

# ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ УПРАВЛЯЕМОГО МОСТА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

С. И. Евтушков

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

Научный руководитель П. Е. Родзевич

Анализ конструкций балок управляемых мостов различных тракторов, мобильных энергосредств и зерноуборочных комбайнов показывает, что они выполняются в основном в виде труб круглого и прямоугольного сечения. Объектом исследования является балка управляемого моста КЗС-1218. Комбайн предназначен для прямой и раздельной уборки зерновых колосовых культур, а с применением комплектов оборудования или специальных приспособлений, поставляемых по отдельному заказу, – для уборки подсолнечника, кукурузы на зерно, зернобобовых и крупяных культур, семенников трав и рапса на равнинных полях с уклоном до  $8^\circ$ .

Мост управляемых колес комбайна КЗС-1218 (рис. 1) состоит из балки моста 3 с установленными на ней поворотными кулаками 5, ступицами колес 2, бездисковыми колесами 1 и 6, рулевой тяги 8 и двух гидроцилиндров 7 и 9. Поворот колес моста осуществляется гидроцилиндрами. Поперечная рулевая тяга служит для синхронизации поворота колес.

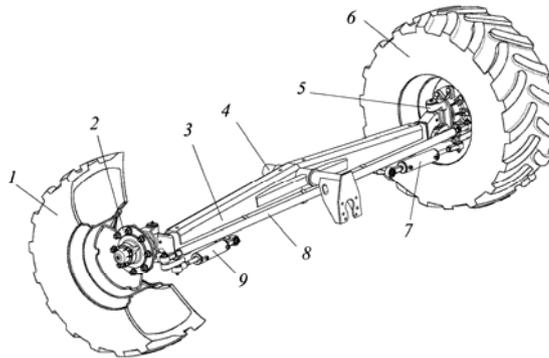


Рис. 1. Мост управляемых колес:

1, 6 – колеса; 2 – ступица колеса; 3 – балка моста; 4 – ось;  
5 – поворотный кулак; 7, 9 – гидроцилиндры; 8 – рулевая тяга

Балка моста управляемых колес комбайна КЗС-1218 выполнена в виде трубы прямоугольного поперечного сечения, к которой для придания большей жесткости приварена косынка переменного поперечного сечения.

Целью анализа нагруженности является определение нормальных напряжений в опасном сечении балки в условиях динамического нагружения при движении по пересеченной местности.

Балка моста работает в условиях косоугольного изгиба. В вертикальной плоскости на балку действует распределенная нагрузка интенсивностью  $q$  и  $F_1$ , которая соответствует весу  $G$  комбайна, приходящемуся на одно колесо. В горизонтальной плоскости – сила сопротивления – перекачиванию  $F_2 = fF_1$  с коэффициентом сопротивления качению  $f = 0,18$  (для пахоты). Расчетную схему можно представить в виде консольной балки (рис. 2).

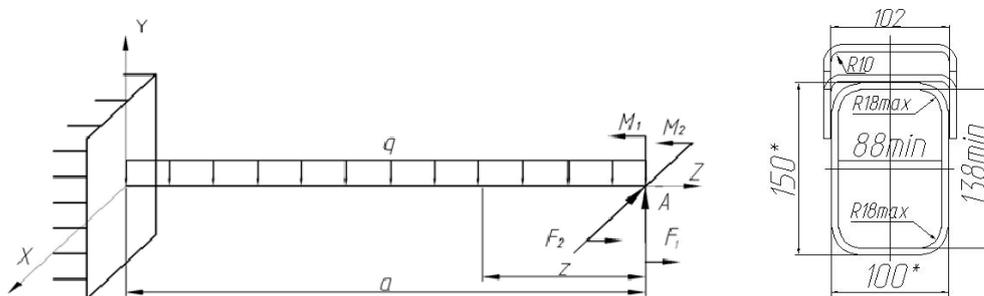


Рис. 2. Расчетная схема балки и поперечное сечение на участке  $a$

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 около жесткой заделки, в котором эти моменты достигают своих наибольших значений.

Уравнения моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях записываются в виде

$$M_X(z) = M_1 + F_1 z - q \frac{z^2}{2}; \quad (1)$$

$$M_Y(z) = M_2 + F_2 z, \quad (2)$$

где  $M_1$ ,  $M_2$  – изгибающие моменты от сил  $F_1$  и  $F_2$ , действующие на кронштейн поворотного кулака и приведенные в точку  $A$ .

