями эксплуатации [3].

При этом на расход запасных частей, как правило, оказывают влияние следующие основные факторы:

- сокращение надежности (ресурса) до первой и последующей замен;
- ухудшение качества восстановления;
- увеличение вариации ресурса детали;
- увеличение интенсивности эксплуатации (суточного и годового пробега);
- увеличение общего срока службы автомобиля.

В настоящее время на практике наиболее широкое распространение получили следующие методы определения потребности в запасных частях.

1) По номенклатурным нормам [4], усредненным средним годовым расходом конкретной детали на 100 автомобилей в год. Основой определения номенклатурных норм являются данные по надежности деталей и методы их пересчета в потребность. При этом номенклатурная норма рассчитывается для определенных эталонных условий. Для определения норм используют следующие методы:

– аналитический, предусматривающий использование данных по ведущей функции потока отказов или замен $W(t)$:

$$H = \frac{\Omega(t)}{t} 100, \quad (8)$$

где t – срок эксплуатации автомобиля, год.

– приближенная оценка по ресурсу до 1-й замены детали:

$$H = \frac{L_r}{\eta L_1} 100, \quad (9)$$

где L_r – средний годовой пробег автомобиля;

L_j – ресурс до 1-й замены детали;

h – коэффициент восстановления ресурса (если данные по качеству восстановления отсутствуют, то h принимается равным 1, однако нормы в этом случае будут занижены).

Данный метод применим, если $hL_j < L_r$.

– определение по среднему числу замен деталей за срок службы автомобиля (агрегата) или другую назначенную наработку:

$$H = \frac{100}{\eta} \left(\frac{L_r}{L_j} - \frac{1}{t_a} \right), \quad (10)$$

где L_r – средний годовой пробег автомобиля;

L_j – ресурс до 1-й замены детали;

h – коэффициент восстановления ресурса;

t_a – срок службы автомобиля (агрегата).

– метод дополнительного учета вариации ресурса деталей:

$$H = \frac{100}{t_a} \left(\frac{L_r t_a - L_1}{\eta L_1} + 0,5 \left(\frac{v^2}{\eta} + 1 \right) \right), \quad (11)$$

где v – коэффициент вариации.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что только наличие объективной информации по надежности (W, L_j, h) и условиям эксплуатации автомобилей (L_r, L_a) позволит повысить точность определения норм, обеспечить надежную работу автомобилей, сократить затраты на запасные части.

С помощью номенклатурных норм определяют потребность в запасных частях в основном крупные и средние АТП, имеющие развитую производственно-техническую базу (ПТБ). При планировании своей деятельности такие предприятия могут определять потребность в запасных частях по формуле (12):

$$\Pi_{зч} = \frac{HA}{100} K_{II} K_1 K_2 K_3, \quad (12)$$

где H – номенклатурная норма расхода детали, шт. на 100 автомобилей в год;

A – наличный помодельный парк, шт.;

K_{II} – коэффициент, учитывающий отклонение среднегодового пробега автомобиля от пробега, заложенного в норму;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты, учитывающие условия эксплуатации, модификацию подвижного состава и природно-климатические условия.

В случае отсутствия номенклатурных норм потребность в запасных частях определяется по

фактическому расходу деталей за предыдущие периоды.

2) По фактическому рыночному спросу на запасные части (потоку требований) [4], который должным образом обобщается, систематизируется и трансформируется в планы их производства заводами-изготовителями.

На сегодняшний день мелкие АТП с численностью подвижного состава до 50 единиц и станции технического обслуживания (СТО) используют в основном данный метод. Главным условием применения этого метода является достоверность исходной информации по спросу и наличие оперативной обратной связи в системе материально-технического обеспечения. Неточность информации и колебания спроса могут привести либо к дефициту по отдельным позициям номенклатуры запасных частей, либо к неоправданно высокому резервному запасу. Такая ситуация наблюдается практически на всех автотранспортных предприятиях. Причем разница между реальной потребностью и объемом резерва запасных частей зачастую оказывается значительной и в некоторых случаях достигает 57–60% [5].

