

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ РАМЫ МОАЗ-4901

Д.В.Попковский, А.В.Заикин, А.А.Степанов

Научные руководители – канд. техн. наук, доц. И.М.Кузменко,

канд. техн. наук, доц. В.А.Попковский

(Могилевский машиностроительный институт)

В работе исследовано напряженно-деформированное состояние (НДС) рамы средства механизации сельскохозяйственных работ МоАЗ-4901 с целью разработки мероприятий по минимизации ее металлоемкости. Несущая конструкция МоАЗ-4901 состоит из передней и задней рам, которые соединяются между собой посредством сцепного устройства.

Данные, полученные в работе, будут использованы при анализе конструктивных форм исследуемого объекта. Конструктивно-технологический анализ металлоконструкции рамы МоАЗ-4901 преследует основную цель – проведение мероприятий по снижению массы. При этом должны быть обеспечены работоспособность, надежность и долговечность. Выявляются и реализуются резервы снижения затрат материалов (основных и сварочных), трудозатрат и расхода электроэнергии [1, 2].

Ра́мы являются сварными конструкциями коробчатого сечения, выполненными из гнутых профилей различных типоразмеров. Передняя рама состоит из двух лонжеронов, 4-х связей (поперечин) и бампера. Задняя рама – из двух лонжеронов и двух связей. Передняя связь служит для шарнирного соединения со сцепным устройством, а к задней крепится навесное оборудование. Сцепное устройство – также сварная конструкция, выполненная из листовой стали.

Материал конструкций – сталь 09Г2С с характеристиками: предел текучести $\sigma_T = 265 - 305$ МПа, предел прочности $\sigma_B = 430 - 460$ МПа, удлинение $\delta = 21$ %, удельная ударная вязкость при $+20^\circ\text{C}$ составляет 59 Дж/см², при -40°C – 34 Дж/см², при -70°C – 29 Дж/см².

Анализ НДС рамной конструкции, в соответствии с рекомендациями [1], проводился в следующей последовательности:

– на первом этапе выполнен силовой анализ стержневой системы с постоянными геометрическими характеристиками; в итоге получили предварительное распределение силовых факторов и распределение напряжений в сечениях; использовалась программа «Analysis 1.9»;

– на втором этапе проведен расчет и подробно исследовано НДС элементов конструкции с применением пакета прикладных программ «Cosmos».

Наиболее характерными, с точки зрения анализа НДС рамы, являются следующие три расчетных режима работы трактора: «вывешивание», т.е. отрыв от грунта колес подмоторного моста при работе трактора с погрузчиком или при езде с поднятым плугом; этот режим определяет прочность рамы в вертикальной плоскости; режим «поворот на месте» определяет прочность рамы в горизонтальной плоскости; режим «пахота» – наиболее характерный режим работы трактора, при котором реализуется максимальное тяговое усилие.

Приведем результаты силового анализа рамы задней с использованием программы «Analysis 1.9».

При пахоте усилие составляет 65 кН ($6,5$ т) и приложено под углом 30° к горизонту. Таким образом, вертикальная составляющая равна $16,25$ кН, а горизонтальная – $28,15$ кН. Момент равен $16,25$ кНм. Вес оборудования и собственный вес рамы приложен в виде равномерно распределенной по длине стержней нагрузки и равен $4,03$ кН/м.

Силовой анализ показал, что наибольшей растягивающей продольной силой, равной $28,15$ кН, нагружены лонжероны. Наибольшая поперечная сила составляет $22,02$ кН и приложена к задней части лонжеронов, передняя поперечина нагружена поперечной силой $28,15$ кН. Наибольший изгибающий момент, равный $15,5$ кНм, действует в местах крепления кронштейна навесного оборудования. Действие попе-

речных сил и изгибающих моментов указывает на то, что сечения лонжеронов и поперечин работают на кривой изгиб. Кроме того, лонжероны подвержены действию крутящего момента, незначительного по величине (0,254 кНм).

Расчет методами сопротивления материалов напряжений изгиба в сечениях лонжерона дает их значение, равное 40,3 МПа. Величина допускаемых нормальных напряжений для стали 09Г2С, с учетом динамического коэффициента 4,5, составит 62 МПа. Таким образом, поперечные сечения стержней рамы спроектированы со значительным запасом прочности.

На втором этапе анализ НДС объекта осуществлялся с помощью численного метода – метода конечных элементов (МКЭ).

Конструктивные особенности рамы, а также поставленная цель – минимизация металлоемкости изделия, обусловили выбор пластинчатых конечных элементов (КЭ). Массив исходных данных к данной модели создавался с использованием пакета прикладных программ «Cosmos». Указанный пакет широко используется на кафедре «Сопротивление материалов» ММИ при решении различных задач, например [3, 4].

Формирование модели осуществлялось в следующей последовательности – задняя рама, седельно-цепное устройство, передняя рама, с последующей отладкой ее и проведением пробных расчетов.

На рис. 1 приведена полная КЭ модель рамной конструкции МоАЗ-4901, с указанием мест закрепления и действующими нагрузками.

Как видно на рис. 2, в режиме пахоты наблюдается существенная неравномерность распределения напряжений. При этом, наибольшие значения напряжений наблюдаются в зоне передней рамы, расположенной непосредственно над осью колес.

