

УДК 631.354.2.076

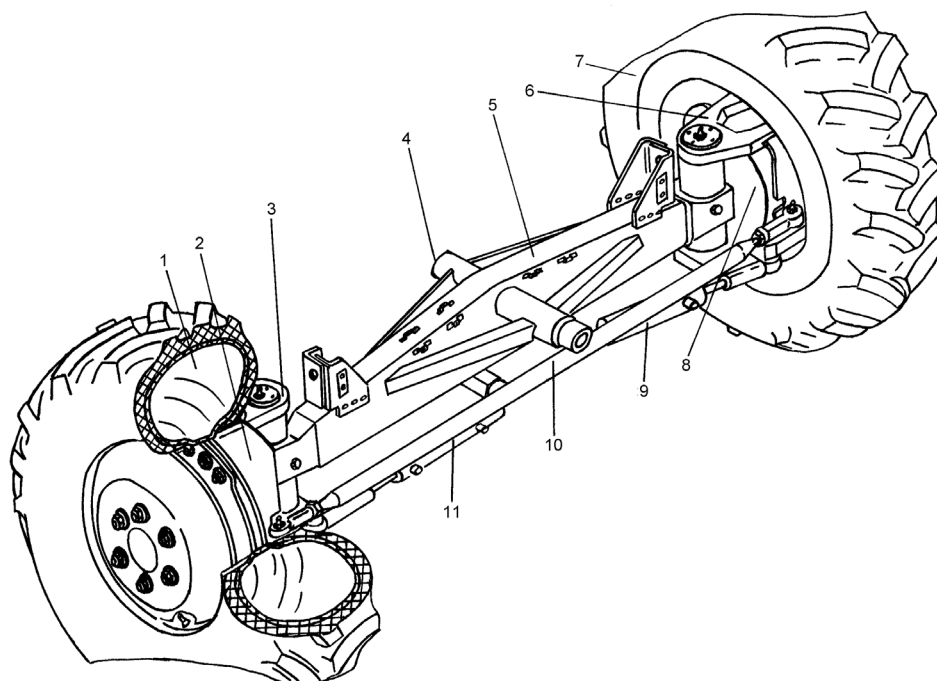
АНАЛИЗ НАГРУЖЕННОСТИ БАЛКИ УПРАВЛЯЕМОГО МОСТА ЭНЕРГОСРЕДСТВА УЭС-2-250А ПРИ ДВИЖЕНИИ НА СКЛОНЕ

П.Е. Родзевич, Е.С. Городнянский

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

Универсальное энергосредство УЭС-2-250А предназначено для выполнения различных сельскохозяйственных работ, выполняемых в агрегате с полунавесными, навесными и прицепными машинами и орудиями.

Мост управляемых ведущих колес (рис. 1) состоит из балки моста, поворотных кулаков, гидромотор-колес, рулевой тяги и двух гидроцилиндров. Поворот колес моста осуществляется гидроцилиндрами. Поперечная рулевая тяга служит для синхронизации поворота колес.



1, 7 – колёса; 2, 8 – гидромотор-колеса; 3, 6 – кулаки поворотные; 4 – ось;
5 – балка моста; 9, 11 – гидроцилиндры; 10 – рулевая тяга

Рис. 1 – Мост управляемых ведущих колёс

Балка моста управляемых колес универсального энергосредства УЭС-2-250А (рис. 2) выполнена в виде трубы прямоугольного поперечного сечения, к которой для придания большей жесткости приварена косынка переменного поперечного сечения. Поворот колес осуществляют гидроцилиндры поворота. Для синхронизации управлением поворотом

колес служит поперечная рулевая тяга, с помощью которой производят установку сходимости колес.

Балка моста работает в условиях неплоского изгиба, при котором изгиб происходит в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (главных плоскостях инерции) балки.

Нормальные напряжения при неплоском изгибе в произвольной точке любого поперечного сечения балки вычисляются следующим образом:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{M_y x}{I_y} \quad (1)$$

где I_x, I_y – главные центральные моменты инерции поперечного сечения;

x, y – координаты точек в системе главных центральных осей, в которых наблюдаются максимальные значения напряжений.

Действием поперечных сил при изгибе балки, а, следовательно, и касательными напряжениями пренебрегаем.

