

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ В ДЕТАЛЯХ ПРИВОДНОГО МЕХАНИЗМА ВИБРАЦИОННОЙ СЕПАРИРУЮЩЕЙ МАШИНЫ С ДЕЗАКСИАЛЬНЫМ КРИВОШИПНО-ШАТУННЫМ МЕХАНИЗМОМ

Уманская О. Л.

Курганский государственный университет

Курган, Россия

Для повышения несущей способности рамных конструкций вибрационных машин, работающих в условиях вынужденных колебаний, необходимо определение их динамических и прочностных характеристик. Рассмотрим характер возмущающих воздействий на рамную конструкцию со стороны приводного механизма на примере зерноочистительной машины с дезаксиальным кривошипно-шатунным механизмом, с двумя ситовыми корпусами.

Рис. 1. Несущая конструкция зерноочистительной машины: 1- приводной механизм; 2, 3- ситовые корпуса; 4- аспирационная система

На нижний ситовой корпус в его крайнем правом положении действует следующая система сил (рис. 2, 3).

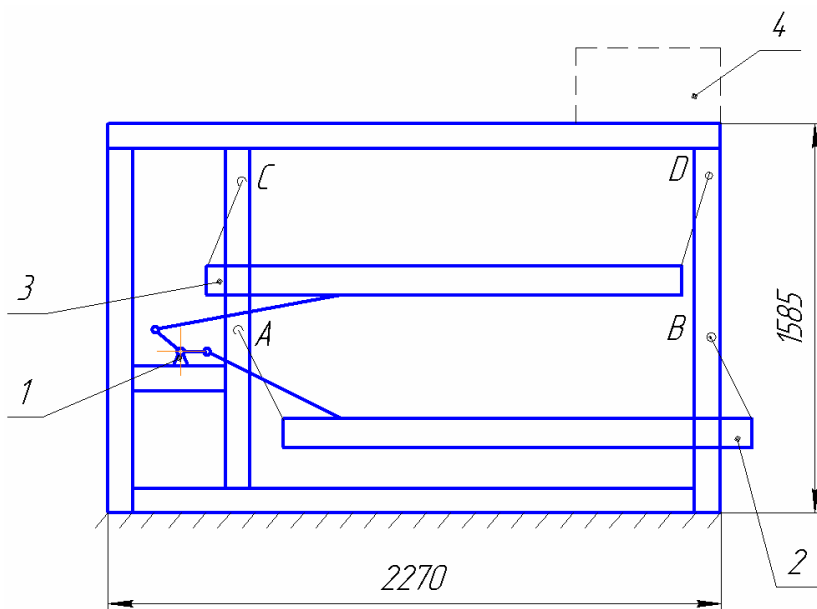
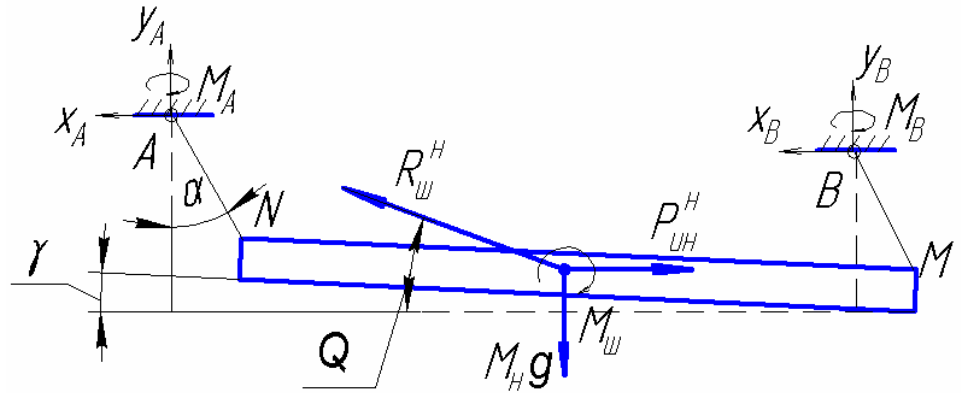


Рис. 2. Схема сил, действующих на нижний ситовой корпус с подвесками:



$M_{нq}$ - сила

тяжести; $P_{ин}^H$ - сила инерции; M_u, R_u^H - реакции шатуна; $X_A, Y_A, M_A, X_B, Y_B,$

M_B - реакции в точках заделки подвесок (т. А и т. В)

