

Г.В. МУСАЕЛЯН, Л.О. ЗАКАРЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗГИБА РАМЫ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Разработана модель рамы грузового автомобиля методом конечных элементов и исследован ее изгиб в вертикальной плоскости. Представлены особенности моделирования закл,почных соединений. Произведен анализ напряж,нно-деформированного состояния рамы и определены ее, наиболее опасные участки и соединения.

Ключевые слова: рама грузового автомобиля, конечно-элементная модель рамы, закл,почные соединения рамы.

Существует множество теоретических исследований прочности и ж,сткости рамы грузового автомобиля, которые осуществлялись на основании различных предположений процесса нагружения и упрощения конструкции рамы [1-6].

Целью данной работы является исследование изгиба рамы автомобиля в вертикальной плоскости методом конечных элементов, что позволяет определить перемещения, напряжения и деформации в любой точке рамы автомобиля. Представлены особенности моделирования процесса изгиба в вертикальной плоскости рамы грузового автомобиля КамАЗ-5410.

Исследуемая рама состоит из двух продольных, имеющих швеллерный профиль переменного размера, лонжеронов и пяти поперечин из сборной конструкции. Как составляющие элементы поперечин, так и поперечины с лонжеронами соединены с помощью закл,пок. Оси первых трех поперечин кривые.

Используя возможности вычислительной техники, осуществлялся процесс разработки расч,тной модели исследуемой рамы. Для этого был примен,н пакет программы ANSYS. Составляющие элементы рамы автомобиля представлены с помощью конечных элементов оболочечного и объ,много типов. Конечный элемент оболочечного типа SHELL 63 учитывает две изгибные и мембранные характеристики. Нагрузки на конечный элемент могут действовать как в его плоскости, так и по нормали.

Размеры расч,тной модели соответствуют реальным размерам рамы грузового автомобиля. В качестве граничных условий предъявлены следующие:

- рассматриваются нагрузки, обусловленные массой кабины водителя (572 кг), двигателя и силовых агрегатов (805 кг);
- нагрузка с полуприцепа (8100 кг) на седельно-сцепное устройство;
- на месте крепления рамы и подвесок применены подвижные и неподвижные опоры.

Составляющие элементы рамы автомобиля изготовлены из листовой стали толщиной 8 мм. Конструктивные элементы на рис. 1 представлены в виде плоскостей, которые позволяют моделировать положения закл,почных соединений. Закл,пки, примен,нные на раме, исключают относительное перемещение и вращение соединяемых элементов.

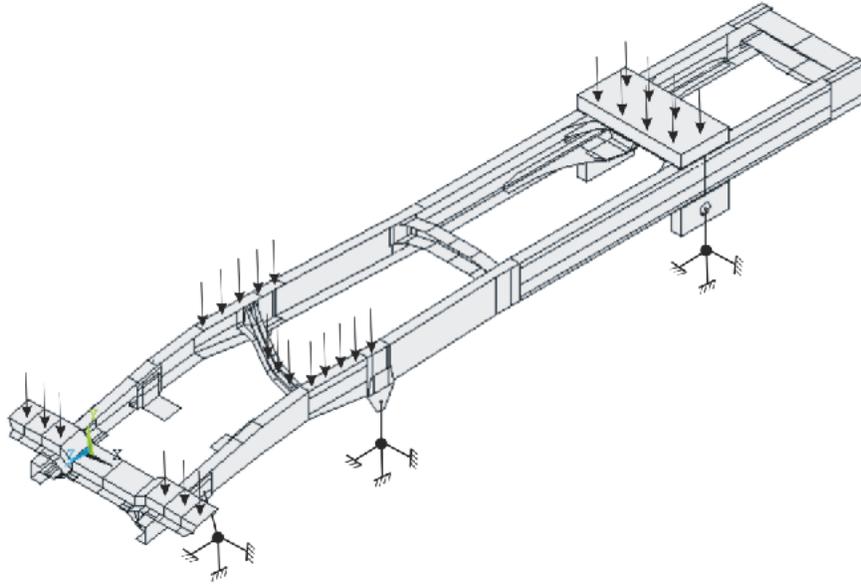


Рис. 1. Схема нагружения рамы автомобиля КамАЗ-5410

Моделирование закл,почных соединений производится путём задания соответствующим степеням свободы точек пересечения осей заклёпок и соединяемых плоскостей (узлам соответствующих конечных элементов) условия одинаковости. Иначе говоря, соединение моделировалось путём исключения в точках пересечения оси заклёпки и узлов конечных элементов на соединяемых плоскостях относительного перемещения и вращения.

