

Г.В. МУСАЕЛЯН, Э.Ж. АРУТЮНЯН

РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ КУЗОВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Разработана расчетная модель кузова легкового автомобиля методом конечных элементов (МКЭ). Исследованы ее прочность и жесткость в различных случаях нагрузок. Представлены особенности моделирования сварочных соединений составных частей кузова, несущего кузова и его структурных элементов, а также методы управления процедурой деления структуры на конечные элементы.

Ключевые слова: кузов легкового автомобиля, расчетная модель кузова, жесткость кузова, метод конечных элементов.

Ввиду сложной конструкции кузова постановка и решение расчетных задач его прочности и жесткости традиционными аналитическими методами связаны с большими трудностями. В автотракторной индустрии такие исследования в основном проводятся эмпирическими методами [1].

Целью настоящей работы является разработка расчетной модели кузова легкового автомобиля (МКЭ), что дает возможность при данных нагрузках вычислить в любой точке кузова деформации, напряжения и смещения [2].

Исследуемый кузов легкового автомобиля представляет собой сложную конструкцию, состоящую из различных структурных элементов, которые связаны между собой сваркой [3]. При разработке расчетной модели кузова упомянутым методом исследуемый объект представляется как система, состоящая из различных конечных элементов, которые связаны между собой в узлах. Составные части легкового автомобиля моделируются раздельно по отношению к местным системам координат, которые задаются с помощью общей глобальной системы координат Декарта.

В данной работе в качестве исследуемого объекта рассматривается несущий кузов легкового автомобиля ВАЗ 2106. Для его моделирования был использован программный пакет ANSYS 6.0 [4], позволяющий более точно смоделировать любые сопоставления поверхностей, плоскостей и линий с помощью операции логического сложения (булевы операции) [5].

Пол несущей конструкции представляет собой поверхность, состоящую из множества ребер жесткости [6]. Она моделируется с помощью пластинчатого элемента SHELL63. Выбранный конечный элемент дает возможность принять во внимание изгибательные и мембранные напряжения. К конечному элементу могут прилагаться нормальные и поверхностные нагрузки. Каждый узелэлемента SHELL63 (рис. 1) имеет по шесть степеней свободы: смещения в направлениях координатных осей x, y, z и вращения вокруг их.

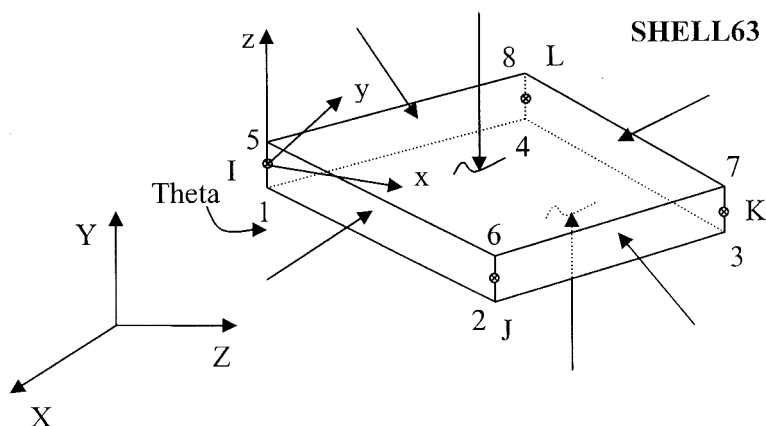


Рис.1. Схема элемента SHELL63

Конечный элемент представлен в плоскости x - y . Для точного расчета элемента SHELL63 необходимо знать инерционный момент изгиба, который может быть введен или рассчитан от введенной величины толщины, а для оценки напряжений вводятся расстояния средней плоскости от крайних плоскостей. Обе эти величины положительные, учитывая, что средняя плоскость находится между краями. Если эти величины не заданы, то оценка напряжения дается на основе изначально данных толщин.

Моделирование целесообразно начать с пола. Необходимые продольные и поперечные жесткости пола обеспечивают продольные и поперечные ребра жесткости, которые связаны между собой сваркой. В данной модели маленькие радиусы кривизны не рассчитаны, так как они не имеют большого воздействия на общую жесткость автомобиля. Все величины, данные в модели, соответствуют реальному автомобилю. При моделировании пола несущего кузова наибольшую трудность представляет точное моделирование арок задних колес.

Лонжероны и багажник моделируются в соответствии с реальным видом структуры. В половой части багажника вместо реального сложного профиля моделируются соответствующие маленькие ребра жесткости, которые имеют одинаковое влияние на общую жесткость багажника. Углы изгиба стоек, радиусы соединений и все величины соответствуют реальному автомобилю. Все сварочные соединения узлов модели смоделированы как равенство смещений соответствующих узлов. Предполагается, что сварочные соединения жесткие и не деформируются.

В разработанной программе строения модели все основные величины, толщина пластин и нагрузки заданы с помощью переменных, что дает возможность использовать модель для исследования других автомобилей идентичного класса.

