

## **ФОРМИРОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ОТКАЗА РАЗМЕРНОЙ ЦЕПИ**

**Писарев И. С., Хмельницкий С. В.,  
научный руководитель канд. техн. наук Катаргин В. Н.  
Сибирский федеральный университет**

Опыт работы предприятий автотехобслуживания показывает, что низкое качество ремонта и обслуживания техники оборачивается экономическими потерями для самих предприятий, производителей техники и ее владельцев. Повторение заявок на обслуживание автомобилей, требующих повторного ремонта, создает неритмичность в работе, вызывает материальные, энергетические и трудовые затраты, увеличивающие себестоимость услуг. Все эти процессы вносят неблагоприятные изменения в ценовую политику сервисных компаний и предприятий транспорта, что не позволяет поддерживать конкуренцию на достаточно высоком уровне, приближенном к развитым западноевропейским странам. Причиной таких негативных явлений, зачастую оказывается недостаточное информирование высшего руководства и инженеров ремонтной службы предприятий о текущем уровне надежности поступающих в ремонт объектов.

Такой подход к процессу проведения ремонтных воздействий не дает объективной информации о том, какими качествами должен обладать тот или иной технологический процесс проведения ремонта агрегата, его структура, применяемые технологии и материалы. Кроме того, такая неопределенность и неуправляемость процесса проведения ремонтных воздействий становится серьезным препятствием для служб снабжения запасными частями на пути к рациональному построению процессов заказов.

Таким образом, первостепенная цель в задаче повышения качества проведения ремонта и снижения себестоимости его проведения заключается в первую очередь в оценке уровня надежности автомобилей в целом, их узлов и агрегатов.

Достаточно перспективным возможным направлением оценки уровня надежности агрегатов автомобилей является развитие подходов, основанных на анализе размерных характеристик деталей и их взаимном сопряжении через построение, анализ и расчет размерных цепей [1].

На таких фундаментальных подходах основан и предложен метод оценки уровня надежности по исследованию диагностического параметра, который позволяет учитывать закономерность изменения параметра технического состояния и его допустимое значение [2]. Использование этого метода позволяет оценить как полный, так и остаточный ресурс диагностируемого механизма, однако при этом не учитываются процессы восстановления работоспособности автомобилей или их составных частей. К тому же развитие такого метода в данном направлении позволяет анализировать в большинстве случаев только одно сопряжение деталей, не учитывая всю совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов агрегата и их влияние друг на друга, что отрицательно может отражаться на достоверности таких методов.

Зарождению альтернативных способов оценивания уровня надежности как автомобилей в целом, так и отдельных агрегатов способствовало множество научных трудов авторов СФУ (КГТУ), основанных на обеспечении точности замыкающих звеньев размерных цепей [3, 4].

Наибольший интерес представляет работа [4] в которой качество проведенного ремонта оценивается через остаточный ресурс замыкающих звеньев

размерных цепей. Такой подход дает возможность наиболее достоверно и точно определить надежность агрегата в целом, к тому же позволяет выявить элементы структуры размерных связей, а значит и отдельные детали, лимитирующие надежность всего агрегата. Однако при определении остаточного ресурса авторы работы пренебрегают выявлением закономерности изнашивания поверхностей деталей, принимая ее за линейную характеристику. Кроме того, направление данной работы не преследовало цель анализа надежности отремонтированных агрегатов, а лишь подтверждало адекватность предложенной научной гипотезы о том, что качество проведенного ремонта агрегатов можно увеличить за счет перераспределения резервов точности замыкающих звеньев размерных цепей.

С учетом выявленных недостатков существующих и альтернативных методов оценки уровня надежности агрегатов, ниже представлено описание критериев возникновения отказов агрегатов автомобилей на основе закономерностей изнашивания звеньев размерных цепей. Такие критерии являются необходимой составляющей для разрабатываемой модели надежности агрегатов автомобилей.