На рис. 2 представлен пример моделирования закл,почного соединения передней поперечины и лонжеронов. На линии соединения плоскостей А57, А58 и А8, А9 в точках, соответствующих оси заклёпки, в качестве граничного задано условие одинаковости перемещения и вращения соответствующих составляющих. Аналогичным способом моделировались остальные заклёпочные соединения рамы автомобиля.

Модель деформируется под воздействием заданных нагрузок до тех пор, пока закреплённые плоскости при данном нагружении не давят друг на друга.

При наличии давления между креплёнными посредством закл,пок оболочками наблюдается “явление врезывания” плоскостей (рис. 3), появление которого обусловлено тем, что у данной модели при нагружении давящие друг на друга плоскости (например, А58 и А8, А57 и А9) взаимодействуют только по одним точкам, соответствующим оси заклёпки.

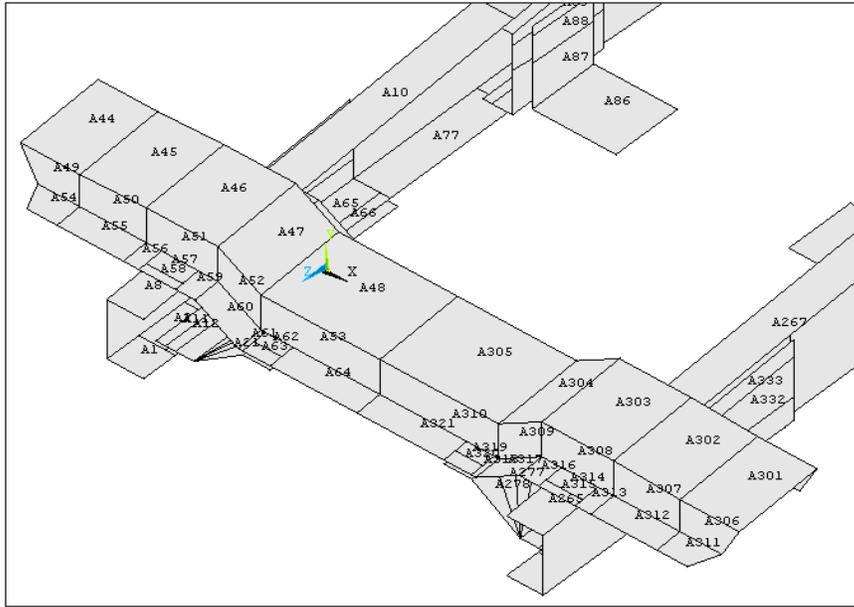


Рис. 2. Разработанная модель передней поперечины и лонжеронов рамы с помощью составляющих плоскостей