3) Смешанный метод [4], предусматривающий комбинацию первых двух. Потребность автотранспортных предприятий в запасных частях для ремонтно-эксплуатационных нужд определяется на основе прогрессивных норм их расхода (нормы расхода топлива и смазочных материалов, нормы расхода материалов и инструментов, нормы расхода ремонтно-эксплуатационных материалов на ТО и ТР автомобилей и др.), которые разработаны Министерством транспорта России.

Однако, на наш взгляд, существующие методы определения потребности в запасных частях не в полной мере соответствуют для ТТМ в силу того, что их результатом являются усредненные нормативы, не позволяющие оперативно учитывать поток отказов составных элементов ТТМ, интенсивность изменения технического состояния транспортных средств и специфические особенности условий эксплуатации. Поэтому совершенствование организации обеспечения запасными частями для ремонта ТТМ возможно путем разработки новых или совершенствования существующих методов формирования необходимого количества запасных частей, что позволит усовершенствовать систему материально-технического обеспечения

предприятий. Мы считаем, более точны и достоверны методы, основанные на различных экономико-математических моделях с применением исследовательского аппарата различных дисциплин. Обобщенная схема методов определения потребности в запасных частях в сфере эксплуатации ТТМ представлена на рисунке 1.

Анализ работ [5]–[13] по проблеме удовлетворения потребности в запасных частях к другим видам техники, показал, что они не позволяют учесть специфические особенности транспортных схем, климатических зон и условий эксплуатации, в которых работают ТТМ (нагрузки, превышающие нормативные, запыленность, бездорожье и т. д.). Исследования, проведенные по данной тематике, имеют узкий характер и не затрагивают всего комплекса вопросов, связанных с особенностями применения ТТМ, оказывающими существенное влияние на обоснование потребности в запасных частях.

Таким образом, определение потребности в запасных частях для ТТМ предприятий в настоящее время затруднено. Доказательством тому служит значительный материальный ущерб предприятий от децентрализованных закупок, хранения сверхнормативных запасов и простоев бригад основного производства из-за отсутствия запасных частей к ТТМ. Причиной создавшейся ситуации, по нашему мнению, служит отсутствие научно обоснованной системы формирования резерва запасных частей.

Особую актуальность приобретает разработка усовершенствованного метода управления запасами, учитывающего условия форми-

рования и потребления запасных частей в процессе эксплуатации ТТМ, а также, опирающиеся на надежность и оперативность получения данных с помощью современных информационных систем, которые обеспечивают возможность определения оптимальной величины резерва по всей широкой номенклатуре запасных частей, необходимого для своевременного проведения как плановых, так и скорейшего осуществления аварийных ремонтов.

Мы считаем, что основой такого метода должен быть учет комплексного влияния факторов, определяющих потребность ТТМ в запасных частях в условиях работы конкретных предприятий и обуславливающих ряд требований к методу формирования количества запасных частей для ремонта. К таким факторам относятся: интенсивность эксплуатации, надежность ТТМ (узлов, агрегатов, деталей), численность и возрастная структура подвижного состава, пробег, а также климатические зоны и условия эксплуатации.

Следовательно, в основе усовершенствованного метода формирования количества запасных частей лежит задача создания такого способа формирования необходимого количества запасных частей для ремонта ТТМ, в котором путем своевременного прогнозирования предельного состояния деталей, узлов и агрегатов и определением требуемого количества запасных частей для своевременного ремонта, осуществляется своевременное обеспечение предприятия запасными частями с минимальными материальными расходами