Балка моста работает на полях с уклоном до 8° . Приложение нагрузок в условиях неплоского изгиба и при движении по горизонтальной поверхности ($\alpha = 0^\circ$) можно рассмотреть на примере моста зерноуборочного комбайна (рис. 2). В вертикальной плоскости на балку действует вес энергосредства G_y , приходящийся на управляемый мост, а также вес самого моста G_M , распределенный по длине. Сила F_1 , которая соответствует весу энергосредства, приходящегося на одно колесо. В горизонтальной плоскости – сила сопротивления перекатыванию $F_2 = fF_1$ с коэффициентом сопротивления качению $f = 0,1$ (для стерни).

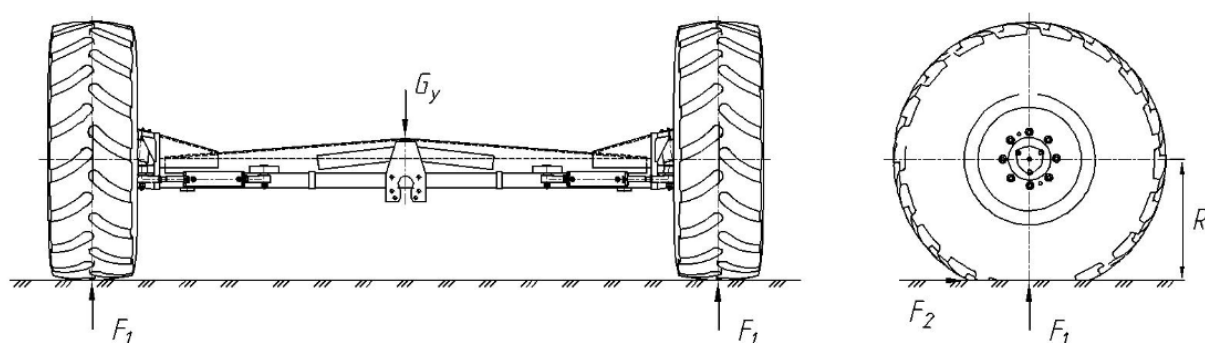


Рис. 2 – Схема приложения нагрузок на мост при движении по горизонтальной поверхности

При движении энергосредства на склоне с углом $\alpha = 8^\circ$ со стороны почвы будет возникать сила F_3 , создающая изгибающий момент на плече R (рис. 3).

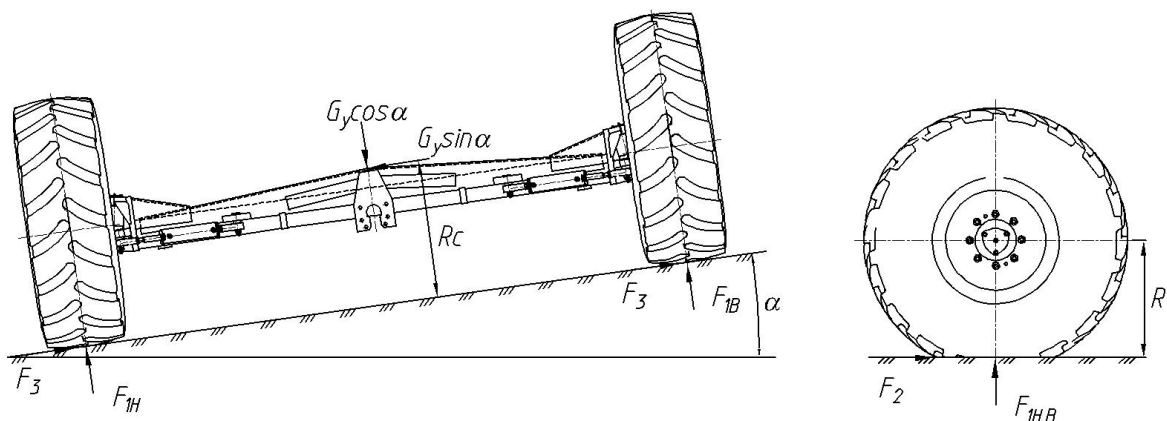


Рис. 3 – Схема приложения нагрузок на управляемый мост при движении на склоне ($\alpha = 0 \dots 8^\circ$)

Приложение нагрузок при движении энергосредства по горизонтальной поверхности и на склоне происходит симметрично, поэтому расчетную схему можно представить в виде консольной балки и с учетом веса моста, распределенного по длине, она будет иметь следующий вид (рис. 4).