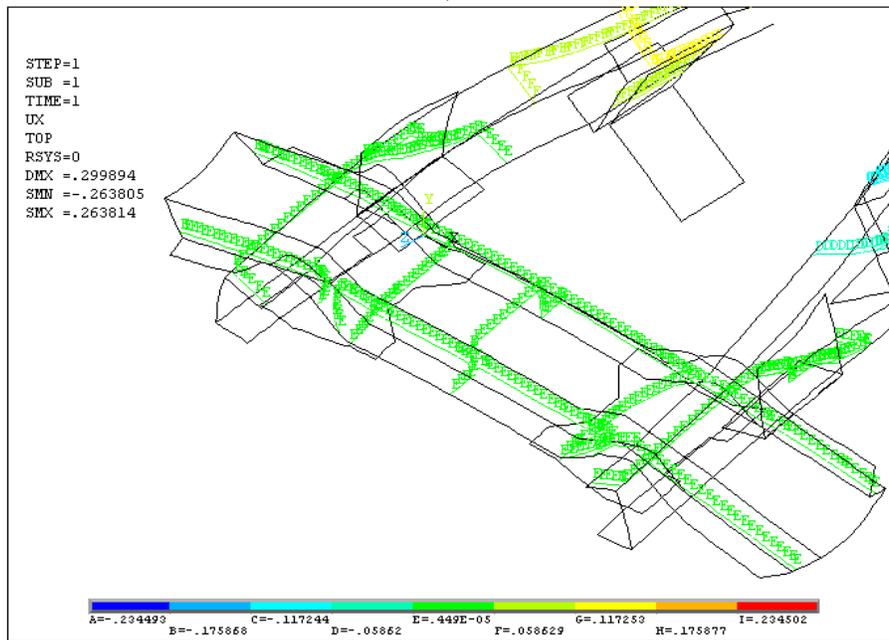


Рис. 3. Изображение врезывания передней поперечины и лонжеронов

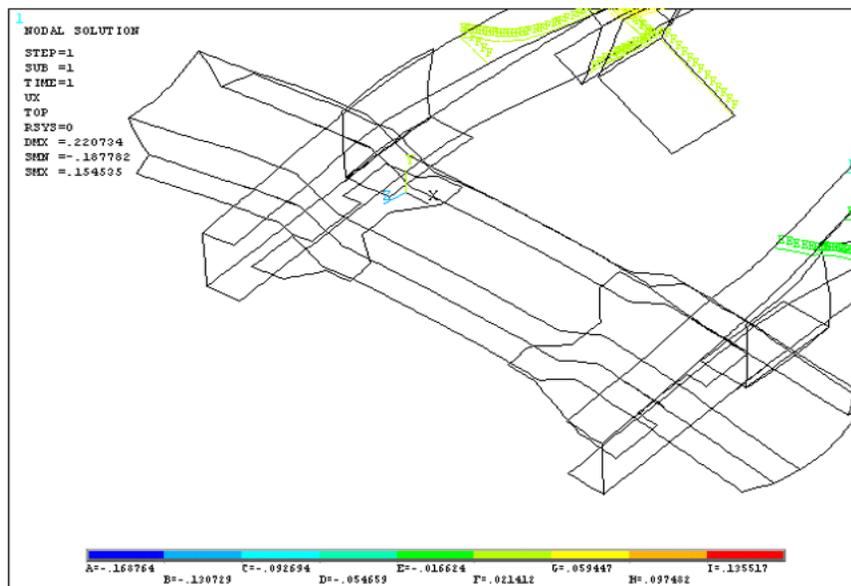


Рис. 4. Изображение передней поперечины и лонжеронов при отсутствии врезывания

На первом этапе решения задачи выявляются участки рамы, давящие друг на друга, т. е. наблюдается “явление врезывания”. С целью его устранения осуществляется второй этап моделирования. На этих участках задаются дополнительные граничные условия: перемещения соответствующих узлов конечных элементов по направлению давления приравниваются (рис. 4).

Исследование изгиба рамы автомобиля в вертикальной плоскости осуществляется после вышеизложенного уточнения граничных условий. По итогам исследования процесса изгиба рамы грузового автомобиля КамАЗ-5410 в вертикальной плоскости становится ясно, что максимальное значение интенсивности напряжения около 67 Н/мм^2 на месте крепления задней ушки рессоры (рис. 5). Интенсивность напряжения довольно высокая ($38,2...47,7 \text{ Н/мм}^2$) на месте крепления передней ушки рессоры. На участке соединения передней поперечины с верхними полками лонжеронов и второй поперечины со стенками лонжеронов интенсивность напряжения равна $9,5...19,1 \text{ Н/мм}^2$.

Максимальные перемещения сечений лонжеронов рамы автомобиля в поперечном направлении наблюдаются в верхних полках лонжеронов у задней части кабины (рис. 6), максимальные величины которых равны $0,09 \text{ мм}$.

