

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗОНЫ КРЕПЛЕНИЯ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА НА ТУМБЕ СИЛОСОПРОВОДА КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

А. Д. Конявский

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов

Введение. В конструкции кормоуборочного комбайна силосопровод предназначен для направления потока измельченной технологической массы в кузов транспортного средства.

В силу возложенных на него функций он должен обладать достаточными габаритами для транспортировки массы, прочностью и подвижностью обеспечивающей поворот вокруг собственной оси не менее чем на 180 градусов. Для обеспечения подвижности силосопровод в зоне крепления к неподвижному основанию имеет шарнир поворота и механизм, обеспечивающий поворот вокруг этого шарнира.

В силу всего вышеперечисленного зона крепления механизма поворота силосопровода на тумбе должна обладать рядом взаимоисключающих свойств: обладать достаточной прочностью для удержания силосопровода при движении комбайна по полю, обладать достаточной компактностью для рациональной установки ее на комбайне, не противоречащей компоновке расположенных рядом других узлов и агрегатов, обладать требуемой функциональностью, позволяющей правильно организовать в этой зоне шарнир вращения и расположить механизм поворота.

При проектировании комбайна обеспечение всех этих свойств часто приводит к возникновению различных технических проблем. При решении одной из таких проблем могут возникнуть затруднения с обеспечением других свойств изделия.

Постановка задачи. Рассмотрим решение одной из таких проблем на примере самоходного кормоуборочного комбайна «Полесье-800» производства ОАО «Гомсельмаш».

При эксплуатации комбайна в условиях жесткой динамики (полевой фон с повышенным уровнем неровностей) была зафиксирована трещина в районе левого по ходу комбайна отверстия для крепления площадки механизма поворота к швеллеру рамы. Данное разрушение было идентифицировано как следствие сдвига крайнего болта из-за повышенной вертикальной динамики силосопровода.

Для поиска решения данной научно-технической проблемы было проведено исследование напряженно-деформированного состояния твердотельной модели рамы с установленной на ней тумбой силосопровода, вращающейся опорой и силосопроводом. Расчетная модель системы показана на рис. 1.

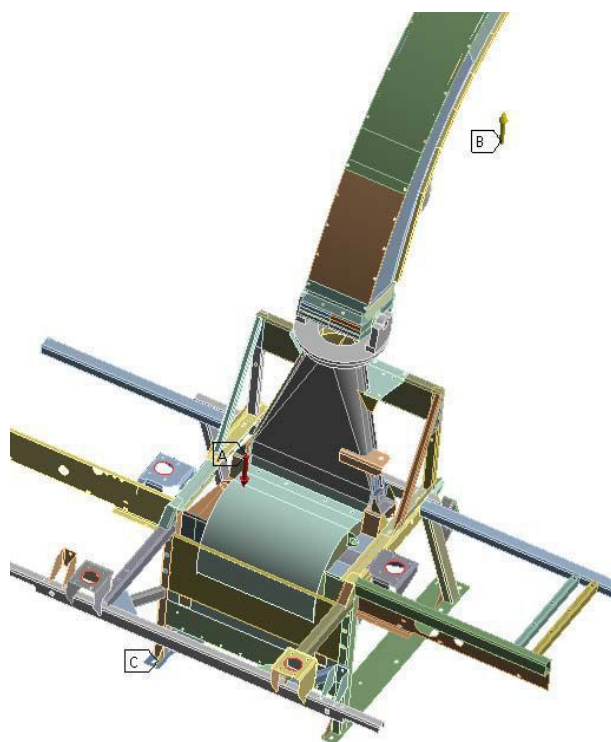


Рис. 1. Расчетная модель системы установки силосопровода

Для исследования напряженно-деформированного состояния конструкция была нагружена весом кабины с площадкой входа (1500 кг) с коэффициентом динамики в вертикальной плоскости $K_d = 2$ и собственным весом силосопровода, повернутого назад с учетом динамики в вертикальной плоскости $K_d = 4$ [1]. Для расчета статической прочности элементов конструкции принят материал конструкционная сталь 3пс со следующими характеристиками: коэффициент Пуассона $\mu = 0,3$, модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па [2].

Результаты исследования. После анализа предварительных результатов расчета напряженно-деформированного состояния исходной конструкции напрашивалось решение по увеличению количества болтов путем установки различными способами дополнительных болтов на периферии швеллера. Однако последующие

расчеты таких вариантов установки показали, что такое на первый взгляд очевидное решение является ошибочным, так как за счет увеличения радиуса расположения новых болтов от центра симметрии швеллера на этих болтах увеличивается сдвиг даже по сравнению с болтом в зоне имевшегося разрушения.

Из серии проведенных расчетов методом последовательных приближений было выяснено, что для обеспечения достаточной прочности конструкции и исключения разрушения швеллера в зоне установки тумбы и вращающейся опоры необходимо не увеличивать количество крепежных элементов, а обеспечить эффективное опирание соединяемых узлов друг на друга с одновременным обеспечением прочности зоны контакта.

По результатам проведенного анализа была подобрана конфигурация конструкции, обеспечивающая ее работоспособность для данного режима нагружения. Для обеспечения работоспособности зоны установки тумбы и вращающейся опоры на раме было предложено изменить конфигурацию, материал и толщину листа *1* (сталь 09Г2С, $S = 8$ мм), ввести косынки *2* (сталь 09Г2С, $S = 6$ мм) в зоне крепления листа болтами *3* к швеллеру *4*, изменить толщину швеллера *4* (сталь 09Г2С, $S = 6$ мм) и заменить болты *5* на больший диаметр (установить болты М16). Эти мероприятия позволили увеличить жесткость конструкции и уменьшить сдвиг в зоне установки болтов *5*. Это решение представлено на рис. 2.