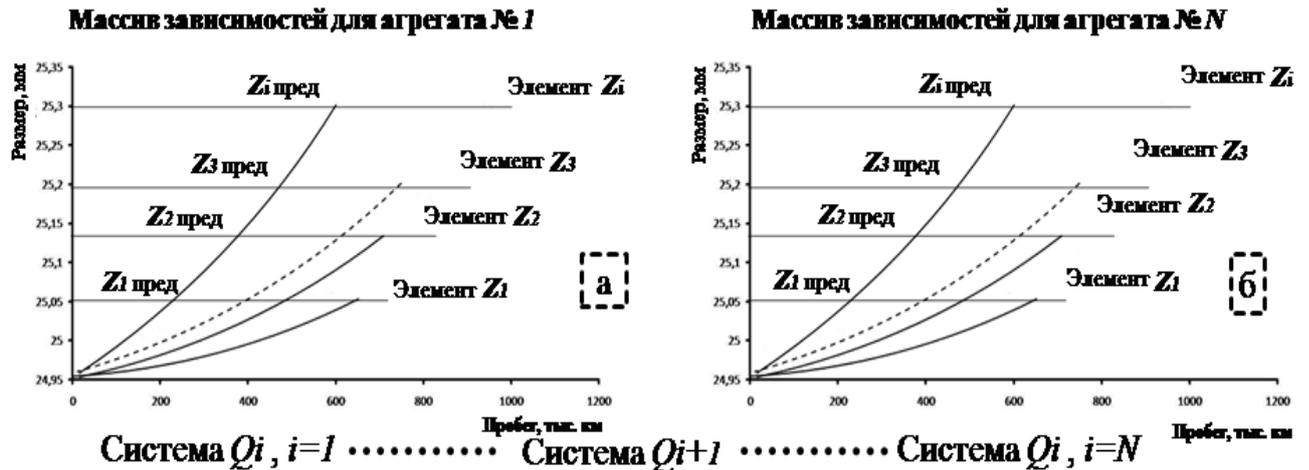
Ключевой составляющей этой модели является этап получения зависимостей изнашивания поверхностей деталей (звеньев размерных цепей), входящих в износную размерную модель [5]. Для получения такого рода информации необходимо проанализировать величины износов в зависимости от наработки агрегата и получить аппроксимирующую зависимость изменения этого параметра. Из ряда работ, посвященных исследованию износов поверхностей деталей различного функционального назначения [2, 6, 7], известно, что процесс изнашивания поверхностей сопряженных динамически нагруженных деталей большинства агрегатов автомобилей даже при установившихся режимах эксплуатации носит не линейный характер, а приближен в большинстве случаев, к экспоненциальной зависимости. То есть процесс изнашивания характеризуется функцией:

$$Y = a \cdot e^{bL}, \quad (1)$$

где  $e$  – основание натурального логарифма;  $L$  – наработка агрегата;  $a, b$  – коэффициенты регрессионной зависимости, определяющие характер и степень изменения размера.

Проводя ряд эксплуатационных, стендовых, комплексных или иного рода испытаний на долговечность получают статистический ряд распределений коэффициентов  $a, b$  такой аппроксимирующей зависимости для каждого звена всего массива размерных цепей.

Далее, привлекая методы имитационного моделирования, получают ряд зависимостей описывающих процесс изменения размерного параметра для всего объема размерных цепей агрегата, рис. 1 (а). Выполнив эту процедуру  $N$  раз, получают те же закономерности для всей однотипной группы автомобилей ( $N$ ), находящихся в эксплуатации, рис 1 (б).



$Z_1$  – посадочный диаметр шейки под подшипник первичного вала;  $Z_2$  – ширина зубьев шестерни 5 передачи;  
 $Z_3$  – посадочный диаметр шестерни 1 передачи;  $Z_4$  – ширина шлицев первичного вала.

Рис. 1. Моделирование зависимостей изнашивания

Здесь в качестве систем  $Q_i$  выступают агрегаты автомобилей, а в качестве элементов  $Z_i$  – звенья ремонтных размерных цепей.

Для получения показателей свойств надежности и их дальнейшего анализа необходимо оценивать наработку до отказа элементов размерных связей, а также их остаточный ресурс с учетом влияния на них сопряженных элементов структуры.

Замыкающее звено размерной цепи является основным индикатором работоспособного состояния сопряжения, так как его предельное значение строго регламентировано техническими условиями на капитальный ремонт того или иного агрегата. Поэтому, событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния детали или агрегата в разрабатываемой модели надежности будет считаться выход текущего значения размера  $y_i$  замыкающего звена  $A_\Delta$  размерной цепи  $E_1$  (рис. 3) за установленные предельные значения  $y_{пред}$  этого звена. Также фиксирование отказа будет наблюдаться в момент достижения любого из составляющих звеньев ( $A_1; A_2; A_3$ ) этой размерной цепи своего предельного значения.