Расчеты проводятся для случая статического нагружения, а также при движении комбайна с разными коэффициентами динамичности, определяемыми по формуле

$$k_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{ст}}}, \quad (3)$$

где  $H$  – глубина препятствия, м;  $\delta_{ст}$  – статическое перемещение точки удара (точка  $A$ ), м.

Для определения коэффициента динамичности находится перемещение точки  $A$  в вертикальной и горизонтальной плоскостях с помощью интеграла Мора:

$$\delta_{X,Y} = \int \frac{M_F(z)\overline{M}(z)dz}{EI(z)}, \quad (4)$$

где  $E$  – модуль продольной упругости первого рода, Па;  $I(z)$  – осевой момент инерции,  $\text{м}^4$ .

Полное перемещение определяется формулой

$$\delta_{\text{ст}} = \sqrt{\delta_X^2 + \delta_Y^2}. \quad (5)$$

Исходные данные для расчета:  $G = 24,3$  кН – вес, приходящийся на колесо управляемого моста;  $a = 765$  мм – расстояние от места крепления поворотного кулака до центра моста (опорного шарнира):

$$\sigma_{\text{max}} = \left( \frac{M_X(z)Y_{\text{max}}(z)}{I_X(z)} \right) + \left( \frac{M_Y(z)X_{\text{max}}(z)}{I_Y(z)} \right), \quad (6)$$

где  $X_{\text{max}}(z)$ ,  $Y_{\text{max}}(z)$  – наиболее удаленные от центральных осей точки сечения.

Моменты инерции на участке  $a$  изменяются и в сечении заделки принимают максимальные значения  $I_X = 2661 \text{ см}^4$ ;  $I_Y = 1033 \text{ см}^4$ .

Статические напряжения, возникающие в балке моста, составляют 127,4 МПа в области растяжения и 149,6 МПа – в области сжатия и не превышают допускаемого напряжения 160 МПа, которое принималось в виде условной величины для стали обычного качества. При изменении коэффициента динамичности от минимального значения 2 до 10 величины динамических напряжений будут увеличиваться.

На рис. 3 представлено изменение напряжений в опасном сечении балки в зависимости от ее длины  $z$ .

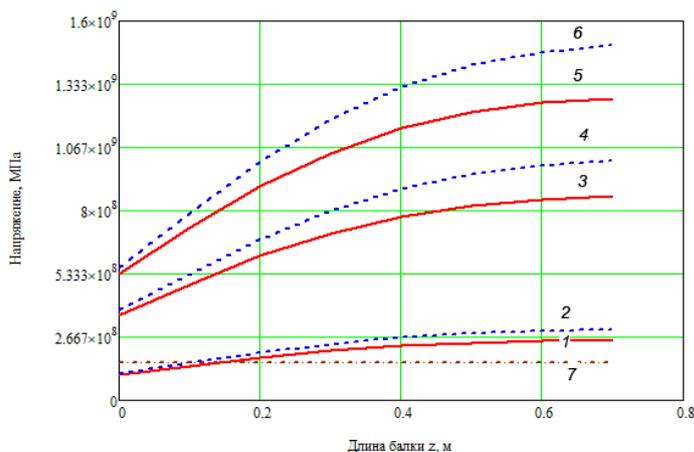


Рис. 3. График изменения динамических напряжений по длине балки:

- 1 – напряжение растяжения при  $H = 0$ ; 2 – напряжение сжатия при  $H = 0$ ;  
 3 – напряжение растяжения при  $H = 0,02$  м; 4 – напряжение сжатия при  $H = 0,02$  м;  
 5 – напряжение растяжения при  $H = 0,05$  м; 6 – напряжение сжатия при  $H = 0,05$  м;  
 7 – допускаемое напряжение

При внезапном приложении нагрузки ( $H = 0$ ;  $k_d = 2$ ) напряжения составляют 254,8 МПа в области растяжения и 299,3 МПа – в области сжатия, при глубине препятствия 5 см ( $k_d = 10$ ) напряжения сжатия составляет 1496 МПа, а растяжения – 1274 МПа, что может негативно сказаться на прочности конструкции самой балки.

#### Л и т е р а т у р а

1. Дарков, А. В. Соппротивление материалов : учеб. для втузов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. – М. : Высш. шк., 1989.
2. Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-1218 «Палессе GS12» инструкция по эксплуатации. – ПО «Гомсельмаш», 2009.
3. Шельманова, Е. П. Анализ нагруженности балки управляемого моста универсального энергосредства УЭС-2-250А / Е. П. Шельманова // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы X Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2010. – С. 72–76.