

Фалалеев А.П., к.т.н., Торлин В.Н., д.т.н., Ветрогон А.А., к.т.н.

Севастопольский национальный технический университет, г. Севастополь

ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ФОРМЫ ПРОДОЛЬНЫХ БАЛОК КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ НА ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ПОСЛЕ РЕМОНТА

Рассматривается методика оценки качества ремонта кузова автомобиля, основанная на моделировании процесса потери несущей способности продольными балками каркаса, имеющими погрешности формы. С помощью разработанной математической модели получены численные оценки влияния погрешности формы на предельную деформацию балок

Введение

Снижение ресурса и безопасности кузова автомобиля в результате восстанавливающего ремонта обуславливается погрешностями формы элементов конструкции, возникающими при выполнении операций кузовного ремонта [1], что существенно сказывается на цене автомобиля на вторичном рынке. Для продольных балок кузова основными показателями расходования ресурса является снижение их несущей способности [2]. Погрешности формы, установленные нормативами на ремонт, в процессе эксплуатации увеличиваются. Снижение несущей способности продольных балок существенно влияет на безопасность автомобиля. Для выполнения расчетов, связанных с оценкой остаточного ресурса и безопасности кузова автомобиля после ремонта, необходимо разработать математические модели, связывающие технологические погрешности, возникающие при ремонте отдельных элементов конструкции с основными показателями ресурса и надежности.

Деформации, возникающие при повреждении кузовных конструкций в условиях ДТП происходят в области пластических деформаций, а для таких элементов конструкции, как лонжерон, порог или продольная балка обвязки, характерно образование пластического шарнира [3], что является наиболее сложно исправляемым элементом для восстановительных работ в технологии кузовного ремонта. В этом случае кроме погрешности формы при рихтовке возникают погрешности структуры [1].

Целью настоящей работы является разработка математических моделей, являющихся критериальной основой оценки качества кузовного ремонта, расчета остаточного ресурса и уровня безопасности автомобиля после ремонта. Для достижения этой цели необходимо рассмотреть задачу потери несущей способности продольных балок кузова, имеющих погрешности формы. Такая модель позволит установить связь между погрешностями формы и безопасностью конструкции.

Основная часть

Обычно продольные балки каркаса кузова легкового автомобиля представляют собой полый стержень [2], изготовленный из листовой стали. В основу разработанной математической модели было положено нелинейное дифференциальное уравнение упруго-пластического деформирования Л.М. Качанова [4], которое позволяет учитывать упрочнение материала и погрешности формы балки:

$$F_0 J(z) \left(h \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} \right)^{n-1} \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} = M_u, \quad (1)$$

где F_0 – функция пластичности, связывающая компоненты тензоров напряжений σ и деформаций ε :

$$\sigma = F_{\delta} \int d \varepsilon. \quad (2)$$

Момент инерции сечения балки $J(z)$ – величина переменная по длине z , представляется интерполирующим полиномом:

$$J(z) = J_0 \sum_{n=0}^N a_n z^n, \quad (3)$$

где h – высота балки;

n – показатель степени полинома упрочнения;

$W(z)$ – функция прогиба от изгибающего момента M_u .

Уравнение (1) было проинтегрировано при следующих граничных условиях:

$$\begin{aligned} W(0) &= c_1, \\ W(L) &= c_2, \end{aligned} \quad (4)$$

где c_1 и c_2 – характеристики упругой заделки балки при $z = 0$ и $z = L$ (L – длина балки).

Для случая $n = 2$ и удержании в (3) первых двух слагаемых решение задачи (1)–(4) имеет вид:

$$W(z) = \frac{4}{3} a_1 \left[(a_0 + a_1 z)^2 + \frac{1}{L} (2a_0^2 - 2a_0 a_1 L - a_1^2 L) - a_0^2 \right] M_0, \quad (5)$$

где

$$M_0 = \left[M_u / (h F_{\delta} (a_0 + a_1 z)) \right]^{1/2}.$$

С помощью модели (5) рассмотрим влияние переменного по длине момента инерции сечения $J(z)$. Для компьютерного моделирования процесс изгиба получим путем сканирования сечений трех балок, имеющих погрешности формы, рис. 1, различные значения полинома (3).