Полученная модель несущего кузова в автономном режиме делится на конечно-элементную сеть. Важное значение имеет надежность получения эффективной конечно-элементной сети объекта. Необходимо избегать конечных элементов с острыми углами. Программный пакет имеет возможность управления процессом деления объекта. После получения расчетной модели прилагаются процессы ввода действующих на нее нагрузок и крайних условий структуры. На рис.2 изображен вид разработанной модели.

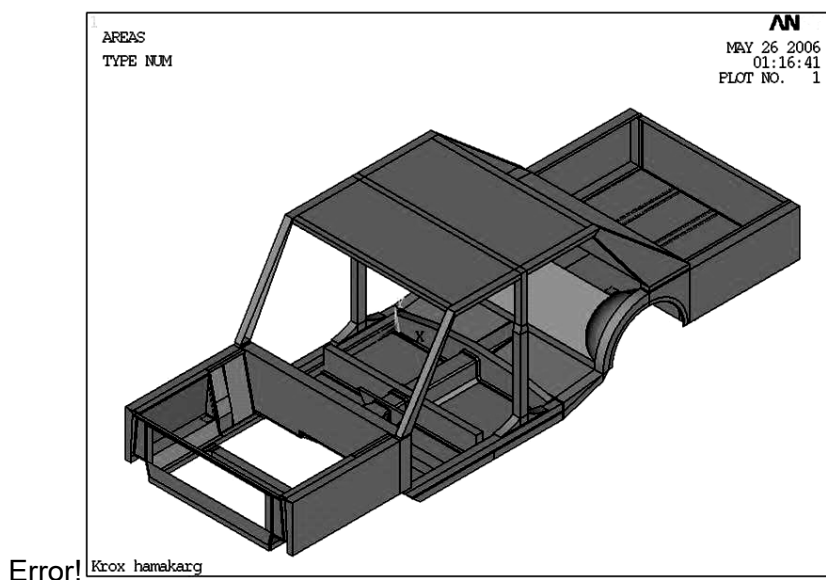


Рис.2. Вид разработанной модели

Задача решена при различных случаях статических нагрузок. При этом принимаются во внимание нагрузки от собственных и эффективных масс автомобиля. Нагрузки от агрегатов, пассажиров и груза автомобиля приложены как распределенные нагрузки в соответствующих местах.

После ввода крайних условий осуществляется решение полученной расчетной задачи. В итоге получаются распределения смещений в узлах конечных элементов. Далее вычисляются деформации, напряжения и другие величины каждого конечного элемента.

В результате решения задачи реализована оценка жесткости и прочности несущей конструкции. Выведены распределения полей напряжений в кузове, а также наиболее опасные участки, где можно разгрузить конструкцию с помощью разных конструкторских приемов.

В работе представлено распределение смещений. Выведены наиболее деформированные участки. Рассмотрено несколько случаев, из которых особый интерес представляет кручение кузова, которое появляется, когда одно из колес автомобиля лишается опоры (рис.3). В упомянутом случае выводятся те участки, где необходимо произвести конструктивные мероприятия.

На рис.3 изображен вид деформированного автомобиля.

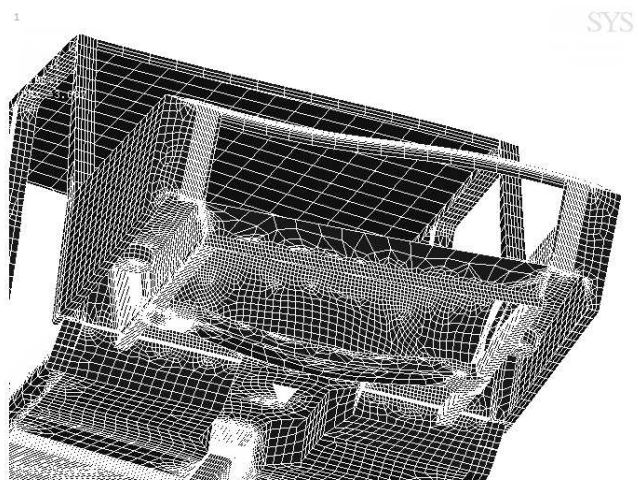
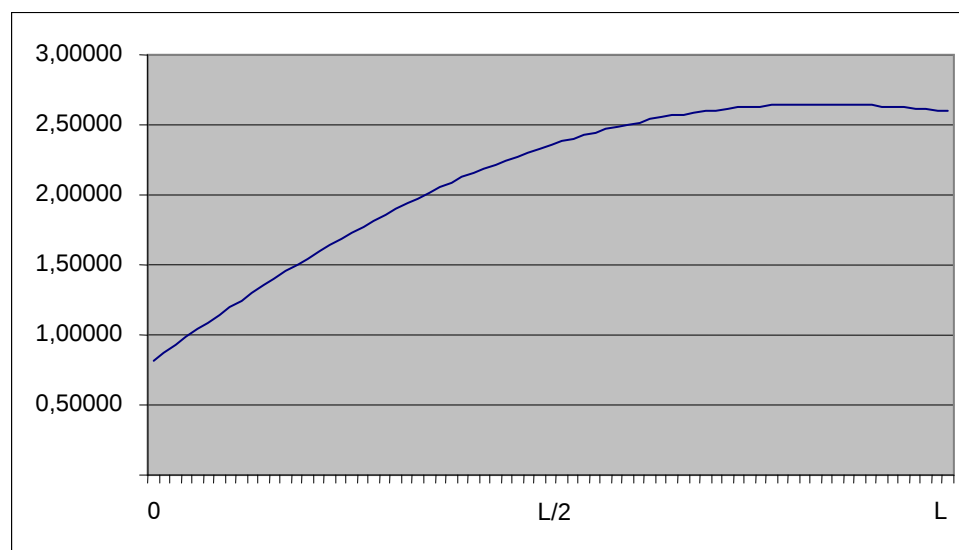