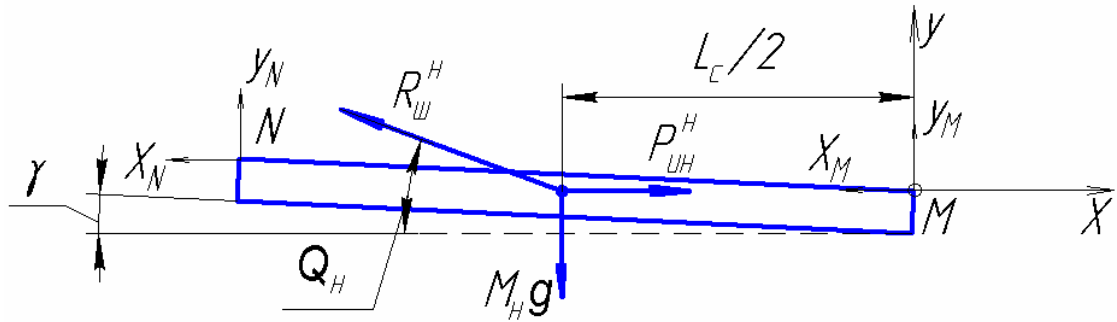


Рис. 3. Схема сил, действующих на нижний ситовой корпус

Для определения реакций в точках N и M составим уравнения равновесия для плоской системы сил.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum F_{kx} : -x_N - R_u^H \cdot \cos q_n + P_{ин}^H - x_M = 0; \\ \sum F_{ky} : y_N + R_u^H \cdot \sin q_n - M_n \cdot g + y_M = 0; \\ \sum M_M (\bar{F}_k) : x_N \cdot L_c \cdot \sin g - y_N \cdot L_c \cdot \cos g - R_u^H \cdot \sin q_n \cdot \frac{L_c}{2} \cdot \cos g + \\ + R_u^H \cdot \cos q_n \cdot \frac{L_c}{2} \cdot \sin g + M_n \cdot g \cdot \frac{L_c}{2} \cdot \cos g - P_{ин}^H \cdot \frac{L_c}{2} \cdot \sin g = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

Сила инерции $P_{ин}^H$ определяется по формуле:

$$P_{ин}^H = M_n \cdot a, \quad (2)$$

где M_n – масса нижнего ситового корпуса, кг; a – ускорение центра масс нижнего ситового корпуса, м/с^2 .

Для определения ускорения используем следующую зависимость [1]:

$$a = r\omega^2 \left(\cos \omega \cdot t - \frac{e}{L_{ш}} \sin \omega \cdot t \right), \quad (3)$$

где r – радиус кривошипа, м; ω – угловая скорость кривошипа, рад/с; t – время, с; e – величина дезаксиального смещения, м; $L_{ш}$ – длина шатуна, м.

Учитывая, что $M_A=0$, $M_B=0$ и реакция подвески направлена вдоль нее, получаем:

$$x_N = y_N \times \text{tg } a, \quad (4)$$

$$x_M = y_M \times \text{tg } a, \quad (5)$$

Угол a изменяется по закону:

$$\text{tg } a = (r/L_n) \times \cos \omega \cdot t \quad (6)$$

С учетом выражений (4) - (6) составляющие реакций в т. N и т. M будут определяться следующими выражениями:

$$x_N = y_N \times (r/L_n) \times \cos \omega \cdot t, \quad (7)$$

$$x_M = y_M \times (r/L_n) \times \cos \omega \cdot t. \quad (8)$$

Введем следующие обозначения: $R_{ш} = R_1$; $M_N = M_2$; $L_C = L_1$; $L_n = L_3$.

С учетом этого система уравнений (1) принимает следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} -x_N - R_1 \cdot \cos q_H + M_2 \cdot x_M = 0; \\ y_N + R_1 \cdot \sin q_H - M_2 \cdot q + y_M = 0; \\ x_N \cdot L_1 \cdot \sin g - y_N \cdot L_1 \cdot \cos g - R_1 \cdot \sin q_H \frac{L_1}{2} \cdot \cos g + R_1 \cdot \cos q_H \frac{L_1}{2} \cdot \sin g + \\ + M_2 \cdot q \cdot \frac{L_1}{2} \cdot \cos g - P_1 \cdot \frac{L_1}{2} \cdot \sin g = 0 \\ x_N = y_N \times (r/L_3) \times \cos w \cdot t, \\ x_M = y_M \times (r/L_3) \times \cos w \cdot t. \end{array} \right. \quad (9)$$

Решая данную систему уравнений относительно x_N , x_M , y_N , y_M и R_1 , получаем:

$$R_1 = \frac{M_2 \cdot q \frac{r}{L_3} \cdot \cos w \cdot t - M_2 r w^2 \left(\cos w \cdot t - \frac{e}{L_2} \cdot \sin w \cdot t \right)}{\sin q_H \cdot \frac{r}{L_3} \cos w \cdot t - \cos q_H}, \quad (10)$$

$$y_N = \frac{R_1 (\sin q_H \cdot \cos g + \cos q_H \cdot \sin g) - M_2 q \cos g + M_2 r \cdot w^2 (\cos w \cdot t - \frac{e}{L_2} \cdot \sin w \cdot t) \sin g}{2 \left(\frac{r}{L_3} \cdot \cos w \cdot t \cdot \sin g - \cos g \right)} \quad (11)$$

