

УДК 621.81:621-192

П.П. Капуста, И.В. Швец, Д.В. Мальев, Д.В. Вихренко, Д.В. Рыбаков

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПНЕВМОПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ПОЛУПРИЦЕПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Белорусский национальный технический университет,
Минский автомобильный завод
Минск, Беларусь*

Общие положения. В современных условиях машиностроение может быть конкурентноспособным только при условии производства новой продукции в минимальные сроки. При необходимости быстрого создания и освоения производства новых конструкций машин желательно отказаться полностью или частично от наиболее продолжительного и дорогостоящего этапа - натурных испытаний, тем самым сократить сроки проектирования изделий. Это представляется возможным за счет создания полномасштабных имитационных (виртуальных) моделей машины [1]. Проведение эксперимента на таких моделях соответствует натурным испытаниям, проводимым в экспериментальных цехах, но с гораздо меньшими затратами времени и средств. Виртуальная модель рассматривается как сложная механическая несущая система взаимосвязанных подсистем, используя которую осуществляется проектная оценка нагруженности машин для дальнейшего анализа и определения опасных по усталости элементов, прогнозирования ресурса исследуемой несущей конструкции. Чтобы создавать и работать с имитационными моделями, необходимо использовать новейшую вычислительную технику, системы автоматического проектирования, а также разрабатывать методики, алгоритмы оценки и расчетного прогнозирования нагруженности.

Для расчетного прогнозирования нагруженности на стадии проектирования используется динамический и численный анализ модели или отдельных ее частей. Динамический анализ основан на использовании обобщенного уравнения Лагранжа, а численный – на методе конечных элементов.

Прогнозирование нагруженности опоры пневмоподвески. Рассмотрим реализацию прогнозирования нагруженности методом конечных элементов с использованием имитационной модели (см. Рис. 1). Для этого необходимо создать модель подвески в системе трехмерного моделирования. Это позволит оценить конструкцию и взаимодействие отдельных несущих элементов подвески, а также осуществить расчеты на прочность и жесткость и определить собственные колебания. Затем осуществляется конечноэлементный расчет, имеющий три основных этапа:

- создание на основе трехмерной модели конечноэлементной сетки (Рис. 2) и подготовка исходных данных (геометрические параметры конечных элементов, которые можно задать либо использовать уже готовые пакеты проектирования; величины, точки приложения и направление векторов нагрузки, давления, силы (Рис. 3, 4); свойства материала; ограничения на узлы, на перемещения и т. д.);

- расчет модели (формирование матриц жесткости, масс, демпфирования; формирование нагрузок; расчет частот и форм собственных колебаний; вычисление перемещений узлов конечных элементов; деформаций и напряжений в конечных элементах) (Рис. 5);

- оценка результатов расчета (результаты можно вывести в графической форме (Рис. 6) или в виде числовых данных, т. е. получить результаты величин нагрузок на элемент, таблицы значений перемещений узлов, изображение деформированной под воздействием нагрузки сетки конечных элементов, графическое представление границ напряжений (изолинии), рисунки деталей, в которых с помощью цвета или тона выделены отдельные области в зависимости от величины напряжений или нагрузки, приложенной к элементу, также возможно посмотреть изменения формы элемента под действием динамических нагрузок).

