

Махмудова Ф.М.

**ФОРМИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗНОВИДНОСТЕЙ
ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИЕЙ СТРАТЕГИИ
ЗАМЕН ЭЛЕМЕНТОВ**

Makhmudova F.M.

**FORMATION AND OPTIMIZATION OF VERSIONS
OF OPERATING REPAIR OF CARS BY OPTIMIZATION OF STRATEGY OF
REPLACEMENTS OF ELEMENTS**

УДК 629.114.003

В результате обобщения экспериментальных данных, конструкторско-технологических материалов и теоретических исследований сформированы характерные разновидности текущего ремонта тормозных систем.

As a result of generalisation of experimental data, konstruktorsko-technological materials and theoretical researches characteristic versions of operating repair of brake systems are generated.

В процессе эксплуатации машин происходит износ и старение их составных частей, ухудшаются параметры технического состояния. Технология восстановления работоспособности сборочных единиц во многом определяется стратегией (правилами) замен конструктивных элементов.

Стратегии замен элементов автотранспортных средств (АТС) классифицируют [1] в зависимости от технического состояния элемента в момент замены, от наработки или времени проведения замены, а также от объема заменяемых одновременно элементов.

Могут использоваться такие стратегии замен, как индивидуальная, групповая, комбинированная. При индивидуальной стратегии заменяется только отказавший элемент, что обеспечивает полное использование его ресурса, но сопровождается частыми случайными отказами (т.е. простоями АТС). При групповой стратегии совместно с отказавшим элементом заменяются и другие, «объединенные» в группу. При этой стратегии ресурс элементов используется не полностью, но снижается количество случайных отказов за счет предупредительных замен. Для повышения эффективности применения групповой стратегии в группу совместной замены объединяют элементы, находящиеся на одном уровне разборки-сборки (т.е. предупредительная замена элементов не требует дополнительных трудовых затрат и простоев АТС). При комбинированной стратегии для деталей, объединенных в группу, применяют разные (условные) правила замен в зави-

симости от наименования отказавшего элемента.

При формировании разновидностей текущего ремонта (РТР), кроме технологии выполнения работ, должны быть определены оптимальные правила замены и каждая РТР должна иметь характеристики, позволяющие прогнозировать потребности ТР, запасных частей по номенклатуре, о стоимости, количеству и трудовых затрат.

Большие трудности возникают при устранении отказов конструктивных элементов АТС, расположенных во внутренних полостях агрегатов. Минимизировать их возможно путем объединения часто отказываемых деталей, т.е. деталей критических по безотказности, в группы совместных замен [2]. Это приводит к уменьшению количества ремонтов, а, следовательно, сокращению затрат и простоев, но вызывает некоторое недоиспользование ресурсов деталей.

Так возникает задача оптимизации систем замен с целью минимизации затрат на ремонты. В условиях существенного усложнения конструкции и степени их ответственности продолжать практику решения этой задачи силами ремонтного персонала сопряжено с неоправданными затратами и простоями АТС.

Формирование разновидностей текущего ремонта (РТР) осуществлено на примере тормозных систем автомобилей КамАЗ по методике [3], предусматривающей минимизацию затрат на поддержание требуемого уровня надежности путем выбора наилучшей стратегии замен элементов.

Исходными, для создания предпосылок решения поставленной задачи, приняты следующие положения [2]. Текущий ремонт (ТР) состоит из операций (ОТР), объединяемых в РТР. Совокупность РТР является системой ТР объекта. Для формирования РТР используем иерархическую структурную схему, на которой выделим (штриховкой)

элементы конструкции, лимитирующие безотказность объекта.

Структурная схема объекта расчленяется на блок-схемы по выбранному альтернативному признаку. В качестве альтернативных признаков объединения деталей в группы могут быть приняты: технологический признак (равная трудоемкость замен), равнодолговечность, равная стоимость, уровень безотказности, простой при устранении отказов и др. В данном исследовании, ввиду сложности и ответственности тормозных систем, принят технологический признак и уровень безотказности.

Таким образом, под РТР понимается устранение отказов конструктивных элементов, объединенных в блок-схему по выбранному альтернативному признаку и обладающих технологической автономией с позиции проведения ремонтных работ. Каждая РТР состоит из одной или несколько операций текущего ремонта (ОТР). Отличительным признаком ОТР является значение коэффициента $K_{см}$ смещенности деталей при устранении отказа: $K_{см}=1$. Этот коэффициент оценивается отношением ведущей функции детали, в общем случае операции ОТР к ведущей функции РТР за одну и ту же наработку t .

