

УДК 629.114.2-192

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ОПТИМИЗАЦИЯ
КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСОВ ВЕДУЩИХ МОСТОВ
НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Гринченко А.С., к.т.н., доц.; Литвиненко В.Л., к.т.н., доц.
*Харьковский национальный технический университет сельского
хозяйства имени Петра Василенко*

Никитенко Ю.Д.

Лозовский филиал Харьковского автомобильно-дорожного техникума

*Статья посвящена обобщению опыта решения задач оптимизации
и повышения надежности корпусных элементов ведущих мостов
сельскохозяйственных агрегатов.*

Создание изделий машиностроения высокого качества невозможно без тщательного анализа способности конструкции выдерживать нагрузки и правильно функционировать при заданных условиях эксплуатации. Оптимизация изделия, дающая возможность получить максимально облегченную и технологичную конструкцию и в то же время гарантирующую ее надежную работу в течении всего жизненного цикла, является обязательным требованием рынка. Оптимизации подлежат не только конструктивные параметры, но и технологические процессы, которые используются при изготовлении техники.

Для наиболее эффективного использования методов инженерного анализа, рассмотренного в работах [1,2,3], исследования корпуса ведущего моста осуществлялись совместно конструктором и инженером-исследователем. При этом исключался вариант, при котором инженерный анализ выполняется специалистами узкого профиля – инженерами-исследователями, которые не могут вносить серьезных изменений в оптимизируемую конструкцию по той причине, что они, не являясь разработчиками конструкции и недостаточно полно владеют соответствующей САД системой. С другой стороны конструктор, проектирующий изделие, не может воспользоваться в полном объеме средствами анализа из среды САЕ. Поэтому выполнение исследований конструктором совместно с инженером-исследователем крайне полезно, так как позволило отказаться от заведомо неприемлемых вариантов на ранних этапах проектирования и существенно сократить сроки создания изделия и объемы экспериментальных исследований. Ценность таких компьютерных «испытаний» изделия заключается и в том, что они позволяют оперативно вносить изме-

нения в его конструкцию еще на этапе конструкторской разработки, до изготовления опытных образцов.

Чтобы производить конкурентоспособное изделие, необходимо придать ему высокие потребительские качества. Для этого, прежде всего, необходимо оценить, как поведет себя будущее изделие в реальных условиях эксплуатации. Проводить испытания на его прототипе - трудоемкое, дорогое и требующее значительного времени занятие. Убедиться в работоспособности изделия, проверить его прочностные характеристики, оценить реакцию на внешние воздействия и рассчитать долговечность, не прибегая к большим затратам времени и средств, позволяет применение в оптимизации изделий и повышения их надежности набора программных комплексов для выполнения работ по компьютерному 3D моделированию и инженерному анализу.

Оптимизация изделий машиностроения с применением моделирования и инженерного анализа проводилась на картере ведущего моста. Картер представляет собой тонкостенную штампованную конструкцию (рис. 1).

В процессе инженерного анализа с помощью MSC.visual Nastran при расчете на прочность балки моста применялись решатели следующих типов:

NASTRAN - линейный тип решения; MARC - нелинейный тип решения статической задачи. Для существенного сокращения объема используемых данных в исследованиях применялся инструмент Компас 3D V10, MSC visual Nastran V4, SolidWorks.

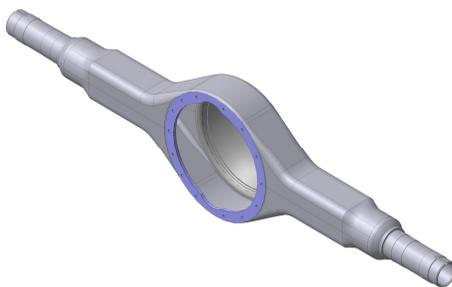


Рис. 1. Модель картера моста

Анализ полученных результатов по самому напряженному месту балки картера моста указывает на их сопоставимость. Отличие получается только по величине затрат компьютерных ресурсов, привлекаемых для выполнения задачи. Минимальные ресурсы привлекаются решателем NASTRAN.