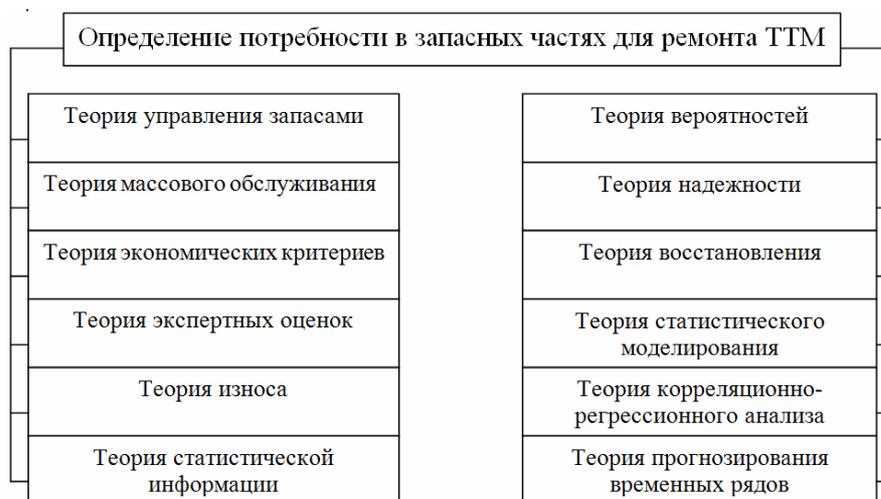


Рисунок 1. Методы определения потребности в запасных частях в сфере эксплуатации ТТМ

на приобретение и хранение неиспользованных запасных частей.

Основным методом нормирования расхода запчастей на техническое обслуживание и ремонт ТТМ большинства автотранспортных предприятий города Оренбурга и Оренбургской области в настоящее время является опытно-статистический метод, использующий следующие данные из учетной и отчетной документации за предыдущие годы:

- об эксплуатационной надежности запасных частей (средние ресурсы агрегатов, деталей до первого отказа и в период между ними; законы распределения наработок до отказов и т. п.), получаемых по данным завода-изготовителя;
- исходных данных общеэкономического характера (общий индекс цен, индекс цен на запасные части в разрезе номенклатурных позиций);
- о коэффициенте технической готовности автомобильного парка в регионах;
- о возрастной структуре парка и пробегах с начала эксплуатации ТТМ;
- о фактическом расходе запасных частей.

Безусловно, что без достоверной информации невозможно спрогнозировать потребность в запасных частях на предстоящий период выполнения производственных работ, что является одним из сдерживающих факторов эффективной работы всей системы. Как показывает практика, наиболее сложным в планировании и управлении запасами является именно процесс прогнозирования их расходования. Это связано с тем, что обеспечение запасными частями ТТМ в большинстве случаев осуществляется уже после наступления отказа элемента машины. То есть, поток отказов будет явно неустановившимся. При этом происходит значительное увеличение времени простоев, поскольку ТТМ зачастую работают вдали от баз, что в свою очередь приводит к снижению производственных показателей.

Опишем метод расчета норм расхода запасных частей при неустановившемся потоке отказов. Автомобиль представляет собой систе-

му, работоспособность которой после отказа может многократно восстанавливаться путем замены или ремонта агрегата, узла, детали и т. п. Эксплуатация вновь поставленного элемента начинается с момента отказа предыдущего. Общая наработка автомобиля до отказа k -ой детали является случайной величиной $x_{OK} = x_1 + x_2 + \dots + x_k$, математическое ожидание этой величины может быть выражено суммой средних ресурсов $\bar{x}_{OK} = \sum_{i=1}^k x_i$, а среднее квадратическое отклонение (дисперсия) $\sigma_{OK}^2 = \sum_{i=1}^k \sigma_i^2$.

При малых наработках автомобилей для точного выражения ожидаемого числа отказов необходимо использовать функцию потока отказов, суммирующую не только целочисленные значения отказов, но и как бы их доли, выраженные вероятностями отказов, $\Omega(x) = \sum_{k=1}^{\infty} F(x)_{OK}$.

Расчет норм запасных частей при неустановившемся потоке отказов может быть произведен графоаналитическим методом на основе композиций распределений. Следует отметить, что данный метод является наиболее наглядным и позволяет получить достаточную для практических целей точность.

Таким образом, основой качественного планирования потребности в запасных частях для эксплуатирующих организаций ТТМ являются технически и экономически обоснованные нормы их расхода с учетом неустановившегося потока отказов, что позволяет обеспечить объективное отражение особенностей эксплуатации ТТМ, надежность данного вида транспортных средств и их элементов. Предлагаемый метод расчета норм расхода запасных частей при неустановившемся потоке отказов ТТМ позволяет сделать более точный прогноз их количества, за счет чего уменьшаются расходы на приобретение и хранение неиспользованных запасных частей, а также сокращается длительность простоя ТТМ в ремонте.