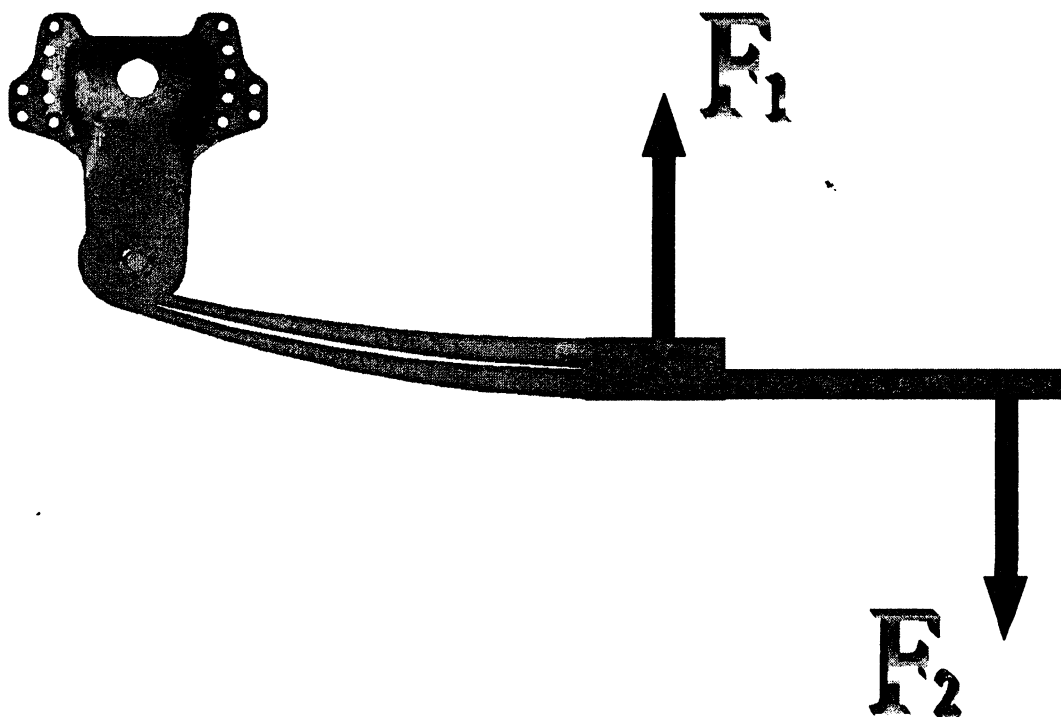


Рис. 1. Схема нагружения опоры подвески полуприцепа

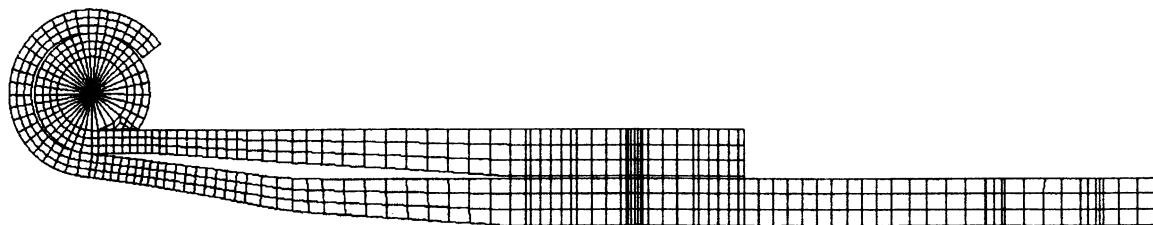


Рис. 2. Конечноэлементная модель опоры подвески полуприцепа

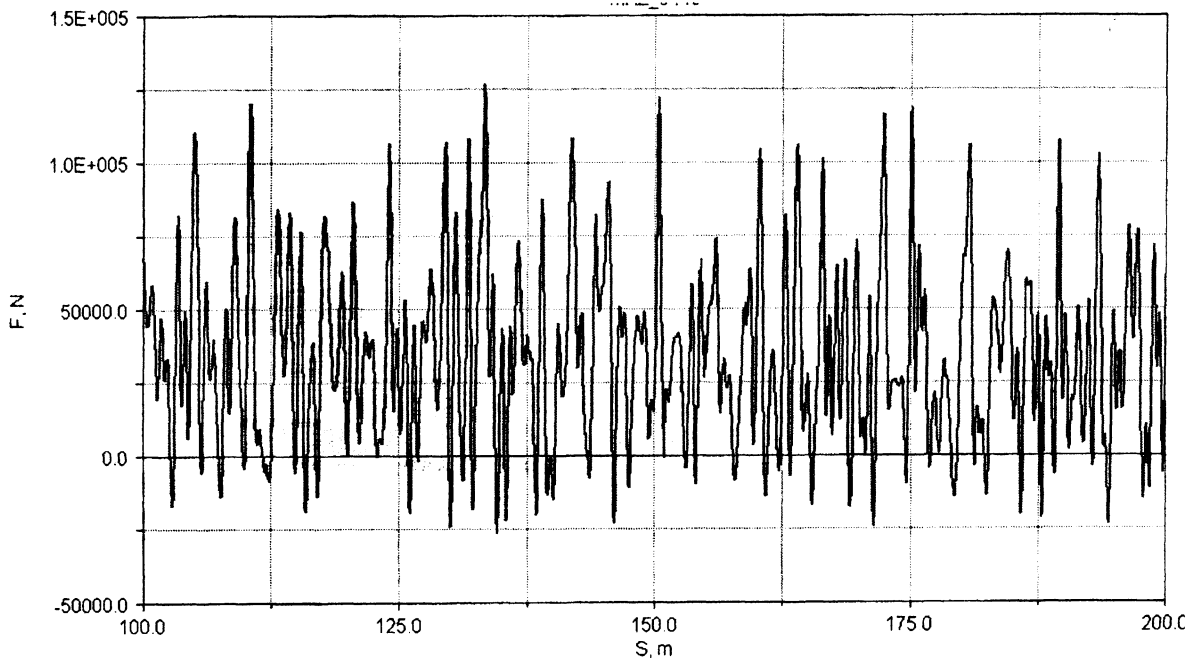