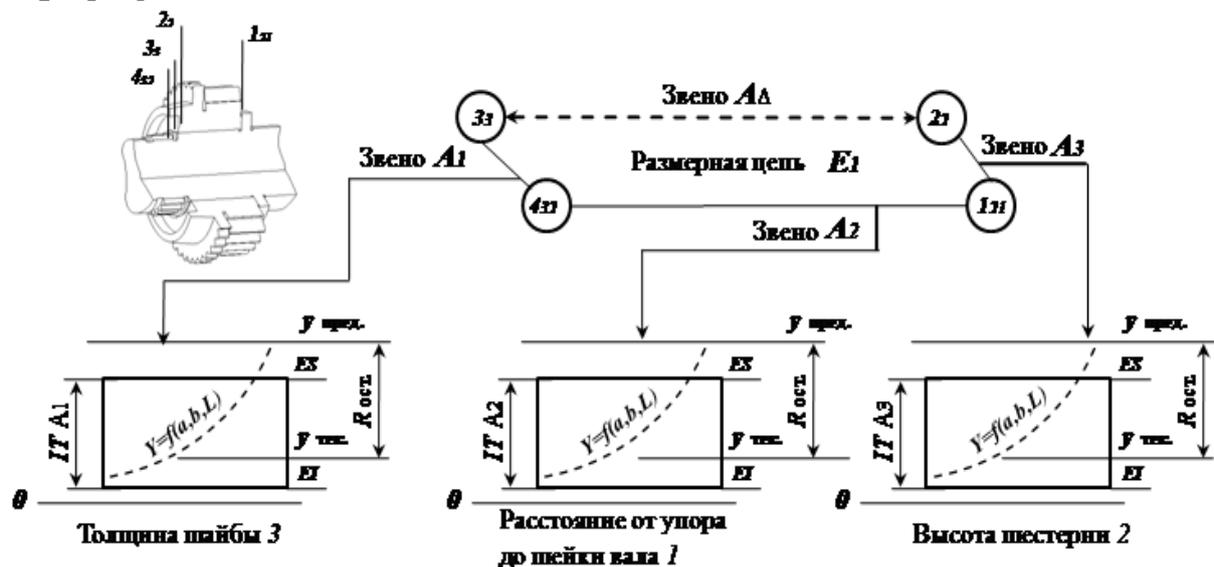


Рис. 2. Критерий отказа размерной цепи

В настоящее время продолжается работа по дальнейшему развитию предложенного подхода по формированию критериев отказа и модели надежности размерных цепей агрегатов автомобилей, по разработке методологических основ учета составляющих звеньев на параметры функциональных зависимостей изнашивания замыкающих. Также ведется работа по созданию необходимых условий для постановки научного эксперимента с целью сбора и обработки необходимой статистической информации об износах поверхностей деталей в зависимости от наработки агрегатов, а также по разработке, научному обоснованию и апробированию метода определения показателей свойств надежности агрегатов автомобилей, конечной целью которого является:

- возможность прогнозирования затрат на ремонт агрегатов;
- выдвижение обоснованных требований к проектированию технологических процессов при ремонте;
- разработка рекомендаций к конструктивному исполнению как агрегатов, так и их деталей;
- новые предпосылки к разработке ресурсосберегающих технологий ремонта.

Такие критерии качества проведения ремонтных воздействий являются важнейшими конкурентными преимуществами крупных предприятий автотехобслуживания.

### **Библиографический список**

1. Дехтеринский Л. В. Акмаев К. Х. Ремонт автомобилей. Учебник для вузов / Транспорт, 1992.— 295с.: ил, табл.
2. Ананьин А. Д., Михлин В. М., Габитов И. И. и др. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
3. Катаргин В. Н., Сорокин А. Г. Методика моделирования ресурсов ремонтных размерных связей агрегатов автомобилей / Межвузовский сборник науч. трудов с международным участием “Транспортные средства Сибири”. – Красноярск: КГТУ, 1999.
4. Катаргин В. Н., Писарев И. С. Ремонт агрегатов автомобилей управлением точностью размерных связей / Автомобильная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 27–29. — (журнал перечня ВАК РФ)
5. Катаргин В. Н., Писарев И. С., Хмельницкий С. В. Модификация методики формирования размерной модели в задачах оценки параметров технического состояния агрегатов транспортно-технологических машин / Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта: мат-лы III Международной науч.-практ. конф. / Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011. 308 с.
6. Авдонькин Ф. Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации. – М.: Транспорт, 1993. – 350 с.
7. Скундин Г. И. Механические трансмиссии колесных и гусеничных тракторов. – М.: «Машиностроение», 1969. – 342 с.