1.07.2014

Список литературы:

1. Волгин, И.В. Анализ причин образования сверхнормативных накоплений запасных частей / И.В. Волгин, В.П. Тихонов // Научные труды ГОСПИТИ. – М.: 1988, – т.8, – С. 35–43.
2. Шрайбфедер, Дж. Эффективное управление запасами / Джон Шрайбфедер; пер. с англ. – 2-ое изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 304 с.
3. Борозенец, В.Н. Прогнозирование потребности в запасных частях: дис. ...канд. экон. наук: 08.00.05 и 05.20.03 / В.Н. Борозенец. – Ставрополь, 1999. – 142 с.
4. Сарбаев, В.И., Методы определения рационального уровня запаса запасных частей на предприятиях автосервиса / К.И. Разговоров, А.Ю.Ерошин // Итоги и перспективы интегрированной системы образования в высшей школе России:

- образование – наука – инновационная деятельность: Труды II международной научно – практической конференции. – М., МГИУ, 2011. – С. 765–769.
5. Галимова, Е.О. Задачи по совершенствованию управления ресурсами запасных частей транспортных предприятий нефтегазового комплекса / Е.О. Галимова // Нефть и газ: Проблемы недропользования, добычи и транспортировки: Материалы НТ конференции, посвященной 90-летию со дня рождения В.И. Муравленко. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2002. – С. 115–116.
 6. Галимова, Е.О. Обоснование методики формирования резерва запасных частей для транспортных предприятий нефтегазового комплекса: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Е.О. Галимова. – Тюмень, 2006. – 145 с.
 7. Иванов, А.И. Обеспечение запасными частями машин в агропромышленном комплексе в условиях рынка: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.28 / А.И. Иванов. – Москва, 1993. – 287 с.
 8. Агзамов, С.К. Совершенствование методов определения нормативов потребности в запасных частях сельскохозяйственной техники на основе моделей долговечности и системы зональных коэффициентов (на примере тракторов): дис. ... докт. техн. наук: 05.20.03 / С.К. Агзамов. – Л.-Пушкин, 1990. – 536 с.
 9. Данилов, О.Ф. Система транспортного обслуживания процессов бурения, нефтедобычи и ремонта скважин: дис. ... докт. техн. наук: 05.15.10 / О.Ф. Данилов. – Тюмень, 1997. – 408 с.
 10. Зайденберг, А.П. Определение оптимального запаса деталей для ремонта тепловозов в депо: дис. ... канд. техн. наук: 05-433 / А.П. Зайденберг. – Омск, 1970. – 133 с.
 11. Вожжов, А.П. Совершенствование нормирования производственных запасов (на примере машиностроительных предприятий): дис. ... канд. экон. наук: 08.05.00 / А.П. Вожжов. – Севастополь: СПИ Минвуза УССР, 1981. – 186 с.
 12. Гамбаль, М.Ю. Оптимизация потребности запасных частей большегрузных автосамосвалов на карьерах Севера: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.06 / М.Ю. Гамбаль. – Иркутск, 2006. – 141 с.
 13. Вольф, А.К. Совершенствование обеспечения системы технического сервиса лесных машин запасными частями: На примере ОАО «КРАСЛЕСМАШ»: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / А.К. Вольф. – Москва, 2006. – 125 с.

Сведения об авторах:

Филатов Михаил Иванович, заведующий кафедрой технической эксплуатации и ремонта автомобилей транспортного факультета Оренбургского государственного университета,
доктор технических наук, профессор
460000, г. Оренбург, пр-т Победы, 149, ауд. 10302, e-mail: filatovogu@gmail.com

Юсупова Олеся Владимировна, старший преподаватель кафедры информатики факультета информационных технологий Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, д. 13, ауд. 2236, тел. (3532) 372537, e-mail: yusupova_olesya@bk.ru