Исходя из отличительного признака определения РТР-постоянство стоимости оплаты труда C_T , материалов C_M и компенсации простоев $C_{пр}$ - стоимость C_K принимается величиной постоянной для всех операций данной K -й РТР.

Исходными данными для формирования РТР являются: чертежи объекта; технические условия на разборочно-сборочные работы; карта надежности, включающая распределения ресурсов деталей и узлов, лимитирующих надежность; требования завода-изготовителя по групповой замене деталей; нормы времени на производство работ; каталог ремонтного оборудования.

Проведение текущего ремонта сборочных единиц автомобиля в ряде случаев предполагает не полное использование ресурса попутно заменяемой детали. Это обуславливается тем, что безусловные стратегии, в том числе комбинированные, предусматривают попутную замену детали независимо от его технического состояния. Поэтому в реальных условиях требование к безусловной замене не всегда выполняется. В практике необходимо применять более гибкую стратегию, обеспечивающую полное использование ресурса деталей. Эта стратегия занимает промежуточное место между индивидуальной и комбинированной стратегиями.

Условия для замены элемента можно представить в виде сопоставления удельных затрат, т.е.:

$$\frac{t}{t + t_{ост}} > \frac{C_{нл}}{C_{сл}}$$

где t - текущая наработка элемента на момент принятия решения о его попутной замене; $C_{нл}$ - затраты в случае замены элемента попутно в данный момент t ; $C_{сл}$ - затраты при замене элемента в случае его отказа в будущем в момент $t+t_{ост}$, $t_{ост}$ - остаточный ресурс элемента, для которого рассматривается вопрос о его попутной замене.

В результате обобщения экспериментальных данных, конструкторско-технологических материалов и теоретических исследований сформированы характерные разновидности текущего ремонта тормозных систем, фрагменты из которых представлены в таблице 1.

В качестве примера проанализированы результаты расчета выявления оптимального варианта замен по критерию минимума затрат для РТР-12 (обеспечение системы сжатым воздухом – ремонт источника энергии). Сопоставлялись индивидуальная, групповая и комбинированная стратегий замен.

При индивидуальном правиле замен стоимость выполнения операций ТР минимальна, но ведущая функция потока отказов имеет максимальное значение. Правила групповых замен приводит, с одной стороны, к увеличению стоимости устранения отказа, а с другой – к уменьшению значения ведущей функции и числа ТР по сравнению с правилом индивидуальных замен. При комбинированной стратегией замен относительно дешевые детали заменяются по отказу, а при отказе дорогой детали – производится замена группы деталей. В этом случае, количество замен меньше, чем при индивидуальной замене.

Оптимальным признан 3-й вариант: совместная замена нагнетательных и впускных клапанов, ремня компрессора, комбинированная замена седла нагнетательного клапана, а также индивидуальная замена поршневых колец (комплект).

Применение комбинированного правила замен (вар.3), в данном случае, эффективно по сравнению с индивидуальной и групповой заменами. При этом удельные затраты, соответственно, уменьшаются на 9 и 0,5%.

Таблица 1

Характерные РТР тормозных замен автомобилей КамАЗ (фрагмент)

Шифр РТР	Состав РТР (назначение)	Наработка, тыс. км		Затраты на ЗПЧ, сомони	Трудоемкость РТР, чел-ч	
		на отказ	между отказами		T _{пост}	T _{цех}
1	2	3	4	5	6	7
35.01 ...	Барабан переднего тормоза 5511-3501070 (2)	295,4	221,2	1,39	1,10	-
35.12	Обеспечение системы сжатым воздухом – ремонт источника энергии (компрессора) 5320-3509050 э -3509051, 5320-3509056, -3509164, -3509166, -3509131	215,3	161,5	7,44	0,68	3,33

Полученные надежные и стоимостные характеристики РТР служат необходимым и достаточным материалом для прогнозирования потребностей АТС в текущем ремонте в качественном и количественном отношениях.

Литература

1. Шейнин А.М., Шейнин В.А. Алгоритмы и программы решения оптимальных задач надежности машин. М.: МАДИ, 1981. 112с.
2. Шейнин А.М. Эксплуатационная надежность машин. М.: МАДИ, 1979. 79с.
3. Турсунов А.А. Управление текущим ремонтом тормозных систем автомобилей КамАЗ //Эффективность автомобильного транспорта: Межвуз. научн. сб. / Саратов. политехн. ин-т. Саратов, 1991. с.71-74.

Как показывают расчеты, ожидаемый экономический эффект от применения оптимальной стратегии замен (за счет уменьшения количества ТР) составляет 456 сомони на 100 АТС в год.

Рецензент: д.тех.н., и.о. профессора КРСУ Маткеримов Т.Ы.