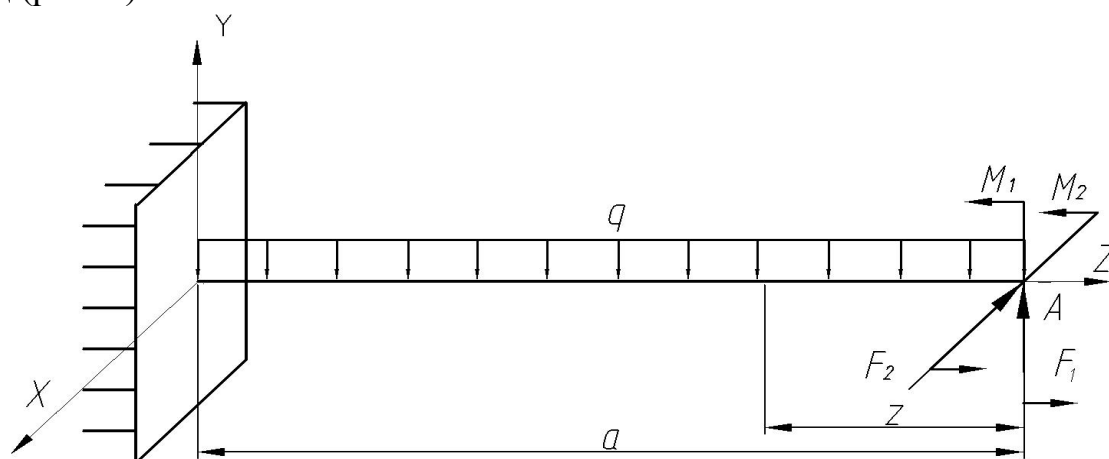


Рис. 4 – Расчетная схема

Изгибающие моменты M_x и M_y относительно главных центральных осей x и y могут быть вычислены в любом поперечном сечении балки, но наиболее опасным является сечение, в котором эти моменты достигают своих наибольших значений.

Изгибающие моменты M_x и M_y , возникающие в левой (условно нижней) и правой (условно верхней) частях моста будут определяться выражениями:

$$\text{для левой части} - M_x(z) = M_1 + F_1 z - q \frac{z^2}{2} - F_3 R, \quad (2)$$

$$\text{для правой части} - M_x(z) = M_1 + F_1 z - q \frac{z^2}{2} + F_3 R, \quad (3)$$

$$\text{для левой и правой части} - M_y(z) = M_2 + F_2 \cdot z, \quad (4)$$

где M_1, M_2 – изгибающие моменты от сил F_1 и F_2 , приведенные в точку А балки моста трубчатого сечения;

z – переменная функции изгибающего момента, изменяющаяся от 0 до $a = 1,2$ м;

При движении на горизонтальном участке и на склоне силы F_1 и F_3 будут определяться выражениями:

$$\text{для левой (нижней) части} - F_{1H} = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot l - G \cdot \sin \alpha \cdot R}{2 \cdot l}; \quad (5)$$

$$\text{для правой (верхней) части} - F_{1B} = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot l + G \cdot \sin \alpha \cdot R}{2 \cdot l}; \quad (6)$$

$$F_3 = \frac{G}{2} \sin \alpha, \quad (7)$$

где l – расстояние между колесами (колея), $l = 3,2$ м.

На рисунках 5, 6 представлены графики изменения напряжений в балке управляемого моста энергосредства при движении по горизонтальному участку и при различных углах уклона.

