

**РАСЧЕТ НДС РАМЫ БОЛЬШЕГРУЗНОГО САМОСВАЛА  
С ПОМОЩЬЮ ИНЖЕНЕРНОГО ПАКЕТА ANSYS****Пронкевич С.А., Александров А.А., Куриленко В.В.**

Рама транспортной машины является основным несущим элементом конструкции, который воспринимает все нагрузки, возникающие при движении транспортного средства по дорогам и пересеченной местности. Кроме того, несущая система является основанием для крепления узлов и агрегатов машины, поэтому к ней предъявляют дополнительные требования и ее конструктивные формы должны быть подчинены общему компоновочному замыслу [1]. Таким образом, в силовой схеме машины несущему элементу принадлежит одно из ведущих мест. Выход из строя несущего элемента вследствие поломки или необратимой деформации связан с трудоёмкими и дорогостоящими ремонтными работами. И хотя несущая система является главной в силовой схеме машины, ее конструктивное оформление не может быть подчинено только требованиям обеспечения прочности и жесткости конструкции. Расчёт рам на прочность является одной из важнейших задач при проектировании транспортных машин.

В настоящее время для расчета на прочность механических систем, деталей и механизмов широко используется специализированное программное обеспечение, так называемые CAD/CAE-системы.

CAD-системы предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации. Современные CAD-системы обладают возможностями как моделирования трехмерных объектов (деталей и сборок), так и создания на их основе чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.).

CAE-системы представляют собой программное обеспечение, в большинстве своем, основанное на методе конечных элементов, позволяющего решать широкий класс инженерных задач: расчет на прочность, анализ и моделирование тепловых процессов, расчет процессов литья и др. В качестве исходных данных в CAE-системах используется трехмерная геометрическая модель, созданная в CAD-системах.

Для создания трехмерной модели рамы использовалась программа SolidWorks, широко распространенная программа, позволяющая создавать трехмерные модели любой сложности.

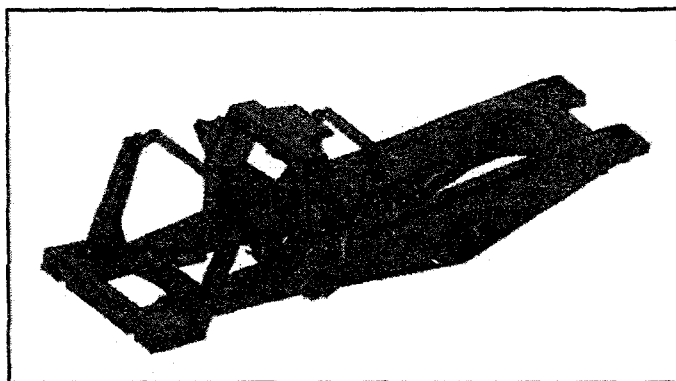


Рисунок 1 – Трехмерная модель рамы большегрузного самосвала

Для моделирования задачи использовалась система ANSYS WORKBENCH – одна из самых популярных в мире систем конечно-элементного моделирования, используемая для решения широкого спектра задач.

На сходимость решения и адекватность полученных результатов значительное влияние оказывает размер и форма конечных элементов. Для улучшения качества конечно-элементной сетки геометрически сложные конструкции необходимо условно разбивать на отдельные части, которые будут иметь простую геометрическую форму. Это позволит сделать сетку более ровной и упорядоченной. Раму такого типа, как на рисунке 1, необходимо разбить примерно на 900-1000 объемов. Разбитая на отдельные части рама приведена на рисунке 2.

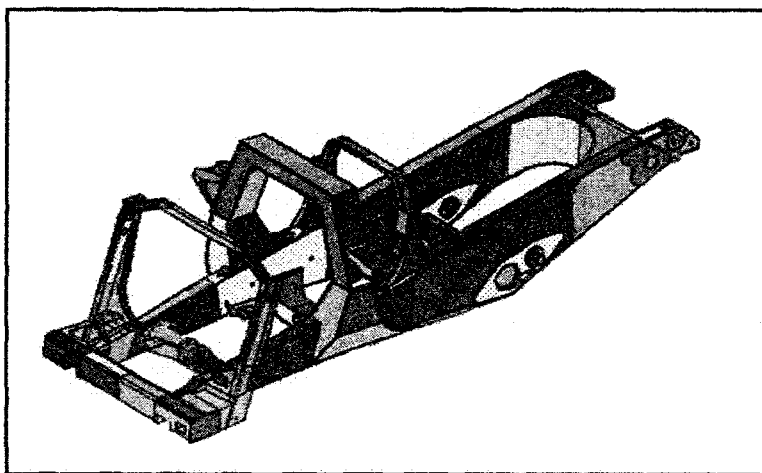


Рисунок 2 – Трехмерная модель рамы, разбитая на отдельные части

Исследование крупногабаритных и геометрически сложных конструкций затратное по времени, поэтому расчет целой рамы не всегда целесообразен. Иногда достаточно рассчитать на прочность элементы, которые подвергаются наибольшей нагрузке во время эксплуатации. Одной из наиболее опасных деталей рамы является опора, рассматриваемая далее (рисунок 3).