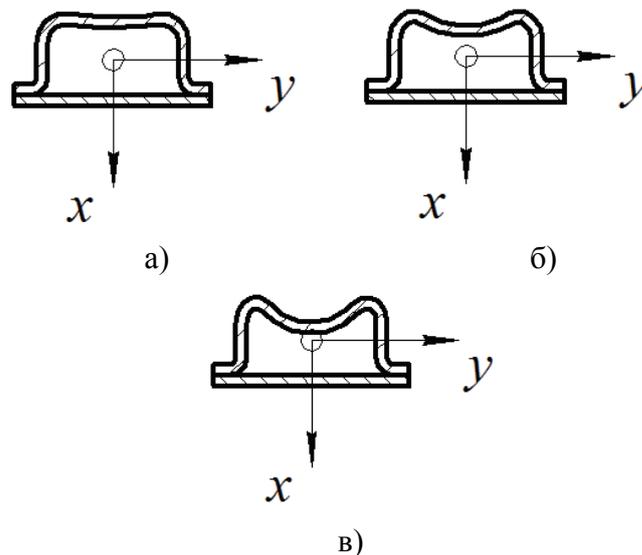
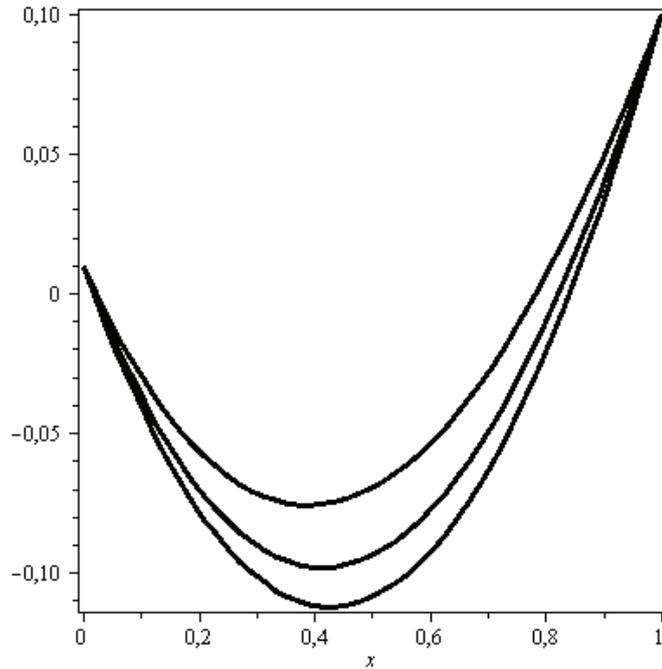


Рис. 1. Характерные сечения балок а), б) и в)

Будем считать, что балки а), б) и в) имеют следующие значения погрешности формы $\delta_i = \frac{J_0 - J(z)}{J_0}$: первая $\delta_1 = 0,15$; вторая $\delta_2 = 0,25$; третья $\delta_3 = 0,35$. На рис. 2 приведены результаты счета для этих трех случаев при $M_u = 430 \text{ Нм}$.



$$1 - \delta = \delta_1, 2 - \delta = \delta_2, 3 - \delta = \delta_3$$

Рис. 2. Влияние погрешности формы на величину прогиба W

Как следует из рис. 2, при одной и той же нагрузке деформации 1, 2 и 3 существенно различаются, следовательно в качестве критерия погрешности формы можно принять полином (3).

Вывод

В целом можно заключить, что погрешность формы продольных балок каркаса кузова легкового автомобиля можно с высокой точностью представлять интерполяционными полиномами, что позволяет получить аналитическую модель, связывающую погрешность их формы после ремонта с безопасностью при эксплуатации.

Список 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. Гохфельд Д.А. Пластичность и ползучесть элементов конструкций при повторных нагружениях / Д.А. Гохфельд, О.С. Садаков. – М.: Машиностроение, 1984. – 256 с.
4. Качанов Л.М. Основы теории пластичности / Л.М. Качанов. – М.: Наука, 1995. – 420 с.

Рецензент: д.т.н., проф. С.М. Братан, Севастопольский национальный технический университет.

Стаття надійшла до редакції 25.05.11
© Фалалеев А.П., Торлін В.М., Ветрогон О.А., 2011