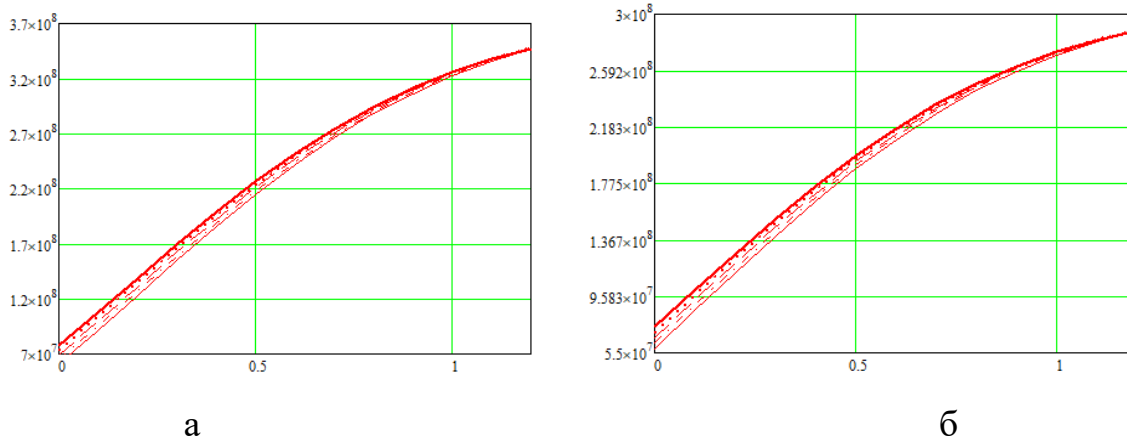


Рис. 5 – График изменения напряжений (значения по оси ОУ, Па) при растяжении (а) и сжатии (б) по длине балки моста (значение по оси ОХ, м) для левой части в зависимости от угла на склоне α : — - $\alpha=0^\circ$; ···· - $\alpha=2^\circ$; — — - $\alpha=4^\circ$; - · - $\alpha=6^\circ$; — — — - $\alpha=8^\circ$.

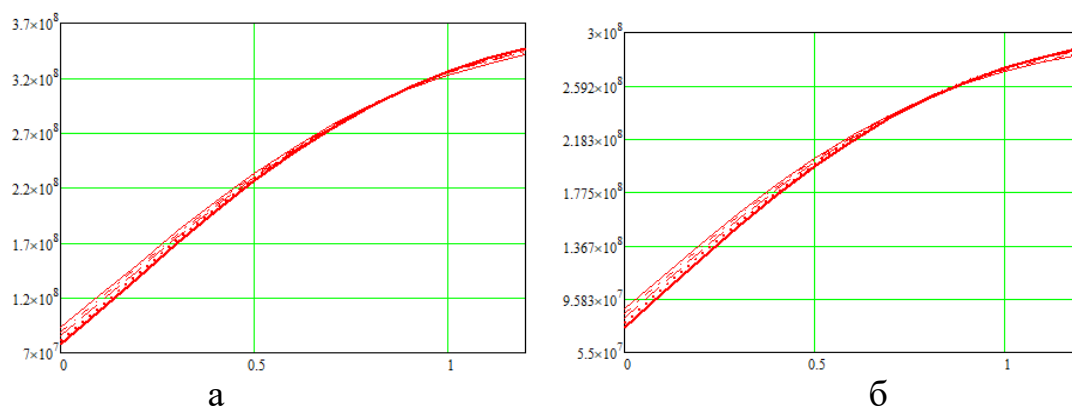


Рис. 6 – График изменения напряжений (значения по оси ОУ, Па) при растяжении (а) и сжатии (б) по длине балки моста (значение по оси ОХ, м) для правой части в зависимости от угла на склоне α : — - $\alpha=0^\circ$; ···· - $\alpha=2^\circ$; — - - - - $\alpha=4^\circ$; - · - · - $\alpha=6^\circ$; — — — — - $\alpha=8^\circ$.

Анализ работы моста с учетом угла наклона показывает, что наиболее нагруженной частью моста является правая (верхняя) часть моста, ввиду появления изгибающего момента от силы F_3 .

Ввиду действия боковой силы F_3 напряжения в правой части моста оказались на 25-35% больше при малых значениях переменной z , однако, к середине моста при $z = 1,2$ м происходит перераспределение максимальных напряжений и более нагруженной становится левая часть балки.

В целом сечение балки моста расположено рационально – наибольшие напряжения возникают в области сжатия. При движении энергосредства или комбайна по полю возможно возникновение динамических нагрузок, связанных с наездом на препятствия (камни, ямы, инородные предметы). Появление динамических нагрузок может существенно увеличить напряжения в сечениях моста, что приведет к появлению пластических деформаций и как результат усталостному разрушению.

Литература

1. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. Учебник для втузов. М.: Высш. школа, 1989.
2. Универсальное энергетическое средство УЭС-2-250А “Полесье-2-250А”. Инструкция по эксплуатации. “ПО Гомсельмаш”, 2006. – 212с.
3. Шельманова Е.П. Анализ нагруженности балки управляемого моста универсального энергосредства УЭС-2-250А / Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы X Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010, с. 72–76.