Рис. 3. Фрагмент графика изменения силы F_1 при движении автопоезда по участку дороги “ровный асфальт” со скоростью 90 км/ч

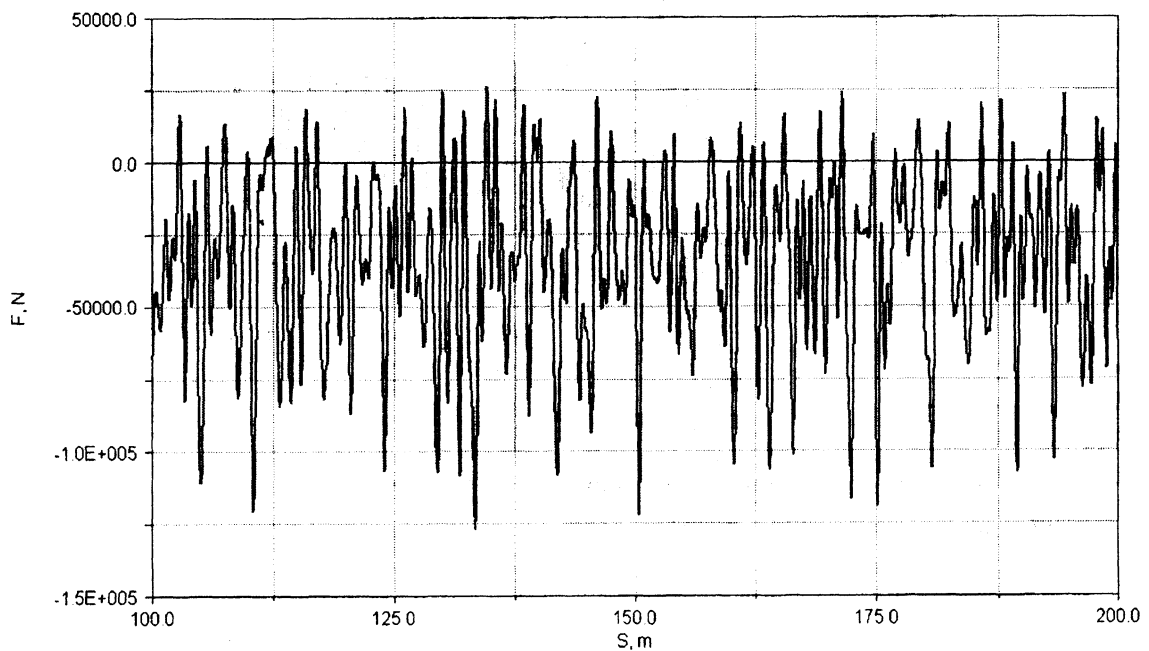


Рис. 4. Фрагмент графика изменения силы F_2 при движении автопоезда по участку дороги “ровный асфальт” со скоростью 90 км/ч

