Лазарева Д.В., Сурьянинов Н.Г. Одесский национальный политехнический университет, Украина Напряженно-деформированное состояние рамы комбайновоза

Существующие методы расчета автомобильных конструкций часто являются весьма приближенными. Рекомендуемые эмпирические зависимости не всегда учитывают важнейшие, существенно влияющие факторы, что обычно приводит к утяжелению отдельных элементов и узлов.

Рамы автомобилей, являясь важнейшими несущими конструкциями, также рассчитываются приближенно. Известные методы их расчета, в основном, сводятся к рассмотрению изгиба лонжеронов, как балок, лежащих на двух опорах и нагруженных сосредоточенными вертикальными силами в плоскости, проходящей через центр изгиба поперечных сечений. При этом участие поперечных балок в передаче изгибающих моментов во внимание не принимается, и сами поперечные балки на прочность не рассчитываются.

Кроме того, пространственное действие нагрузок, вызывающее помимо изгиба еще и кручение, упругие деформации узлов, вертикальные и горизонтальные эксцентриситеты осей стержней в этих узлах, а также особенности работы элементов рамы как тонкостенных стержней при кручении, сопровождающиеся значительными добавочными нормальными напряжениями, при таком расчете не учитываются.

Современное программное обеспечение позволяет решить большинство проблем, связанных с исследованием напряженнодеформированного состояния сложных конструкций.

Конструкция, рассматриваемая в данной работе, — лонжеронная рама, состоящая из двух продольных балок (лонжеронов), системы поперечных балок (траверсов) и местных усилителей. Расположенные в центральной части конструкции 10 траверсов проходят через сквозные отверстия в лонжеронах и являются цельными; все остальные траверсы привариваются к лонжеронам встык. По периметру рамы траверсы соединяются обвязкой.

С точки зрения строительной механики лонжероны представляют собой тонкостенные балки открытого поперечного сечения; они выполнены из стального листа и имеют форму двутавра. Траверсы выполнены в виде сечений коробчатого и швеллерного типов. Высота профиля поперечин существенно отличается от высоты лонжеронов, что делает невозможным аналитический расчет всей конструкции как плоской рамы.

Определение напряженно-деформированного состояния рамы полуприцепа выполнялось в конечно-элементном пакете ANSYS. Для аппроксимации модели выбран четырехугольный пластинчатый элемент Shell63, каждый узел которого имеет шесть степеней свободы — три линейных смещения и три угловых. Этот элемент может принимать вырожденную треугольную форму, что особенно удобно при рассмотрении конфигурации. При разбиении конструкций сложной использовано свободное построение сетки; при этом сгенерированная программой конечно-элементная модель состояла из 182770 элементов.

Общая нагрузка на раму комбайновоза составила 165 кH, 65% которой приходится на переднюю ось комбайна, 35% — на заднюю. Рассматривались две схемы нагружения, соответствующие двум положениям комбайна на раме (зоны приложения нагрузки на рисунке 1 выделены разными цветами).





Вторая схема нагружения

Рисунок 1 — нагрузки на раму комбайновоза

Получены поля перемещений, деформаций и напряжений (по Мизесу). Деформированные состояния рамы при двух схемах нагружения представлены на рисунке 2, а поля суммарных перемещений — на рисунке 3.



Первая схема нагружения

Вторая схема нагружения





Первая схема нагружения Вторая схема нагружения

Рисунок 3 — суммарные перемещения в узлах элементов

Вьювер программы ANSYS позволяет просмотреть все вычисленные величины в более крупном масштабе с указанием соответствующих числовых значений. Так, на рисунке 4 показаны эквивалентные напряжения по гипотезе Губера-Мизеса для обоих вариантов внешней нагрузки.



Первая схема нагружения Вторая схема нагружения Рисунок 4 — эквивалентные напряжения в лонжероне

Максимальные напряжения в лонжероне составляют 174 МПа при первой схеме нагружения и 214 МПа — при второй.

Литература:

ANSYS в задачах инженерной механики / А.Ф. Дащенко,
Д.В. Лазарева, Г.А. Оборский, Н.Г. Сурьянинов / Под редакцией Н.Г.
Сурьянинова.— Одесса: Стандартъ, 2006.— 484 с.

2. Чигарев А. В., Кравчук А. С., Смалюк А. Ф. ANSYS для инженеров. Справочное пособие. — М: Машиностроение, 2004. — 512с.