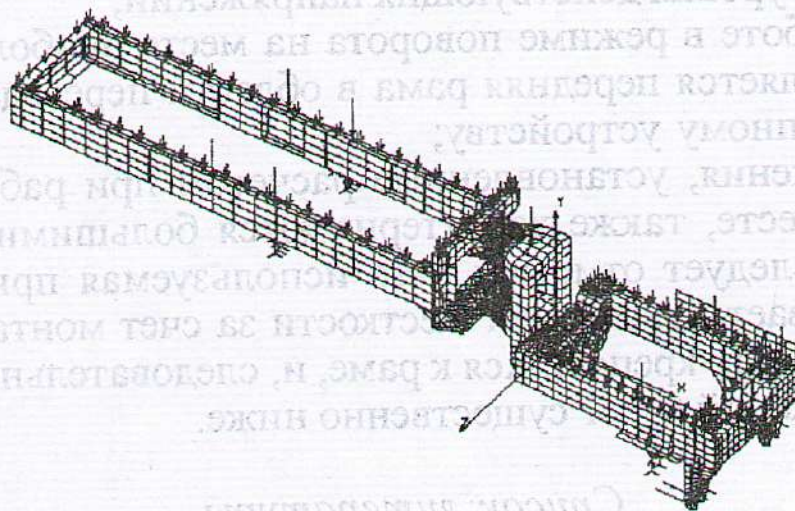


Рис. 1. Совокупная конечно-элементная модель рамной конструкции средства механизации

Ограниченный объем статьи не позволяет привести результаты исследования НДС металлоконструкции на других режимах работы изделия.

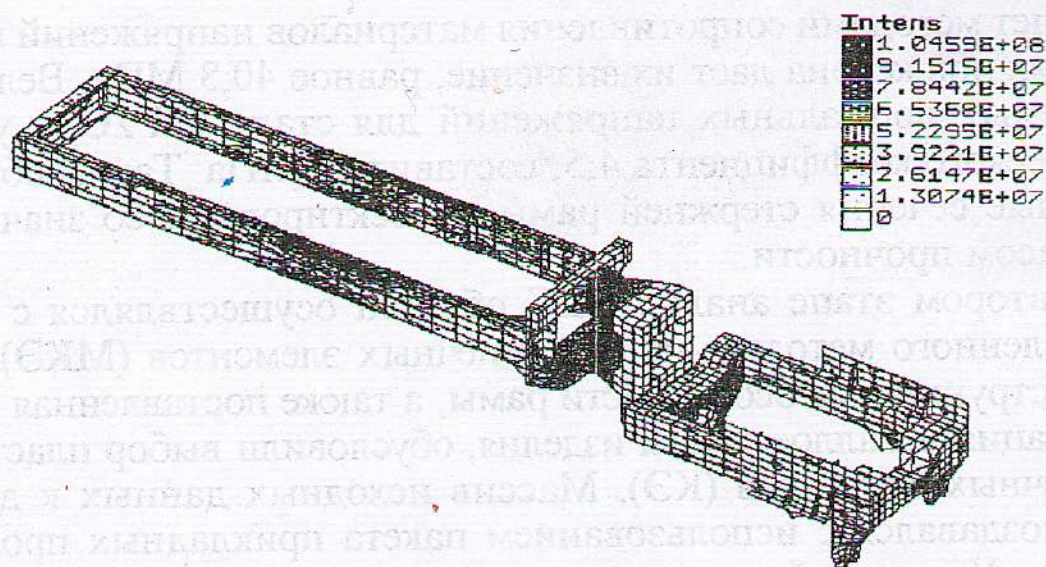


Рис. 2. Распределение интенсивности напряжений по поверхности КЭ модели металлоконструкции МоАЗ-4901 в режиме пахоты (напряжения приведены в Па).

Приведем некоторые выводы, которые следуют из анализа НДС:

1) при работе в режиме пахоты предлагаемая конструкция рамы удовлетворяет требованиям прочности и жесткости;

2) установлено, что поле напряжений в раме в режиме пахоты характеризуется значительной неравномерностью, что может быть использовано для снижения металлоемкости изделия;

3) использование предлагаемой конструкции рамы в режиме вывешивания не рекомендуется в связи с наличием при этом режиме недопустимого уровня действующих напряжений;

4) при работе в режиме поворота на месте наиболее нагруженной частью является передняя рама в области перехода лонжеронов к седельно-сцепному устройству;

5) напряжения, установленные расчетом при работе в режиме поворота на месте, также характеризуются большими значениями, однако здесь следует отметить, что используемая при расчете модель не учитывает повышения жесткости за счет монтажа кабины и силовой установки, крепящихся к раме, и, следовательно, уровень реальных напряжений будет существенно ниже.

Список литературы

1. Кузменко И.М., Павлюк С.К., Денисов Л.С. Экономия матери-

альных и энергетических ресурсов при производстве сварных конструкций // Метод. рек. – Могилев: ММИ, 1995.

2. Павлюк С.К., Кузменко И.М. Снижение ресурсоемкости сварных соединений при проектировании металлоконструкций и технологических процессов // Сварка и родственные процессы: Сб. науч. трудов. – Мн., 1998. – С.49-52.

3. Жолобов А.А., Попковский В.А., Попковский Д.В. Моделирование технологического процесса сварки и последующей механической обработки направляющей лифтовой установки с использованием метода конечных элементов // *Nove smeri vo vyrobnych technologiach*. – 1999, Presov, Slovenska Republika, 151-153.

4. Кузменко И.М., Попковский В.А., Семенов А.В., Фридкин В.М. Новые направления в конструировании композиционных структур с высокой экономической эффективностью и несущей способностью // *Nove smeri vo vyrobnych technologiach*. – 1999, Presov, Slovenska Republika, 83-86.