

Можно отметить следующие основные особенности автоматизированной системы управления машин серии СИ/SZ, которые отвечают требованиям современных государственных стандартов [3]:

- достижение полной автоматизации износоусталостных испытаний;
- достижение высокой надежности работы системы управления благодаря применению современных комплектующих изделий и оригинальных схемотехнических решений;
- достижение исключительной гибкости управления оборудованием, что позволяет без больших затрат средств и времени реализовывать различные схемы испытаний;
- использование диалогового режима работы с программно-математическим обеспечением, что обеспечивает доступность и простоту эксплуатации оборудования.

Л и т е р а т у р а

1. Испытательный центр SZ: Hi-Tech / Л. А. Сосновский [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения : сб. науч. тр. – Минск : ОИМ НАНБ, 2012. – Вып. 1. – С. 276–278.
2. Громов, В. В. Принципы построения информационно-управляющих систем машин серии СИ / В. В. Громов, О. М. Еловой, Г. И. Кашалов // Проблемы безопасности на транспорте : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 18–20 окт. 2000 г. / Белорус. гос. ун-т трансп. ; под ред. В. Я. Негрея. – Гомель, 2000. – С. 181.
3. Трибофатика. Машины для износоусталостных испытаний. Общие технические требования : ГОСТ 30755–2001. – Введ. 01.07.2002. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. – 8 с.

УДК 631.354.2.076

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК НА УПРАВЛЯЕМЫЙ МОСТ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА УЭС-2-250А

Е. С. Городнянский

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

Научный руководитель П. Е. Радзевич

Энергосредство УЭС-2-250А предназначено для выполнения различных сельскохозяйственных работ, выполняемых в агрегате с полунавесными, навесными и прицепными машинами и орудиями. Управляемый ведущий мост должен обеспечивать сохранение управляемости машины и надежную передачу крутящего момента.

Ключевые слова: управляемый мост, балка моста, сила, изгибающий момент, момент инерции, нормальное напряжение.

DETERMINATION OF LOADS ON THE STEERABLE BRIDGE OF THE UNIVERSAL ENERGY VEHICLE UES-2-250A

E. S. Gorodnyansky

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Science supervisor P. E. Rodzevich

The UES-2-250A power tool is intended for performing various agricultural work performed in a unit with semi-mounted, mounted and trailed machines and implements. A steered drive axle must ensure that the machine maintains controllability and ensures reliable transmission of torque.

Keywords: steerable bridge, bridge beam, force, bending moment, moment of inertia, normal stress.

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

Универсальное энергетическое средство УЭС-2-250А является самоходной сельскохозяйственной машиной, которая оборудована навесным устройством для агрегатирования с различными машинами и двумя ведущими мостами для обеспечения повышенной проходимости и тяговой способности.

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.

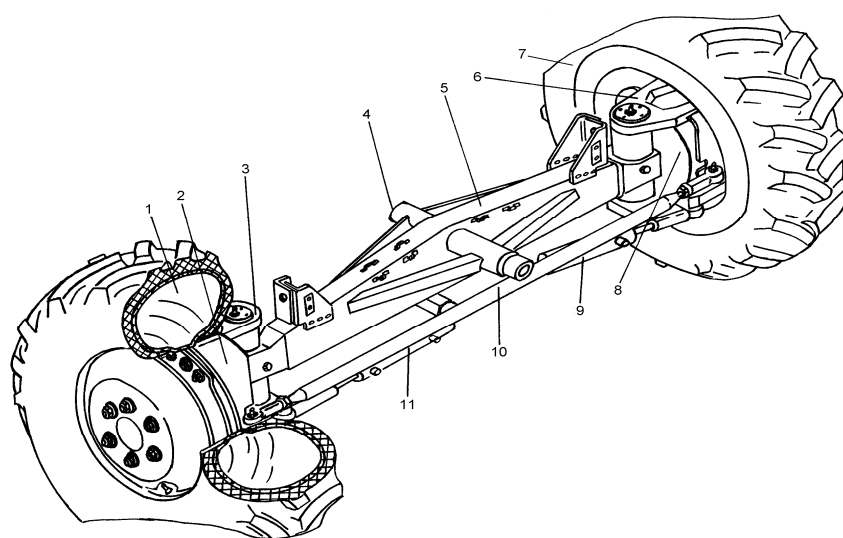


Рис. 1. Мост управляемых ведущих колес:

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

Балка моста управляемых колес универсального энергосредства УЭС-2-250А 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 управления поворотом колес служит поперечная рулевая тяга, с помощью которой производят установку сходимости колес.

Нормальные напряжения при косом 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.

Расчетная схема представлена на рис. 2.

