

УДК 629.113.004

Р.С.ЛУКИНСКИЙ, И.Г.САПРЫКИН, В.Н.ПОПОВ

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА, ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УЗЛОВОГО РЕМОНТА

Повышение эксплуатационной надежности автомобилей является важной и многогранной задачей. При рассмотрении данной проблемы особый интерес представляет сравнение отечественных марок автомобилей с зарубежными аналогами по ряду показателей.

К важнейшим показателям эффективности функционирования подвижного состава автомобильного транспорта следует отнести сроки службы и пробеги до списания (табл.1). В табл.1 средние пробеги до списания отечественных автомобилей приведены к I категории условий эксплуатации согласно Положению о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.

В табл.2 приведены относительные величины, характеризующие соотношение затрат между эксплуатацией (техническое обслуживание и ремонт) и изготовлением автомобилей. Из табл.2 видно, что, во-первых, стоимость ТО и ТР зарубежных автомобилей за расчетный срок службы немного превосходит оптовую цену, а для некоторых автомобилей, например Вольво Ф-89, практически совпадает, во-вторых, затраты на ТО и ТР отечественных автомобилей превосходят затраты на производство в 5-7 раз, а трудоемкость их изготовления составляет 1,5-3,5 % от общей трудоемкости, включая изготовление и эксплуатацию автомобилей до списания. В табл.3 приведены затраты и трудоемкость работ для отечественных автомобилей различных лет выпуска.

Анализ табл.1-3 позволяет сделать следующие выводы. Техническая политика в сферах производства и эксплуатации автомобилей за последние годы не претерпела изменений, несмотря на существенный рост нормативных пробегов до списания. Это привело к гипертрофированным отношениям по затратам и трудоемкостям между производством и эксплуатацией автомобилей. Расчетная трудоемкость изготовления одного автомобиля за последние 30 лет возросла на 10-25 нормо-ч., а трудоемкость ТО и ТР на 1500-2000 чел.-ч; расчетная себестоимость изготовления увеличилась на 0,4-0,7 тыс.руб., а затраты на ТО и ТР - на 3,0-3,5 тыс.руб. (в ценах 1991 г.).

Таким образом, в сфере эксплуатации автомобилей (техническое обслуживание и ремонт) требуется качественно новый подход, который позволил бы

Таблица 1

Пробеги L_c и сроки службы T_c до списания грузовых автомобилей

Страна	Показатель, тыс.км, годы	Грузоподъемность, т		
		До 1,5	1,5-5	Более 5
США	L_c	180-220	230-250	500-600
Англия	L_c	120-140	140-150	240-320
	T_c	7-8	6-8	8
ФРГ	L_c	140-150	250-270	Более 500
	T_c	9	11	11
СНГ	L_c	-	450-485	580-635
	T_c	-	7,5-8,2	8,6-11

Таблица 2

Соотношение затрат на изготовление, техническое обслуживание и текущий ремонт

Страна	Модель	Грузоподъемность, т	Объявленная наработка до списания		Отношение стоимости ТО и ТР за срок службы к цене, %
			тыс.км	годы	
Италия	Фиат-УНИК-190	95	500	7	108
	Фиат-662Т3	7	400	7	150
ФРГ	Мерседес-1632	82	650	7	113
	Магнус-232Д	86	550	7	105
Швеция	Вольво Ф-89	122	600	7	104
СНГ	ГАЗ-53А	45	450	8	600-700
	ЗИЛ-130	5-6	540	8	600-700

сократить затраты на проведение ТО и ТР и одновременно повысить эксплуатационную надежность автомобилей. Это предположение вытекает из того, что пока наблюдается тенденция к росту цен как на подвижной состав, так и на его составные части (детали, узлы, агрегаты). В то же время платежеспособность автотранспортных предприятий остается на низком уровне. Отсюда следует, что техническая политика предприятий должна быть направлена на изыскание резервов, позволяющих снизить простой подвижного состава в ТО и ТР, трудоемкость их выполнения, не увеличивая расходы на другие составляющие ремонта.