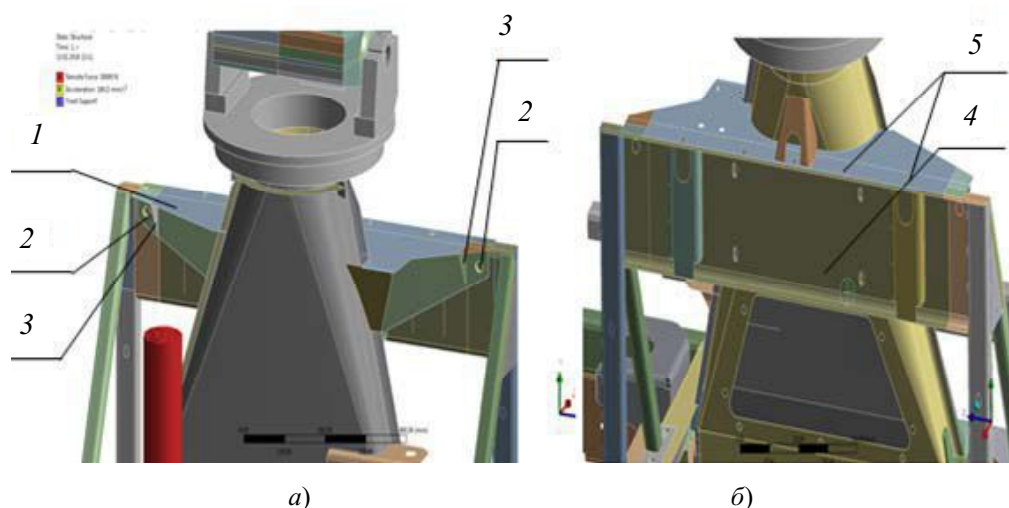


Рис. 2. Предлагаемое изменение конструкции:
а – вид спереди; б – вид сзади

На рис. 3 изображены поля эквивалентных напряжений в конструкции для рассмотренного режима нагружения с учетом предложенных изменений. По результатам расчета максимальные эквивалентные напряжения возникают в зонах А и Б, показанных на рис. 3. В зоне А (рис. 3, а) максимальные эквивалентные напряжения составляют $\sigma_{\max} = 175$ МПа, в зоне Б (рис. 3, б) – $\sigma_{\max} = 200$ МПа. Запас прочности для стали 09Г2С в зоне А составит $n = 2$, в зоне Б – $n = 1,75$, что достаточно для обеспечения статической прочности конструкции.

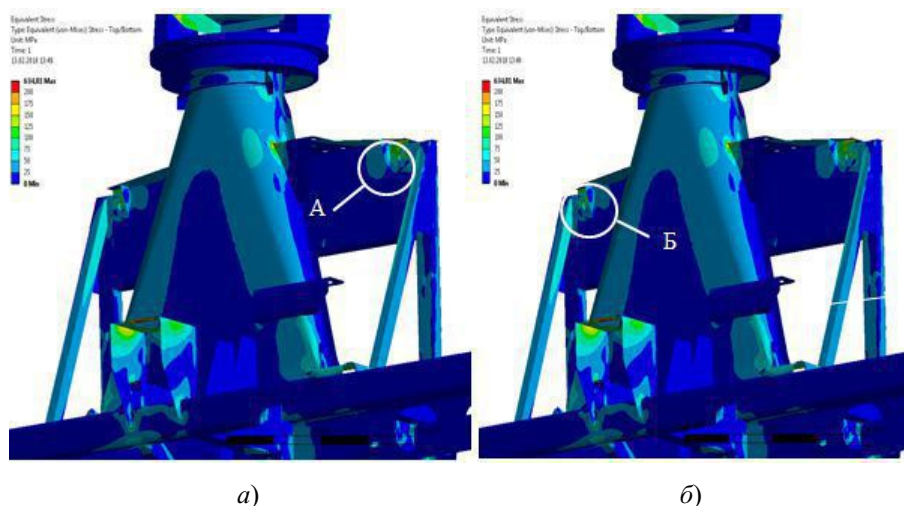


Рис. 3. Поля эквивалентных напряжений в предлагаемой конструкции для рассмотренного режима нагружения:
а – вид спереди; б – вид сзади

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Для решения возникшей научно-технической проблемы обеспечения прочности зоны крепления механизма поворота силосопровода кормоуборочного комбайна «Полесье-800» было проведено исследование твердотельной модели системы.

2. Как показали расчеты разрушенной конструкции, предложенное изначально решение по введению дополнительных крепежных элементов не позволяет решить возникшую проблему.

3. Из серии проведенных расчетов методом последовательных приближений было выяснено, что для обеспечения достаточной прочности конструкции и исключения разрушения швеллера в зоне установки тумбы и вращающейся опоры необходимо не увеличивать количество крепежных элементов, а обеспечить эффективное опирание соединяемых узлов друг на друга с одновременным обеспечением прочности зоны контакта.

Литература

1. Штейнвольф, Л. И. Динамические расчеты машин и механизмов / Л. И. Штейнвольф. – М. : Машгиз, 1961.
2. Дарков, А. В. Соппротивление материалов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. – М. : Высш. шк., 1969. – 734 с.