

**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТИ
ЭЛЕМЕНТОВ СФЕРИЧЕСКОГО СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАГРУЗОЧНОГО
РУКАВА ЗЕРНУБОРОЧНОГО КОМПЛЕКСА****А. В. Голопятин, С. И. Кирилюк***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Задачей перегрузочного рукава межмодульного транспортирующего устройства зерноуборочного комплекса «Полесье» является бесперебойное обеспечение технологического процесса передачи убираемого продукта от конца выгрузного шнека до приемника очистителя-накопителя прицепленного у УЭС 2-250А.

В транспортирующем устройстве перегрузочный рукав соединяют с выгрузным шнеком посредством шарнирообразного сферического сочленения, образованного сферическим патрубком, закрепленным на конце шнека, и полый усеченной сферической опорой, смонтированной на свободном конце верхнего трубчатого переходника.

При движении КЗР-10, состоящего из нескольких связанных машин, по полю возникают ситуации, когда одна уборочная машина опускается вниз из-за неровности поля, а другая располагается на возвышении. В этом случае благодаря телескопическому соединению обеспечивается надежная и беспрепятственная перегрузка убираемого продукта от одной машины к другой. Сферическое сочленение патрубков также позволяет копировать как продольные, так и поперечные взаимные перемещения машины относительно другой, сохраняя при этом герметичность путепровода.

Одним из наиболее эффективных и экономичных путей решения этой задачи является формирование на рабочих поверхностях трущихся деталей самосмазывающихся антифрикционных покрытий, получивших широкое распространение во многих узлах трения современных машин. Для эффективного использования и нанесения покрытия рассмотрим силы действующие в сочленении (рис. 1).

Анализ проведем в следующей последовательности:

- определение угла α , при котором нижняя часть трубы находится в состоянии равновесия под действием сил трения в сферическом основании;
- расчет контактного давления на поверхности сферической опоры;
- анализ напряженного состояния сферической опоры и определение напряжений в зоне сцепления покрытия с опорой.

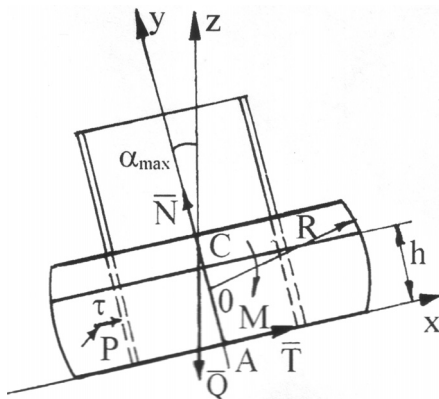


Рис. 1. Схема к статическому расчету блока труб, связывающего молотильно-сепарирующее устройство и очиститель-накопитель КЗР-10

При максимальном угле α_{\max} контактные давления P и интенсивность сил трения τ связаны законом Кулона:

$$\tau = fP, \quad (1)$$

где f – коэффициент трения в сферической опоре.

Приведем эти силы к точке A основания, находящейся на оси симметрии труб Y . Результирующая сила контактного давления N будет направлена вдоль оси симметрии Y . Результирующая сил трения T будет перпендикулярна к ней и связана соотношением

$$T = fN. \quad (2)$$

При таком приведении сил для равновесия системы совокупность сил должна быть еще приведена и к моменту $M = T \cdot AC$.

Спроектировав силы на ось Y и X , получим:

$$Q \cos \alpha_{\max} = N, \quad Q \sin \alpha_{\max} = T. \quad (3)$$

Разделив второе уравнение (3) на первое, получим:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{T}{N} \text{ или с учетом (2): } \operatorname{tg} \alpha = f. \quad (4)$$

Таким образом, предельное состояние равновесия конструкции определяется простым соотношением: $\alpha_{\max} = \operatorname{arctg} f$.

Расчет контактного давления. Определим значение контактного давления, действующего в сферической опоре. Для этого вначале определим площадь контакта сферического основания со сферической опорой. Площадь контакта S равна площади сферического пояса: $S = 2\pi R h$. Для комплекса КЗР-10 $S = 2\pi \cdot 0,35 \cdot 0,196 = 0,46 \text{ м}^2$, где $R = 0,35 \text{ м}$ – радиус сферического основания; $h = 0,196 \text{ м}$ – высота пояса.

Помимо веса труб необходимо учитывать инерционные силы, возникающие при движении зерноуборочного комплекса, и суммировать их с величиной веса. Приблизительно инерционные силы могут быть определены исходя из предложения о том, что центр тяжести совершает вертикальные гармоничные колебания: $Z = A \sin \omega t$, где A – амплитуда колебаний ($A = 0,2 \text{ м}$); $\omega = 2\pi\nu$ (с^{-1}) – круговая частота колебаний.

Поскольку частота колебаний составляет $\approx 1 \text{ Гц}$, $\omega = 2\pi$ (с^{-1}). Реагирующая сил инерции Φ_c , приведенная к центру тяжести трубы C , определяется из выражения

$$\Phi_c = m_n Z_c, \quad (5)$$

где $m_n = 30,21 \text{ кг}$ – масса нижней части блока труб; $Z_c = -A\omega^2 \sin \omega t$ – ускорение центра масс.

Максимальное значение модуля сил инерции $\Phi_{c\max}$ из (5) составит:

$$\Phi_c = m_n A \omega^2 = 23,8 \text{ Н.}$$

Таким образом, на сферическую основу перегрузочного рукава комплекта КЗР-10 действует сумма сил $Q + \Phi_{c\max} = 30,21 \cdot 9,8 + 23,8 \text{ Н}$.

68 Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении

Нормальная реакция N с учетом силы инерции определяется из соотношения (3):

$$N = (Q + \Phi_{c_{\max}}) \cos \alpha_{\max}. \quad (6)$$

Приняв коэффициент трения в сферической опоре равным 0,2, получаем из (5): $\alpha_{\max} = \arctg 0,2 = 11,3^\circ$. Откуда $\cos \alpha_{\max} = 0,98$ и $N = 313,7$ Н. Контактное давление найдем, разделив силу N на площадь контакта S : $P = N/S = 729,5$ Н/м². Реальное контактное давление P_p может быть оценено с помощью коэффициента динамичности K_d : $P_p = K_d P$. Реальное касательное напряжение τ_p определится как $\tau_p = f \cdot K_d P$.