

УДК 629.113.011

А.П. Фалалеев, доцент, канд. техн. наук,**В.В. Мешков, доцент, канд. техн. наук,****В.Н. Торлин, профессор, д-р техн. наук***Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053***ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ ПОСЛЕ РЕМОНТА**

Предлагается методика прогнозирования ресурса кузовных конструкций, имеющих после ремонта в отдельных элементах отклонения структуры и физико-механических свойств. Показано, что при работе таких конструкции в условиях циклических нагрузок ресурс конструкции будет определяться процессом развития усталостных трещин.

Ключевые слова: ресурс кузовной конструкции, трещины в элементах конструкции, распространение трещин.

Постановка проблемы. Кузов автомобиля, деформированный при ДТП и отремонтированный путем пластического деформирования, будет иметь в отдельных элементах отклонения структуры и физико-механических свойств [1], величина которых будет влиять на показатели надежности и долговечности конструкции в период ее дальнейшей эксплуатации [2]. Известно, что конструкция кузова автомобиля работает в условиях переменных напряжений, возникающих из-за неровностей дороги, в связи с чем наиболее опасным фактором для несущей конструкции, имеющей локальные дефекты структуры материала, являются усталостные процессы, интенсивность протекания которых и определяет величину остаточного ресурса конструкции. Для определения этой величины в данном случае необходимо рассмотреть ряд задач, связанных с расчетами на усталость элементов конструкции, имеющих отклонения структуры и физико-механических свойств материала.

Анализ публикаций. Систематическое изложение всех факторов, влияющих на усталость элементов конструкций представлено в монографии [3]. В [4] рассмотрены две теории усталостного разрушения – теория Палмгрена-Майнера, в которой прогнозирование усталостного ресурса осуществляется с помощью эмпирических диаграмм Веллера, и теория Париса-Ергодана, основанная на принципах механики разрушения. Показано, что вторая теория дает решение задачи в том случае, если материал исследуемого объекта имеет упрочнение, анизотропию свойств и различного вида неоднородности. В работе [5] рассматривается метод прогнозирования, в котором предлагается измерять через определенные промежутки времени параметры, определяющие состояние объекта, по результатам измерений строить регрессионные модели и затем с их помощью экстраполировать полученные зависимости до предельно допустимых значений. В [6] для объектов, в которых в процессе эксплуатации могут появляться трещины, в рекомендуется расчёт остаточного ресурса производить по характеристикам трещиностойкости.

Цель и постановка задачи. Целью настоящей работы является разработка методики прогнозирования ресурса кузова автомобиля после ремонта, имеющего допускаемые технологией ремонта отклонения исходных параметров. Для достижения этой цели необходимо рассмотреть ряд задач механики разрушения, т.к. этот подход среди различных методик позволяет учесть при расчете остаточного ресурса влияние деформационной анизотропии и упрочнения материала, остающихся после выполнения комплекса ремонтных работ.

Материалы и результаты исследования.

Как следует из рассмотренных источников, прогнозирование величины остаточного ресурса возможно только при одновременном наличии следующих условий:

- известны параметры, определяющие состояние объекта и законы, связывающие их в рабочие модели;
- известны критерии предельного состояния элементов конструкции;
- имеется возможность контроля заданных параметров.

Выберем в качестве определяющих параметры, описывающие состояние трещиноподобных объектов, имеющих место в зонах повреждения и восстановления элементов конструкции кузова, что позволит удовлетворить названным условиям. Они легко контролируются и всегда известны их предельные значения. Законом, позволяющим описать данный процесс, является закон сохранения энергии, который для равновесного состояния трещиноподобного объекта в пластичном материале имеет вид [7]

$$\partial W_y + \partial W_{nl} = \partial F, \quad (1)$$

где ∂W_y – работа упругих напряжений в объекте;

∂W_{nl} – работа пластических деформаций;

∂F – работа внешних сил.

Подставляя в (1) геометрические и физические константы обнаруженной в процессе диагностики трещины, получим искомый критерий предельного состояния рассматриваемого объекта для трещины перпендикулярной к оси каркаса в форме

$$E/(1-\nu^2) \int_0^L \sigma_x \frac{\partial \bar{U}_{ij}}{\partial x_i} dx = K_c^2 \{1 - [\sigma_c / \sigma_b]^2\}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости материала,

ν – коэффициент Пуассона,

σ_x – напряжение, раскрывающее трещину,

U – перемещение раскрытия,

K_c – критическое значение критерия Ирвина для пластичных материалов,

σ_c – напряжение в вершине трещины,

σ_b – предел прочности материала элемента конструкции.