$$y_M = y_N, \quad (12)$$

$$x_N = y_N \times (r/L_3) \times \cos w \cdot t, \quad (13)$$

$$x_M = x_M. \quad (14)$$

Решая данные уравнения относительно времени и угловой скорости кривошипа с подстановкой конкретных параметров (для зерноочистительной машины ЗВС-20А), получаем следующие значения x_N , x_M , y_N , y_M и R_1 :

$$x_N = -1,217 + 11,513 \cdot \cos \omega \cdot t + 1,605 \cdot 10^{-4} \cdot \sin \omega \cdot t - 1,217 \cdot \cos 2\omega \cdot t + 0,16 \cdot \sin 2\omega \cdot t \quad (15)$$

$$y_N = 813,5 - 171,966 \cdot \cos \omega \cdot t + 22,562 \cdot \sin \omega \cdot t - 0,171 \cdot \cos 2\omega \cdot t + 0,023 \cdot \sin 2\omega \cdot t \quad (16)$$

$$R_1 = \frac{2,5 \cdot 10^3 \cdot \cos w \cdot t - 329 \sin w \cdot t}{1,013 - 2,017 \cdot 10^{-3} \cos w \cdot t} \quad (17)$$

Аналогичным образом находятся реакции в подвесках и усилия в шатуне для верхнего ситового корпуса.

В результате получаем следующую схему приложения возмущающих сил к раме (рис. 4).

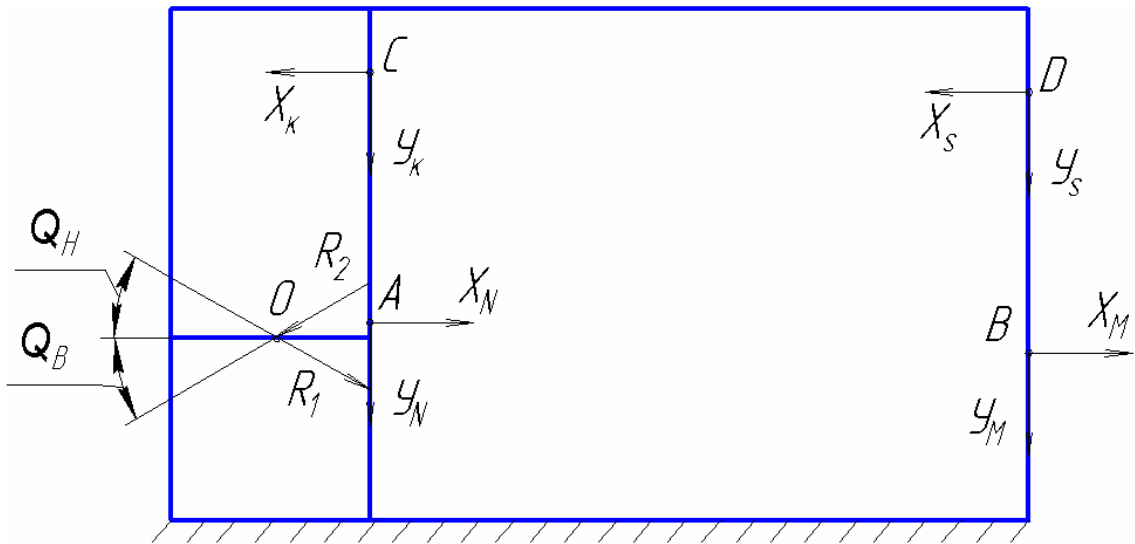


Рис.4. Схема приложения возмущающих сил

Составляющие реакций со стороны шатунов на раму в точке O можно представить как

$$x_0 = R_1 \cdot \cos q_H - R_2 \cdot \cos q_6, \quad (18)$$

$$y_0 = -R_1 \cdot \sin q_H - R_2 \cdot \sin q_6. \quad (19)$$

Определяем величины x_0 и y_0 в зависимости от времени и угловой скорости кривошипа.

$$x_0 = 0,228 + 229,451 \cdot \cos \omega \cdot t - 30,1 \cdot \sin \omega \cdot t + 0,228 \cdot \cos 2\omega \cdot t - 0,03 \cdot \sin 2\omega \cdot t \quad (20)$$

$$y_0 = -0,652 - 656,049 \cdot \cos \omega \cdot t + 86,088 \cdot \sin \omega \cdot t - 0,652 \cdot \cos 2\omega \cdot t + 0,086 \cdot \sin 2\omega \cdot t \quad (21)$$

При определении внутренних силовых факторов в несущей конструкции вибрационной машины полученные зависимости позволят представить их в виде функции времени, проанализировать характер наложения вибрационных характеристик, а также учесть их при расчете несущей способности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борискин М.А. и др. Сепарирующие машины зерноперерабатывающих предприятий /М.А. Борискин, В.В. Гортинский, А.Б. Демский.- М.: Машиностроение, 1979.- 109 с.