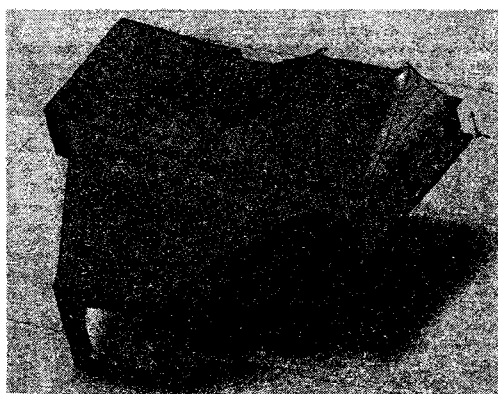


Рисунок 3 – Трехмерная модель опоры

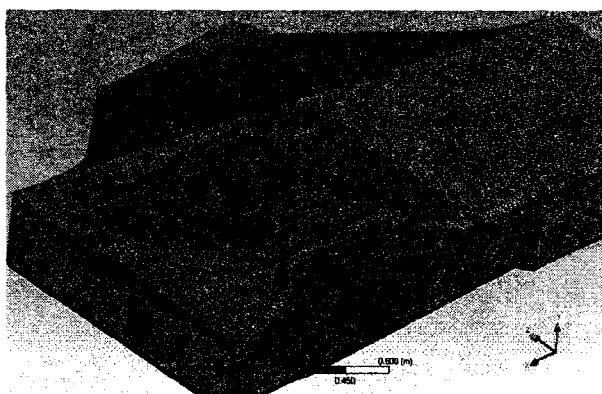


Рисунок 4 – Конечно-элементная модель опоры

Для задания свойств материала используется линейная изотропная модель. Для стали: модуль упругости  $2.1 \cdot 10^{11}$  Па, коэффициент Пуассона 0.23, плотность  $7000 \text{ кг/м}^3$ .

На рисунке 4 показана конечно-элементная модель, построенная в пакете ANSYS Workbench 12.0. Данная опора имеет довольно сложную геометрию, поэтому построение упорядоченной конечно-элементной сетки, в которой элементы будут

иметь форму гексаэдра, что, в данном случае, весьма проблематично, вследствие чего, была построена неупорядоченная сетка с элементами в форме тетраэдра

В условиях эксплуатации на данный элемент конструкции рамы приходится вес кабины, составляющей не более 20 тонн. На рисунке 5 показана схема нагружения и закрепления опоры. Латинскими буквами В, С и D обозначены поверхности приложения закреплений, а к поверхности А прикладываем нагрузку, которую принимает на себя данная часть рамы в процессе эксплуатации самосвала.

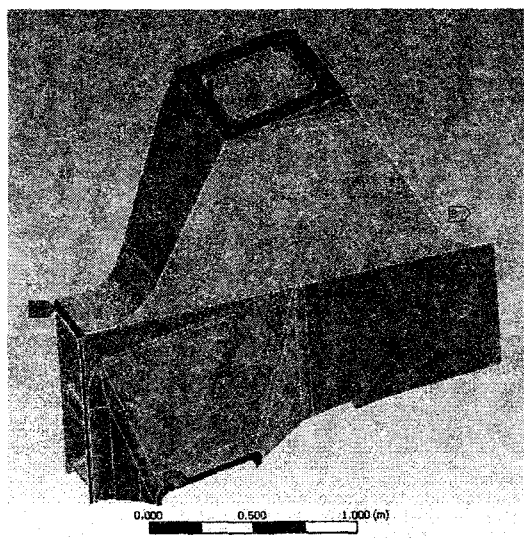


Рисунок 5 – Схема нагружения



Рисунок 6 – Распределение напряжений в опоре

Анализ методом конечных элементов показал, что при данной схеме нагружения напряжения в опоре рамы не превышают предел прочности. Модификация не требуется.

Компьютерное моделирование позволяет оценить напряженно-деформированное состояние в опоре, определить наиболее опасные участки, а затем, при необходимости, внести в нее изменения без дорогостоящих и трудоемких натурных стендовых испытаний, что немаловажно. На рисунке 5 показано напряжённое состояние по критерию Мизеса. Также в режиме постпроцессора можно проанализировать деформации, перемещения, усталостные явления, возникающие в раме процессе эксплуатации, и т.д.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Проскуряков, В.Б. Динамика и прочность рам и корпусов транспортных машин. – Л.: Машиностроение, 1972.
2. Гришкевич, А.И. Автомобили. Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть / А.И. Гришкевич. – Минск, 1987.
3. Чигарев, А.В. ANSYS для инженеров / А.В. Чигарев, А.С. Кравчук, А.Ф. Смалюк. – М.: Машиностроение, 2004. – 506 с.

Поступила 23.11.11