Для практического использования выражения (2) его левую часть обозначают $I_2(L)$ – где $I(L)$ – является искомым пределом трещиностойкости пластичного материала. Трещина длиной L будет распространяться в том случае, если K достигает значения K_c . Текущее значение K следует определить по формуле [7]

$$K = \sigma_x L \left\{ \pi \left[1 + (\sigma_x / \sigma_s)^2 \right]^{1/2} \right\}, \quad (3)$$

где σ_s – предел текучести материала.

После чего можно итерационным путем построить процесс приближения к пределу трещиностойкости $I(L)$, при этом число шагов приращения длины трещины в данном итерационном процессе даст число циклов до исчерпания ресурса конструкции.

В качестве примера рассмотрим технологическую трещину длиной 2.5мм в полой балке длиной 3.5м, размерами 150х90мм с толщиной стенки 2мм, нагруженной в средней части силой 10000 Н, предел текучести материала 154МПа, критическое значение коэффициента интенсивности напряжений $K_c = 124 \text{ кгс/мм}^{3/2}$. Для данного случая $K = 97.25 \text{ кгс/мм}^{3/2}$ и, следовательно, трещина расти не будет, т.е. конструкцию можно эксплуатировать до следующей диагностики.

Выводы

1. Для кузовных конструкций, в которых в процессе диагностирования или контроля геометрии после ремонта была обнаружена трещина определенной длины, с помощью данной методики можно сделать вывод о возможности ее дальнейшей эксплуатации.

2. Методика также позволяет определить число циклов до исчерпания ресурса конструкции.

Направления дальнейших исследований

Разработанная методика позволит для реальных конструкций кузовов автомобилей определить параметры их ресурса, если необходимые значения напряжений в местах появления трещин определять с помощью метода конечных элементов или других численных методов, что позволит создать банк данных по конкретным моделям автомобилей.

Библиографический список использованной литературы

1. Дамшен К. Ремонт автомобильных кузовов / К. Дамшен. – М.: Изд-во «За Рулем», 2007. – 240 с.
2. Фентон Дж. Несущий каркас кузова автомобиля и его расчет / Дж. Фентон. – М.: Машиностроение, 1984. – 199 с.
3. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В.В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
4. Серенсен С.В. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность / С.В. Серенсен, В.П. Когаев, Р.М. Шнейдерович; под ред. С.В. Серенсена. – М.: Машиностроение, 1975. – 488 с.
5. Манапов А.З., И.Ю. Майстренко. Расчет остаточного ресурса стальной конструкции с использованием регрессионных математических моделей / А.З. Манапов, И.Ю. Майстренко. // Теория инженерных сооружений, 2008, вып. 6. – С. 87 – 92.
6. ГОСТ 153-39.4-010-2002. Методика определения остаточного ресурса нефтегазопромысловых трубопроводов и трубопроводов головных сооружений. – М.: Госстандарт, 2002. – 85 с.

7. Партон В.З. Механика упруго-пластического разрушения / В.З. Партон, Е.М. Морозов. – М.: Наука, 1974. – 416 с.

Поступила в редакцию 11.05.2012 г.

Фалалеев А.П., Мешков В.В., Торлін В.М. Прогнозування ресурсу кузова автомобіля після ремонту

Пропонується методика прогнозування ресурсу кузовних конструкцій, які мають після ремонту в окремих елементах відхилення структури та фізико-механічних властивостей. Показано, що при роботі таких конструкцій в умовах циклічних навантажень ресурс конструкції буде визначатися процесом розвитку втомних тріщин.

Ключові слова: ресурс кузовної конструкції, тріщини в елементах конструкції, поширення тріщин

Falaleev A., Meshkov V., Torlin V. Predicting resource body car after repair

The technique of assessing the quality of repair of the base beams of the car body, based on solving the problems of the theory of plasticity for beams with deformation anisotropy acquired by accident and design changes during repair. The influence of strain anisotropy on the bearing capacity of the structure after repair.

Keywords: body design life, the cracks in structural elements, the spread of cracks.