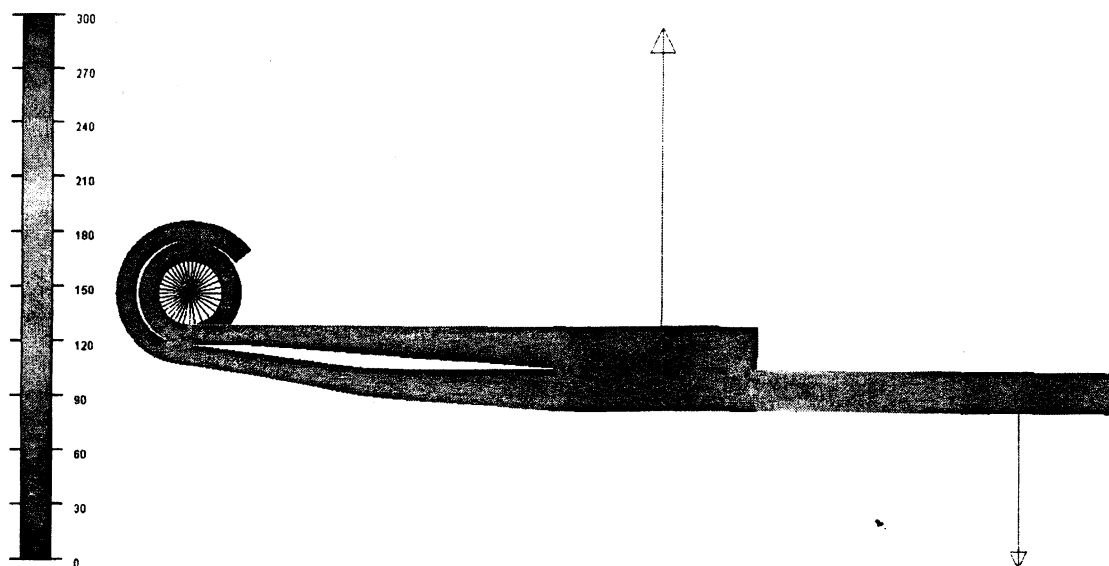


Рис. 5. Распределение напряжений в опоре подвески полуприцепа

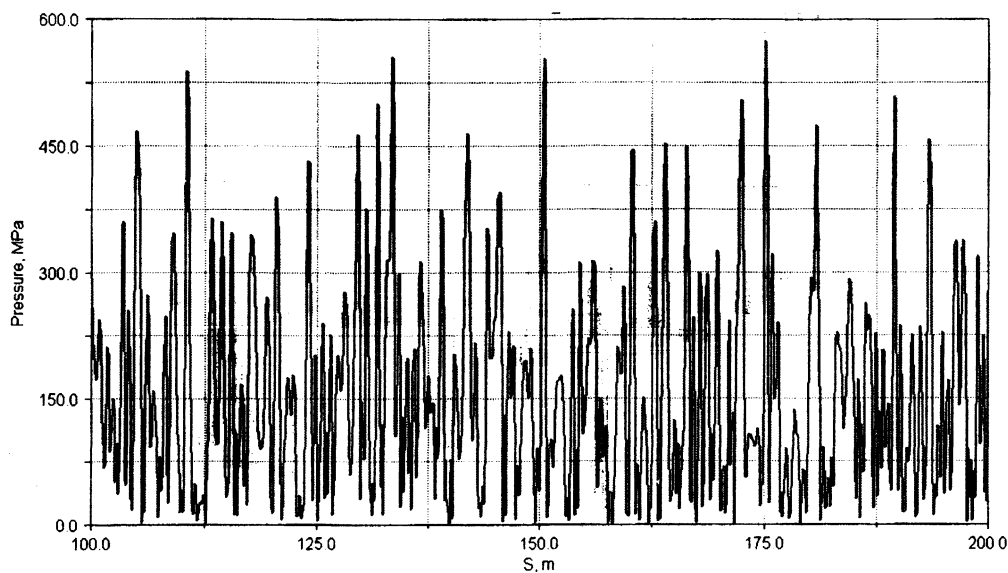


Рис. 6. Фрагмент графика изменения эквивалентных напряжений в опасном месте опоры подвески полуприцепа при движении автопоезда по участку дороги “ровный асфальт” со скоростью 90 км/ч

Данные, полученные с помощью конечноэлементного расчета, позволяют оценить нагруженность деталей, а по местам локализации наибольших значений полей напряжений можно определить локальные опасные по усталости элементы деталей.