Проведенные исследования прочности штампосварной конструкции картера моста с помощью MSC.Software – visual NASTRAN for Windows указывают на снижение нормальных напряжений по переходу рукавов балки в «банджо» различными конструктивными решениями (рис.2 - радиусный переход и рис. 3 – прямолинейный переход).

Использование прямолинейного перехода для изготовления балки картера моста позволяет выровнять напряженно-деформированное состояние, а применение стали 10ХСНД в качестве материала - достичь повышения запаса прочности на 30%. Применение увеличенного радиуса сопряжения прямого перехода с рукавом балки моста более равномерно распределяет напряжения. Для исследований была разработана 3D модель картера с различными радиусами примыкания «банджо» к рукаву балки.

Для оптимизации конструкции цапфового окончания картера моста были проведены численные исследования с использованием CAE инструментария. Проведено исследование изменения способа крепления цапфы с балкой картера моста и определение влияния на прочностную надежность замены фланцевого соединения цапфы и балки картера моста на сварное.

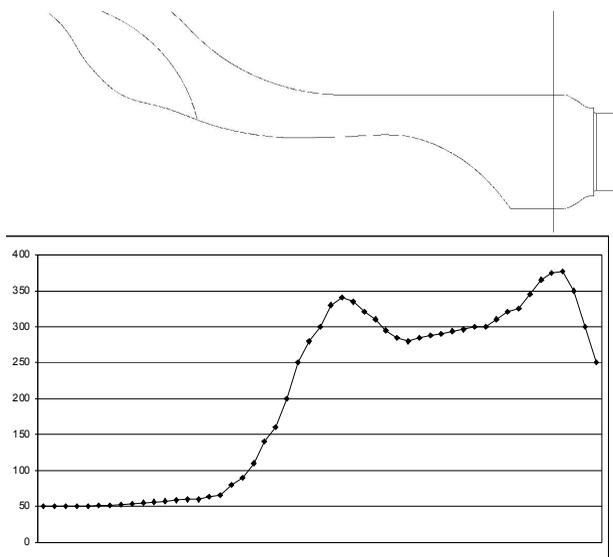


Рис.2. Распределение нормальных напряжений по наружной поверхности рукава балки, МПа (радиусный переход)

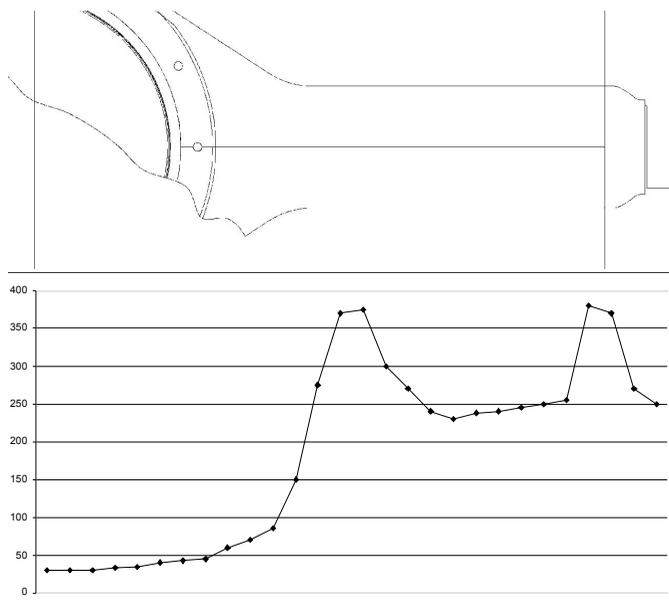


Рис.3. Распределение нормальных напряжений по наружной поверхности рукава балки (прямолинейный переход), $\sigma_{\max}=375$ МПа.

Учитывая то, что геометрические и физические параметры кольцевого сварного шва остаются постоянными, а изменяется только плечо приложения осевой нагрузки на мост l относительно шва, получим отношение, определяющее коэффициент запаса по нагрузке K_p :

$$K_p = \frac{l_1}{l_2}, \quad (1)$$

где $l_1 = 398,5$ мм - плечо для фланцевого соединения;

$l_2 = 307$ мм - для сварного варианта.

Из формулы (1) следует, что снижение нагрузки на сварной шов составляет $K_p = 1,3$ раза.