Наибольшее перемещение лонжеронов в вертикальном направлении по своему абсолютному значению составляет $0,085 \text{ мм}$ – около крепления второй поперечины (рис. 7).

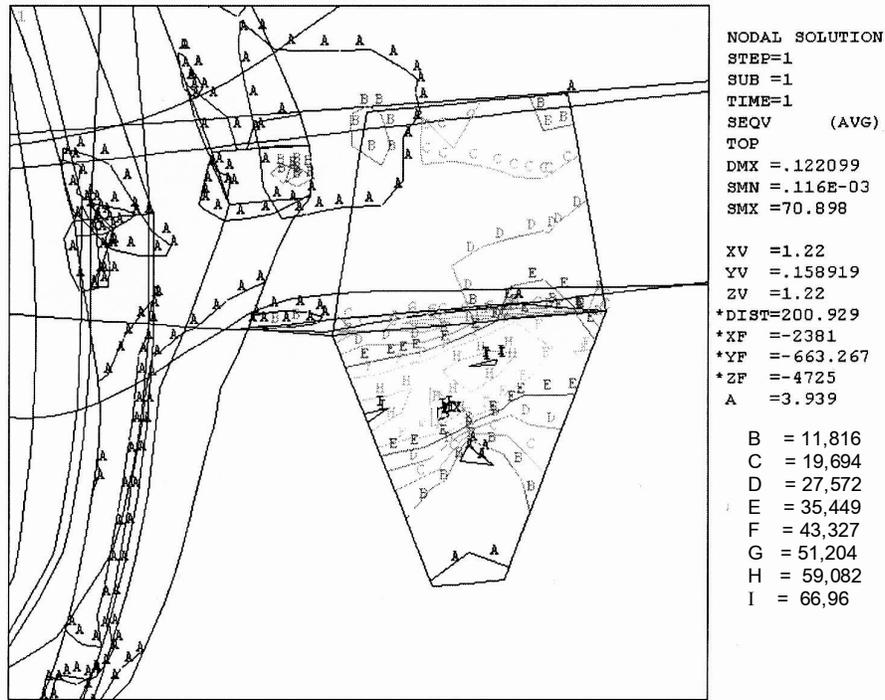


Рис. 5. Изополя интенсивности напряжения

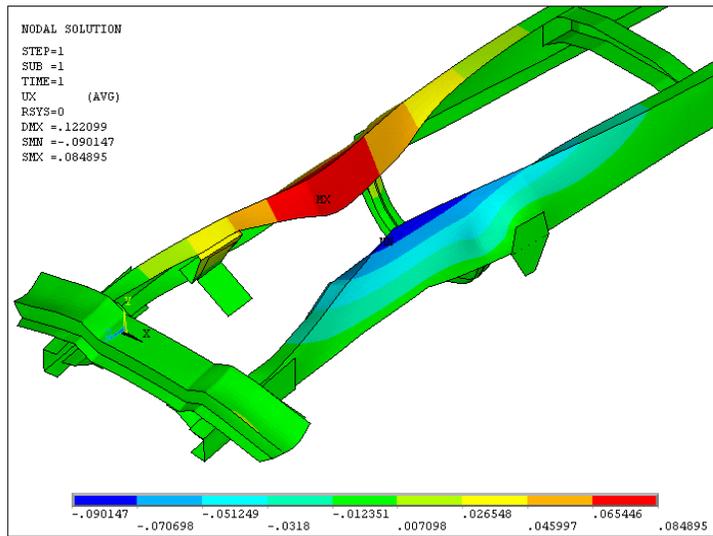


Рис. 6. Изополя перемещений рамы в поперечном направлении автомобиля

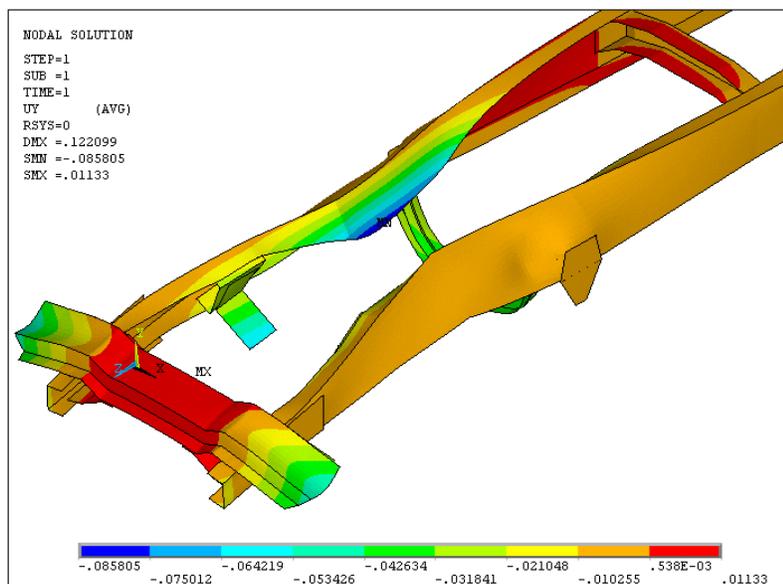


Рис. 7. Изополя перемещений рамы в вертикальном направлении автомобиля

Заключение. Разработанная математическая модель рамы автомобиля КамАЗ-5410 позволяет определить распределение компонентов напряжений и деформаций в раме автомобиля, а также перемещения в е, произвольной точке. Выявляются его наиболее опасные участки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гельфгат Д.Б., Ошноков В.А. Рамы грузовых автомобилей. - М.: Машиностроение, 1959. - 231с.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. - М.: Мир, 1975. - 541с.
3. Иванов А.А. Расч, т автомобильных рам методом конечных элементов // Автомобильная промышленность. - М., 1973. - 14. - С. 26-28.
4. Макапетян Г.В., Кочинян Г.Дж. Определение напряж, нного состояния рам грузовых автомобилей при различных кузовах // Сборник научных трудов АрмСХИ. - 1977. - Вып. XXVIII. - С. 112-115.
5. Pippert H. Karosserietechnik. Vogel Verlag.1998. – 303 s.
