

УДК 539.3

А.С.Немов (6 курс, каф. МиПУ), А.И.Боровков, к.т.н., проф.

ПЕРЕПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛУПРИЦЕПА С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ЕГО МАССЫ

Масса нагруженного грузового полуприцепа, как правило, ограничивается допустимой нагрузкой на каждую из его осей. Уменьшение собственной массы полуприцепа является актуальной задачей, так как оно позволяет перевозить больше груза при той же общей массе нагруженного полуприцепа. Основным подходом для уменьшения массы подобных конструкций является переход от стальной конструкции к алюминиевой. Однако простая замена материала конструкции на алюминий в большинстве случаев является неприемлемой, так как такая конструкция будет иметь значительно меньшие жесткостные и прочностные характеристики, чем исходная стальная. Для обеспечения требуемых жесткостных и прочностных характеристик алюминиевой конструкции необходимо ее перепроектирование.

Цель работы – перепроектирование конструкции типового стального полуприцепа с целью минимизации его массы при замене материала на алюминий и обеспечения необходимых жесткостных и прочностных характеристик. Для анализа пространственного (3-D) напряженно-деформированного состояния полуприцепа под действием веса груза был использован метод конечных элементов (КЭ), реализованный в программной системе КЭ анализа ANSYS.

3-D КЭ модель исходного стального полуприцепа, рассчитанного на перевозку груза в 30 тонн, приведена на рис. 1.

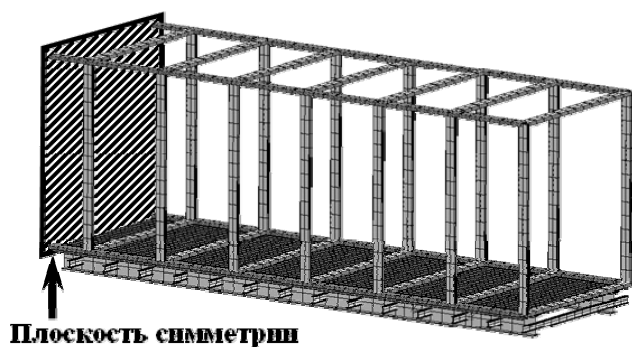


Рис. 1

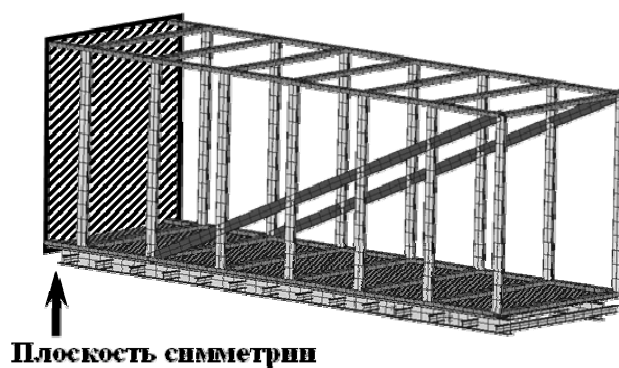


Рис. 2

3-D КЭ модель имеет 2 873 элемента, 5 335 узлов и обладает 32 010 степенями свободы. Материал – сталь: модуль Юнга $E = 210$ ГПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0,28$, плотность $\rho = 7800$ кг/м³, предел текучести $\sigma_{0,2} = 300$ МПа. В результате расчета было получено, что под действием собственного веса и нагрузки 30 тонн максимальный прогиб данного стального полуприцепа составил 3,6 см. При этом коэффициент запаса по напряжениям ($K = \sigma_{0,2} / \sigma_{max}^i$, где σ_{max}^i – максимальная интенсивность напряжений по Мизесу) составил 1,6. Масса стального полуприцепа составила 6,5 тонн.

Заменим материал конструкции на алюминий с характеристиками: модуль Юнга $E = 68,9$ ГПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0,31$, плотность $\rho = 2700$ кг/м³, предел текучести $\sigma_{0,2} = 276$ МПа). Максимальный прогиб алюминиевого полуприцепа под действием собственного веса и нагрузки 30 тонн составил 9,8 см. Масса полуприцепа при этом составила 2,2 тонны.

В результате многовариантного поиска конструкции из алюминия, обеспечивающей максимальное значение прогиба, не превышающее прогиб стального полуприцепа (3,6 см) и

при этом обладающей минимальной массой, была предложена конструкция, 3-D КЭ модель которой представлена на рис. 2.

В новой конструкции введены диагональные усиливающие элементы с предварительным натяжением, а сечения некоторых опорных балок под полом уменьшены. Новый вариант полуприцепа имеет массу *2,0 тонны*, максимальное значение прогиба под нагрузкой составляет *3,6 см*, а коэффициент запаса по напряжениям равен *1,3*. Таким образом, по сравнению с исходной стальной конструкцией, масса полуприцепа была уменьшена на *69%*, при этом величина прогиба под действием собственного веса и нагрузки *30 тонн* осталась неизменной.