Однако если существующие методики позволяют разработать четкую систему технического обслуживания, его периодичность, трудоемкость, а также

Таблица 3

Затраты и трудоемкости работ на пробеге до списания автомобилей

Автомобиль, год выпуска	Пробег до списания, тыс.км	Показатель	Распределение показателя, %		
			Изготовление	ТО и ТР	КР
ГАЗ-51 1955	216	$\frac{4,66^x}{2028}$	$\frac{13}{3,7}$	$\frac{74}{85,2}$	$\frac{13}{11,1}$
ГАЗ-53А 1980	450	$\frac{9,07}{3600}$	$\frac{13,3}{2,8}$	$\frac{73,9}{88,9}$	$\frac{11,8}{8,3}$
ЗИЛ-164А 1964	243	$\frac{7,89}{2666}$	$\frac{15,8}{4,7}$	$\frac{71}{81,2}$	$\frac{13,2}{14,1}$
ЗИЛ-130 1980	540	$\frac{12,07}{4420}$	$\frac{13,2}{3,1}$	$\frac{75,4}{87,6}$	$\frac{11,4}{9,3}$

^x В числителе - затраты, тыс.руб., в знаменателе - трудоемкость, ч.

номенклатуру выполняемых операций, то применительно к текущему ремонту эта проблема не нашла подробного освещения.

Текущий ремонт на многих предприятиях продолжает выполняться по потребности, т.е. устранение отказов происходит после выхода из строя транспортного средства.

Для рационального использования ресурса базовых деталей и обеспечения увеличенных норм доремонтных пробегов агрегатов целесообразно выполнение на АТП узловых (углубленных текущих) ремонтов, проводимых в плановые сроки, в определенном объеме, при замене узлов и деталей по установленному перечню. Понятие узлового ремонта не является общепринятым, однако по существу узловой ремонт давно производится на всех АТП, только не в установленные обоснованные сроки и не в регламентированном объеме, а при случайных сроках и номенклатуре выполняемых работ. При этом значительное количество деталей, в том числе безусловно подлежащих восстановлению, необоснованно направляются в металлолом.

Наиболее рациональный подход к решению этой задачи на основе экономико-математического моделирования разработан И.Е.Дюминим. Преимущество данной методики заключается в том, что при использовании оптимальной периодичности узлового ремонта методом замены изношенных элементов сокращается количество заездов подвижного состава в ремонтную зону, следовательно, снижается число разборок-сборок узлов и агрегатов, за счет этого повышается их эксплуатационная надежность, коэффициент технической готовности, что в конечном итоге положительно сказывается на доходах от эксплуатации автомобилей.

Критерий экономической целесообразности одновременной замены деталей при узловом ремонте записывается в виде

$$S = (a_1 + a_2)(\Sigma t_j - \Sigma t_j^*) + \frac{kD}{C_a}(\Sigma C_j - C_{j_{\max}}) - \frac{D}{L_{\text{общ}}} (x_j - U_i) \frac{C_j}{C_a} + \frac{C_j}{x_j} (x_j - U_i), \quad (I)$$

где C_j - стоимость детали (комплекта), руб.; t_j - трудоемкость замены деталей, чел.-ч; t_j^* - трудоемкость одновременной замены нескольких деталей, чел.-ч; D - доход от эксплуатации автомобиля за весь срок эксплуатации, тыс.руб.; $L_{\text{общ}}$ - общий пробег до списания, км; C_a - оптовая цена автомобиля, руб.; a_1 - потери из-за простоя автомобиля, руб.; a_2 - тарифная ставка рабочего с учетом разряда и начислений, руб.; s_1 - сумма потерь дохода и стоимости от недоиспользования ресурса деталей при одновременной замене, руб.; s_2 - экономия затрат от сокращения простоя автомобиля в ремонте, оплате труда ремонтных рабочих и от отсутствия повторных приработок деталей, руб.; k - коэффициент, учитывающий снижение ресурса заменяемых деталей от приработки, $k = 0,2$; x_j - ресурс элемента, при котором производится замена группы элементов, км; U_i - ресурс остальных элементов, км.

Расчеты выполняются в несколько этапов. На первом этапе производится группировка деталей в узлы для одновременной замены. На втором этапе проверяется экономическая целесообразность объединения деталей в группы.

Анализ составляющих формулы (I) показал, что имеется ряд недостатков метода, предлагаемого И.Е.Дюминим.