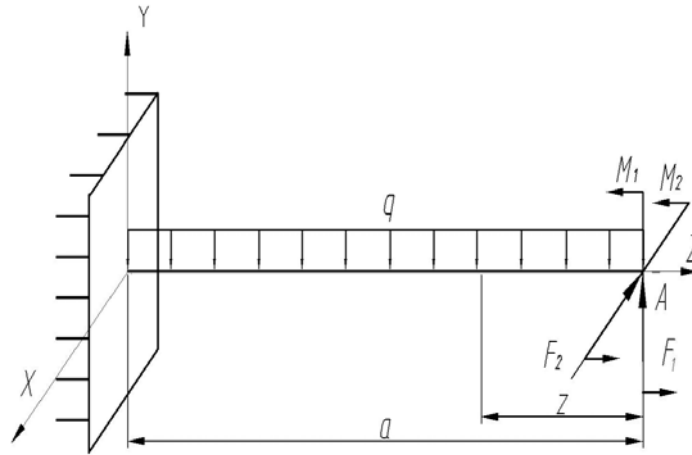


Рис. 2. Расчетная схема

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.

В вертикальной плоскости на балку действуют распределенная нагрузка интенсивностью q и сила реакции дороги F_1 , которая будет изменяться для левой и правой части при изменении угла наклона α . В горизонтальной плоскости – сила F_2 . Для упрощения расчетной модели балки моста считаем, что нагрузка, соответствующая весу самой балки, распределена равномерно по длине. При движении комбайна на склоне с углом $\alpha = 8^\circ$ со стороны почвы будет возникать сила F_3 , создающая изгибающий момент на радиусе колеса R .

Изгибающие моменты M_x и M_y для левой и правой части моста будут равны:

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

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

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

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:

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

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

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

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

Анализ работы моста с учетом угла наклона показывает, что наиболее нагруженной частью моста является правая (верхняя) половина моста, ввиду появления изгибающего момента от силы F_3 . Результаты расчетов нагруженности правой части балки представлены на рис. 3.

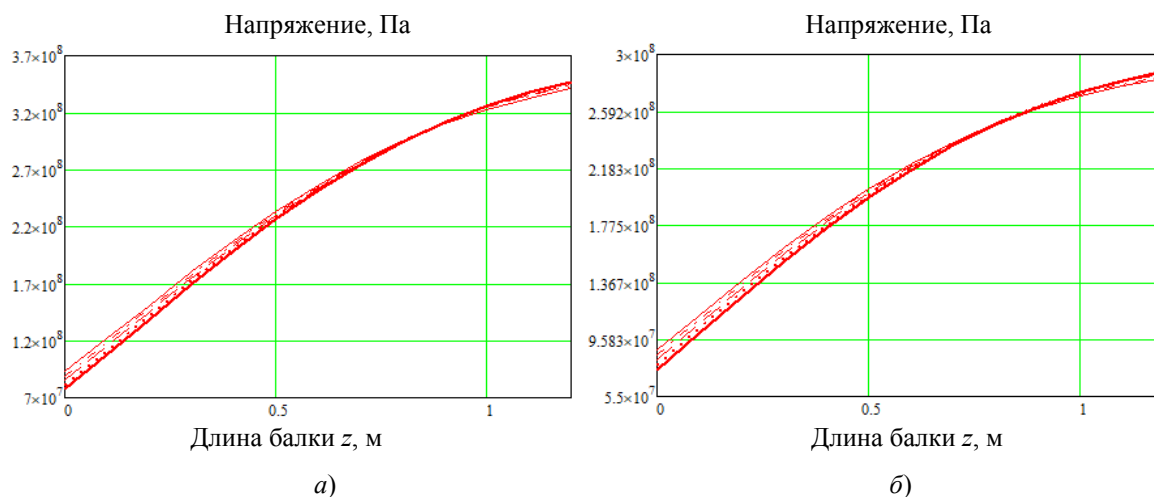


Рис. 3. График изменения напряжений при растяжении (а) и сжатии (б) по длине балки моста для правой части в зависимости от угла на склоне α :
 — $\alpha = 0^\circ$; — $\alpha = 2^\circ$; - - - - $\alpha = 4^\circ$; - · - · - $\alpha = 6^\circ$; — — — — $\alpha = 8^\circ$

Статические напряжения, возникающие в балке моста, изменяются в широких пределах. Для растянутой зоны левой части моста они изменяются от 73,7 до 288,1 МПа при горизонтальном положении моста ($\alpha = 0^\circ$) и от 77,54 до 347,2 МПа – в области сжатия.

Для левой части при $\alpha = 8^\circ$ напряжения увеличиваются и изменяются до 287,9 МПа в области растяжения и 346,6 МПа в области сжатия. При движении энергосредства по полю возможно возникновение динамических нагрузок, связанных с наездом на препятствия (камни, ямы, инородные предметы). Появление динамических коэффициентов может значительно увеличить нагруженность моста, что приведет к появлению пластических деформаций и в результате к усталостному разрушению.

Литература

1. Дарков, А. В. Сопротивление материалов : учебник / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. – М. : Высш. шк., 1989.
2. Универсальное энергетическое средство УЭС-2-250А «Полесье-2-250А» : инструкция по эксплуатации. – Гомель : ПО «Гомсельмаш», 2006. – 212 с.
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, Гомель, 29–30 апр. 2010 г./ М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2020. – С. 72–76.