Рис 3. Вид деформированного автомобиля в случае кручения

В данном случае нагрузки одной из опасных частей несущего кузова является опора мотора (траверсы). Распределение смещений по продольной оси траверсы приведено на рис.4.



В горизонтальной оси приведена длина траверсы (L), а в вертикальной оси - величины смещений. Как видно из графика, смещения распределены крайне неравномерно.

На рис.5 цветовым полем приведены распределения смещений по всей несущей конструкции.

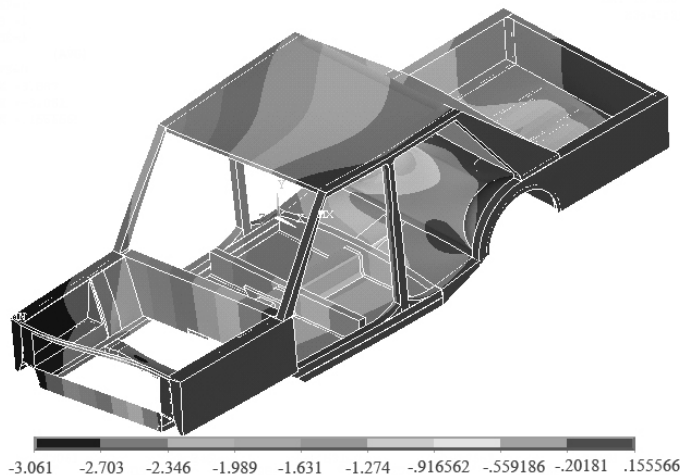


Рис 5. Цветовое поле распределения смещений

Итак, разработанная модель дает возможность вывести весь процесс деформирования кузова, особенности распределения напряжений и деформации, опасные участки кузова в разных случаях нагрузок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кац А.М.** Автомобильные кузова. –М.: Транспорт, 1980. - 272 с.
2. **Зенкевич О.** Метод конечных элементов в технике. –М.: Мир, 1975. - 541 с.
3. **Pippert H.** Karosserietechnik. - Vogel Verlag, 1998.- 303 s.
4. **Myller G.** FEM für Praktiker. - Expert Verlag, 1997.- 859 s.
5. **Մուսաբեյլյան Գ.Վ.** Վերջավոր տարրերի մեթոդների կիրառումը տրանսպորտային միջոցներում: ուսումնական ձեռնարկ / ՀՊՃՀ. - Երևան, 2003. - 289 էջ:
6. **Мусаелян Г.В., Закарян Л.О.** Исследование изгиба рамы грузового автомобиля в вертикальной плоскости методом конечных элементов // Известия НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 2006. – Т. 59, N3.- С. 465-471.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 20.09.2007.

Գ.Վ. ՄՈՒՍԱՅԵԼՅԱՆ, Է.Ժ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

**ՄԱՐԴԱՏԱՐ ԱՎՏՈՄՈԲԻԼԻ ԿՐՈՂ ԹԱՓՔԻ ՀԱՇՎԱՐԿԱՑԻՆ ՄՈՂԵԼԻ ՄՇԱԿՈՒՄ
ՎԵՐՋԱՎՈՐ ՏԱՐԻԵՐԻ ՄԵԹՈՂՈՎ**

Կատարվել է մարդատար ավտոմոբիլի կրող թափքի հաշվարկային մոդելի մշակում վերջավոր տարրերի մեթոդով, հետազոտվել են վերջինիս ամրությունն ու կոշտությունը տարբեր բեռնվածքների դեպքում: Ներկայացվում են թափքի բաղկացուցիչ տարրերի եռակցման կետերի, կրող թափքի և վերջինիս բարդ կառուցվածքային տարրերի մոդելավորման առանձնահատկությունները, վերջավոր տարրերի ցանցի բաժանման գործընթացի կառավարման եղանակները:

Առանցքային բառեր. մարդատար ավտոմոբիլի թափք, թափքի հաշվարկային մոդել, թափքի կոշտություն, վերջավոր տարրերի մեթոդ:

G.V. MUSAYELYAN, E.J. HARUTYUNYAN

**CONSTRUCTION OF COMPUTATIONAL MODEL OF AN AUTOMOBILE BODY BY METHOD OF
FINITE ELEMENTS**

By the method of finite elements the construction of the computational model of an automobile body and investigation of its solidity and stiffness during different cases of loads is developed. The features of modelling welding connections, the body and its structural elements and management of partition into finite elements are represented.

Keywords: automobile body model, computation model of body, stiffness of an automobile body, finite-element method.