Во-первых, при расчетах периодичности замен берутся средние ресурсы деталей. Если принять, что распределение наработки на отказ подчиняется нормальному закону, то при достижении величины среднего ресурса половина деталей из выборки выйдет из строя и должна быть заменена в индивидуальном порядке до узлового ремонта.

Во-вторых, в методике практически не затрагивается вопрос использования восстановленных деталей. Когда рассматривается составляющая, учитывающая убытки от недоиспользования ресурса деталей, заменяемых одновременно, следует учитывать то, что многие из них подлежат восстановлению и используются в производстве повторно, а некоторые из них и неоднократно.

В-третьих, величина коэффициента k в формуле (I) будет зависеть от многих факторов, в том числе и от того, какой ремонт выполняется на АТП. Если применяется ремонт с использованием ремонтных комплектов, то возможен необезличенный подход к выполнению предупредительного ремонта, поэтому значение данного коэффициента будет зависеть от того, какие детали заменяются с сопрягаемой (новые, восстановленные и т.д.). В случае замены в сопрягаемой паре старой детали на новую происходит частичное восстановление начального зазора в сопряжении, но после ремонта наблюдается тот же процесс приработки, что и в начале эксплуатации. При обезличивании сопрягаемых пар деталей уже не наблюдается восстановление зазора, а сразу начина-

ется процесс интенсивного изнашивания. При необезличенном ремонте полностью и экономично используется заложенный в конструкцию деталей ресурс. Таким образом, величина k в каждом конкретном случае будет иметь свое значение.

Для повышения эффективности ремонта методом замены изношенных элементов вместо среднего ресурса заменяемых одновременно деталей U_i и x_j , предлагаемых методикой И.Е.Домина, можно использовать ресурс, определяемый по следующей формуле:

$$L_{\text{опт}} = L_c \cdot \left[\frac{2 \frac{d}{C} V}{(1+V^2)(1-V)} \right]^{\frac{1}{V}}, \quad (2)$$

где L_c - средний ресурс, тыс.км; d - затраты при проведении планово-предупредительного ремонта на пробеге $L_{\text{опт}}$; C - затраты на ремонт при отказе; V - коэффициент вариации.

Одним из вопросов, требующих специального рассмотрения, является вопрос об издержках, связанных с устранением отказа. Для расчета можно использовать формулы

$$C = x_1 q_1 r_1 + (x_2 + q_2) r_2 + x_3 q_3 + x_4; \quad (3)$$

$$d = x_1 q_1 r_1 + (x_2 + q_2) r_2, \quad (4)$$

где x_1 - трудоемкость устранения отказа; q_1 - средняя тарифная ставка рабочего, занятого устранением отказа; r_1 - коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату и накладные расходы; x_2 - стоимость запчастей; q_2 - стоимость ремонтных материалов; r_2 - коэффициент, учитывающий наценку на запчасти; x_3 - продолжительность простоя автомобиля при устранении отказа; q_3 - средние потери от простоя автомобиля в течение часа; x_4 - издержки, связанные с доставкой запчастей в случае поломки вне АТП.

Для достижения наибольшего эффекта от узлового ремонта методом замены изношенных элементов можно использовать участок дефектовки, на котором происходила бы сортировка деталей на годные без ремонта, восстанавливаемые и негодные.

Учитывая важность совместимости деталей с приблизительно одинаковым ресурсом при установке в сопряжении, появляется необходимость в выделении участка подборки узлов.

Рабочие поста подборки узлов и агрегатов обеспечивают получение и формирование ремонтных комплектов из деталей новых, восстановленных, а также годных без ремонта, учитывая при этом, что детали, работающие в тесном контакте и годные без ремонта, при необезличенном ремонте включаются в процесс эксплуатации без дополнительной приработки. Номенклатура ремонтных комплектов должна быть такой, чтобы исключить потери рабочего времени, связанные с заказом и доставкой к рабочему посту объекта, замена которого станет необходимой при проведении демонтажно-монтажных работ.