Из анализа проведенных расчетов цапфового окончания картера моста с применением пакета прикладных программ инженерного анализа следует:

- применение материала Сталь 35 не обеспечивает целостность цапфы при расчетной нагрузке в 44 т на мост ведущий (максимальные нормальные напряжения 1112 МПа) - рис 4.

Для исключения высоких напряжений в цапфе в процессе ее оптими-

зации получены следующие результаты исследований:

- для снижения напряженно-деформированного состояния цапфы предложено повысить прочностные характеристики изменением материала с пределом текучести не ниже 830 МПа (Сталь 40Х, 45Х, 30ХА) и выполнять цапфу с пояском под манжету. Это даст снижение максимальных напряжений до 830 МПа и тем самым обеспечит требуемую прочность цапфового окончания картера моста – рис.5.

Для определения значения максимальной осевой нагрузки, соответствующей достижению предела текучести балки картера моста, были проведены тензометрические исследования. Результаты тензометрирования картера моста при испытаниях в лаборатории ресурсных испытаний ЗАО «ЛКМЗ» показали, что значение максимальной осевой нагрузки для материала балки картера 09Г2С составляет 328 кН

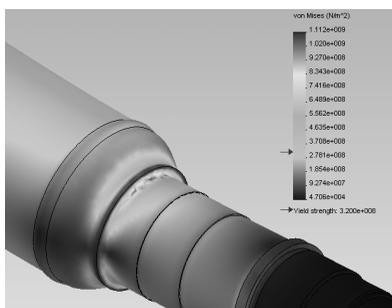


Рис. 4. Цапфа без кольца сальника из стали 35

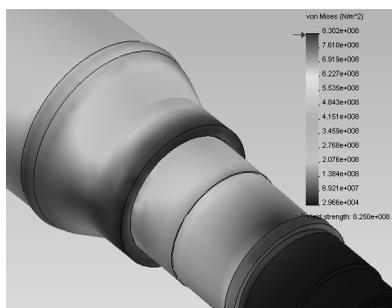


Рис. 5. Цапфа совместно с пояском под манжету из стали 40Х

Выводы

- Численные исследования с применением комплекса инженерного анализа показали, что изменение формы перехода рукава балки картера моста в «банджо» из радиусного варианта в прямолинейный позволяет устранить недостатки, обнаруженные при испытаниях в лаборатории ресурсных испытаний ЗАО ЛКМЗ и получить конструкцию с повышенной прочностной надежностью.
- Исследования прочности балки картера моста показали, что переход на сварное соединение цапфы с картером моста, взамен фланцевого, позволяет уменьшить нагрузку на кольцевой сварной шов приварки цапфы в 1,3 раза.

Список использованных источников

1. Гринченко А.С., Никитенко Ю.Д. Разработка функционала оптимизации корпусных элементов трансмиссии. //Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні. Вісник ХДУТСХ. – Харків, ХДУТСХ, 2009. – Вип.76. – С137-143.

2. Рычков С.П. MSC.visualNastran для Windows – М. : НТ Пресс, 2004, - 552 с.

3. Никитенко Ю.Д. Исследование нагруженности и усталостной прочности фланцевого окончания корпуса моста трактора Т-150К.// “Динамика и прочность машин”: Сб. научн. тр.12’2003, т.1/НТУ “ХПИ” – Харьков, 2003.

Анотація

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ І ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙ КОРПУСІВ ВЕДУЧИХ МОСТІВ ШЛЯХОМ МОДЕЛЮВАННЯ

Гринченко О.С., Никитенко Ю.Д., Литвиненко В.Л.

Стаття присвячена огляду досвіду рішення задачі оптимізації та підвищення надійності корпусних елементів ведучих мостів сільськогосподарських агрегатів.

Abstract

PROVIDING OF RELIABILITY AND OPTIMIZATION CONSTRUCTIONS OF CORPS OF LEADING BRIDGES ON THE BASIS OF DESIGN

A. Grinchenko, Yu. Nikitenko, V. Litvinenko

The article is devoted to generalization of experience of decision of tasks of optimization and rise of reliability of corps elements of anchorwomen's of bridges of agricultural aggregates.