Построение нагрузочных блоков производится по методике, изложенной в [2 - 5]. Для построения нагрузочных блоков предварительно определены характеристики статической прочности (из справочных таблиц для стали 50 ХГФА ГОСТ 14959-79) и сопротивления усталости в опасном по усталости месте опоры подвески полуприцепа

[1] (нижний длинный лист у выхода из-под верхнего короткого листа, имеющий прямоугольное сечение 100x45 мм), например, - для вероятности неразрушения $P=0,5$: $\sigma_{-1д} = 275,38$; $\sigma_{0д} = 413,07$; $N_G = 2 \times 10^6$ циклов; $m = 13,955$. Результаты расчетов приведены на Рис. 7–11.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капуста П. П. Вероятностная оценка характеристик сопротивления усталости деталей на стадии проектирования машин: Учебно-методическое пособие для ВТУЗов.- Минск.: УП “Технопринт”, 2001. - 97с; 2. Почтенный Е.К., Капуста П.П. Прогнозирование случайного нагружения и построение нагрузочных блоков// Современные методы проектирования машин. Расчет, конструирование, технология изготовления. Сборник научных трудов. Вып. 1. В 3-х т. - Т. 2/ Под общ. ред. П.А. Витязя. – Мн.: УП «Технопринт», 2002. - С. 334 – 344.; 3. Почтенный Е.К. Анализ и синтез усталости элементов конструкций// Доклады НАН Беларуси, 2002, т. 46, №2, с.105-107.; 4. Почтенный Е.К. Кинетика усталости машиностроительных конструкций.- Мн., УП “Арти-Фекс”, 2002, 186 с., ил.; 5. Почтенный Е.К., Капуста П.П. Анализ нагруженности и расчет ресурса конструкций при случайном нагружении// Современные методы проектирования машин. Вып. 2. В 7 томах. - Т. 1. Перспективные направления создания машин. - Мн., 2004. - С. 125-135.

УДК 629.113

Ан. М. Захарик, Ал. М. Захарик, А.А. Гологуш, Ю.М. Захарик

СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ ВЕДУЩЕГО МОСТА БОЛЬШЕГРУЗНОГО АВТОМОБИЛЯ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ

*Минский автомобильный завод
Минск, Беларусь*

В целях создания надежной, долговечной и малошумной конструкции ведущего моста при их проектировании должна применяться методика, гарантирующая создание узла с полным набором потребительских свойств. На рисунке приведен такой алгоритм.

В процессе подготовки исходных данных (п. 1 алгоритма) предполагается создание полного набора параметров автомобиля, необходимых для расчета и компоновки ведущего моста. Определяются тип автомобиля, автобуса, его снаряженная, полная массы и их распределение по осям, допустимая осевая нагрузка на мост, грузоподъемность, параметры двигателя и коробки передач, раздаточной коробки и ходоуменьшителя (если они есть), база, колея транспортного средства, тип подвески, размерность шин, тягово-динамические и топливно-экономические параметры, минимальное значение дорожного просвета. Кроме того, перед началом проектирования ведущего моста желательно иметь достаточно проработанные компоновочные решения в “околомостовом” пространстве: подвеска, рама, тормозные механизмы, влияющие на расположение элементов ведущего моста.

Следующим шагом после задания исходных данных к проектированию является расчет тяговой динамики, топливной экономичности, минимальной и максимальной скоростей автомобиля (п. 2 алгоритма) для выбора конструкции и расчета передаточного числа моста.

Учитывая возможные варианты конструкций, изготавливаемые в настоящее время основными производителями автомобильной техники, выбор конструкции (п. 3)