В ремонтный комплект включаются детали и материалы разового использования, которые нельзя устанавливать вновь по техническим причинам: прокладки, уплотнения, шайбы, стопорные кольца и пр., демонтируемые при проведении ремонта. Ремонтный комплект должен состоять из деталей и сборочных единиц с равными или близкими остаточными ресурсами, а также сопрягаемых пар деталей, годных без ремонта и подсобранных в необезличенном порядке. Для этого предусматривается дефектовка снятых с автомобиля деталей, узлов и агрегатов в составе ремонтного комплекта и их последующая сортировка на годные, требующие ремонта или выбраковки. Годные детали, узлы и агрегаты включают в состав вновь формируемых ремонтных комплектов, максимально используя необезличенный метод для сопрягаемых пар деталей, а требующие ремонта направляют в специализированные цеха и участки для их восстановления.

Предупредительный ремонт с применением ремонтных комплектов позволит сократить подготовительное время на их установку и снизить требования к квалификации ремонтного персонала.

Введение системы узлового ремонта позволяет снизить общую трудоемкость текущего ремонта, уменьшить простой автомобиля в ремонте и тем самым создает возможность сокращения численности ремонтных рабочих для ТР и повышения коэффициента выпуска автомобилей на линию и коэффициента технической готовности.

Проиллюстрируем использование предложенной усовершенствованной методики для определения рациональной периодичности и объема работ узлового ремонта на примере восьмицилиндрового дизельного двигателя, колонны, состоящей из шестидесяти машин.

Исходные данные, а также результаты расчетов сведены в табл.4, 5.

Т а б л и ц а 4

Определение оптимального пробега для деталей двигателя
КамАЗ-5410

Детали	Трудоемкость замены, чел.-ч	Трудоемкость одновременной замены, чел.-ч	d/c	L_c , тыс.км	$L_{опт}$, тыс.км
Коленчатый вал	7,63	8,35	0,3	235	183
Шатунные вкладыши	1,05	6,52	0,3	160	101
Коренные вкладыши	6,18		0,3	165	109
Гильзы цилиндров	3,32	4,15	0,3	215	138
Поршень	3,15	3,17	0,3	170	105
Поршневые кольца	2,93		0,2	155	88

П р и м е ч а н и е: 6,52 - одновременная замена коренных и шатунных вкладышей; 8,35 - одновременная замена коренных и шатунных вкладышей, а также коленчатого вала; 3,17 - одновременная замена поршня и поршневых колец; 4,15 - одновременная замена поршня и поршневых колец, а также гильз цилиндров.

Таблица 5

Эффективность применения узлового ремонта

Показатель	До введения узлового ремонта	С применением узлового ремонта
Трудоемкость, чел.-ч	2389,94	1193,92
Численность ремонтных рабочих, чел.	1,36	0,68
Затраты на текущий ремонт, тыс.руб.	3962,7	2881,3

В результате моделирования потоков отказов данных групп элементов и использования приведенных формул был рассчитан оптимальный ресурс, на котором целесообразно проводить одновременную замену этих элементов. Из табл.4 видно, что при данных условиях эксплуатации оптимальный ресурс, на котором целесообразно заменять поршень, поршневые кольца, коренные и шатунные вкладыши, а также гильзы цилиндров, составляет 88,4 тыс.км.

Из табл.5 видно, что при использовании узлового ремонта, с учетом приведенных формул, трудоемкость одновременной замены поршня с поршневыми кольцами, гильзы цилиндров, коренных и шатунных вкладышей, а также численность ремонтных рабочих сократилась в два раза.

Высвободившихся ремонтных рабочих можно поставить на участки под сборки и дефектовки деталей и узлов.

Таким образом, учитывая постоянно возрастающие нормы пробегов до первого капитального ремонта автомобилей и агрегатов современных отечественных марок, а также наличие в каждом агрегате любой марки автомобилей деталей, критических по надежности, выходящих из строя значительно раньше базовой детали, ряд специалистов предлагает проведение узловых ремонтов агрегатов (углубленных текущих) непосредственно на АТП или на СТО без обезличивания деталей. Выполнение узловых ремонтов позволяет повысить ресурс агрегатов до заводского КР, дифференцированно использовать ресурсы деталей разных наименований, уменьшить их расход, сократить суммарную трудоемкость и себестоимость ремонтов за амортизационный срок и тем самым повысить эксплуатационную надежность автомобилей.