6. Muller G. FEM fur Praktiker. Expert Verlag. 1997. – 859 s.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 05.02.2006.

Գ.Վ. ՄՈՒՍԱՅԵԼՅԱՆ, Լ.Հ. ԶԱԲԱՐՅԱՆ

**ԲԵՌՆԱՏԱՐ ԱՎՏՈՄՈԲԻԼԻ ՇՐՋԱՆԱԿԻ ՈՒՂՂԱՀԱՅԱՑ ՀԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ ԾՈՒՍԱՆ
ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ ՎԵՐՋԱՎՈՐ ՏԱՐԲԵՐԻ ՄԵԹՈԴՈՎ**

Վերջավոր տարրերի մեթոդի օգնությամբ մշակվել է բեռնատար ավտոմոբիլի շրջանակի մոդելը և հետազոտվել ուղղահայաց հարթությունում դրա ծռման գործընթացը: Ներկայացվում են գամային միացությունների մոդելավորման առանձնահատկությունները: Կատարվում է շրջանակի լարվածադեֆորմացիոն վիճակի ուսումնասիրություն և որոշվում դրա առավել վտանգավոր հատվածներն ու միացությունները:

Առանցքային բառեր. բեռնատար ավտոմոբիլի շրջանակ, շրջանակի մոդել վերջավոր տարրերի բաժանված վիճակում, շրջանակի գամային միացություններ:

G.V. MUSAYELYAN, L.H. ZAKARYAN

**INVESTIGATION OF TRUCK FRAME BENDING IN VERTICAL PLANE WITH THE HELP OF
FINITE-ELEMENT METHOD**

With the help of the finite-element method a model of a truck frame is worked out and its bending in vertical plane is investigated. The features of riveted joints modeling are represented. The analysis of the frame deformation mode is carried out and the most vulnerable places and joints are determined.

Keywords: truck frame, finite-element model of the frame, riveted joints of the frame.