

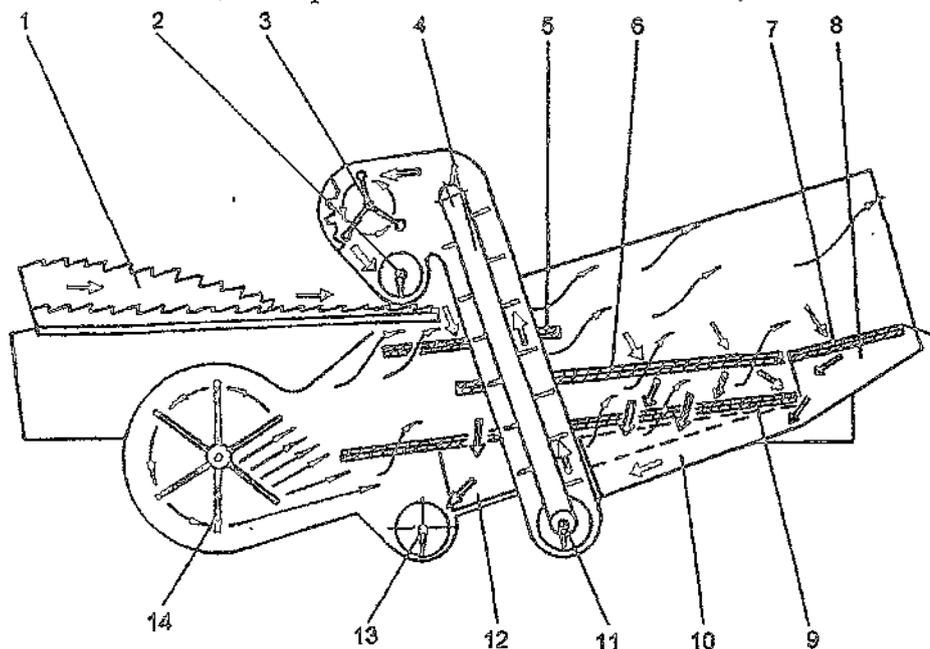
УДК 631.365.4

К ВОПРОСУ О ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

В.Б. Попов

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Гомель, Беларусь

Расположенный в самоходной молотилке (СМ) зерноуборочного комбайна «Полесье» механизм очистки (МО) это основной компонент системы очистки, включающей также: вентилятор, шнеки, элеватор и поддоны (Рис.1). Известные двухстанные МО зерноуборочных комбайнов в работе характеризуется неуравновешенностью движущихся в противофазе рабочих органов (РО), что способствует снижению эксплуатационной надежности как разъемных соединений, так и несущей конструкции СМ. Каждый из РО представляет собой конструкцию со сложившимся положением рабочих элементов, а также установленным опытным путем законом движения - амплитудой колебаний и траекторией движения характерных точек. Изменение закона движения РО способно отрицательно повлиять на эффективность выполнения процесса очистки - разделение тяжелой и легких фракций зернового вороха. Таким образом, задача выбора внутренних параметров МО отнюдь не тривиальна.



- 1 – стрясная доска; 2 – шнек распределительный; 3 – устройство домолачивающее;
 4 – элеватор колосовой; 5 – дополнительное решето; 6 – решето верхнее;
 7 – удлинитель; 8 – поддон удлинителя; 9 – решето нижнее; 10 – поддон колосовой;
 11 – шнек колосовой; 12 – поддон зерновой; 13 – шнек зерновой; 14 – вентилятор

Рис. 1 - Схема работы системы очистки

Статическое уравновешивание двухстанного МО возможно, если его виртуальный центр масс остается неподвижным или движется равномерно и прямолинейно за период полного оборота кривошипа [1].

Выражения для определения координат виртуального центра масс рабочих органов МО имеют следующий вид:

$$X_s = \frac{\sum_{i=1}^n X_{si} m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad Y_s = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{si} m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (1)$$

где X_s , Y_s - координаты перемещения виртуального центра масс МО за цикл; m_i - масса i -того звена

Таким образом, оценить неуровненность МО можно уже на этапе выполнения процедуры геометрического анализа (Рис. 2).

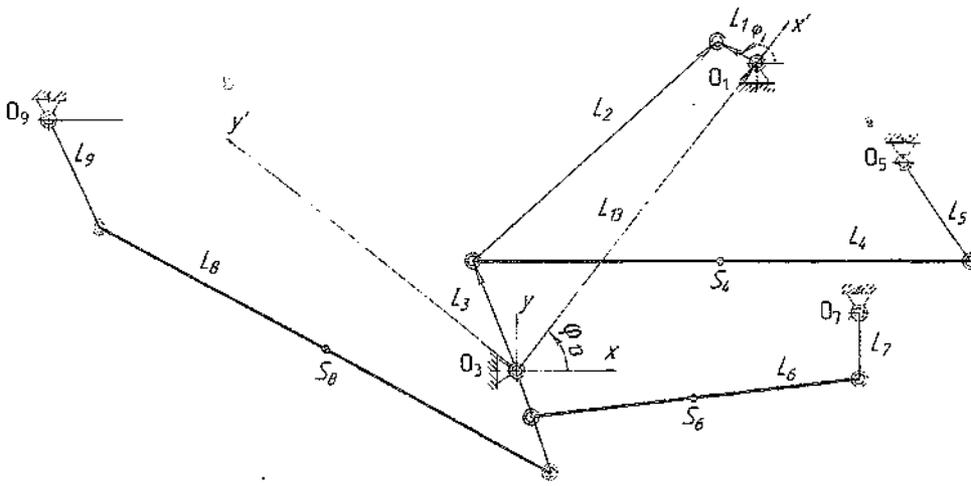


Рис. 2 – Плоский аналог геометрической модели МО комбайна КЗС-10К

Основное силовое воздействие на раму МО оказывают не движущийся поток зернового вороха или вес звеньев механизма, а силы инерции РО, масса которых более чем на порядок выше массы остальных элементов МО.

Следующим показателем качества функционирования МО является разность кинетической энергии - ΔE_{ki} , колеблющихся в противофазе РО.

Изменяющаяся за цикл нагрузка, воздействуя на ведущее звено МО- кривошип L_1 , вызывает соответствующие отклонения его угловой скорости $\Delta \omega_1$, что также характеризует степень неуровненности МО.

Все вышеупомянутые выходные параметры и показатели качества определяются в функциональной математической модели (ФММ) анализа свойств МО [2].

Постановка задачи параметрической оптимизации МО требует выбора управляемых параметров, критериев оптимальности, технических ограничений и метода оптимизации [3]. Кроме того, безусловно, необходима, программно реализованная ФММ анализа свойств МО.

В качестве управляемых параметров, определяющих конструктивный вариант МО и влияющих на приведенные выше показатели качества,

предлагаются: расположенные на его раме координаты центров неподвижных шарниров кривошипа и подвесок РО - $X_{01}, Y_{01}, X_{03}, Y_{03}, X_{05}, Y_{05}, X_{07}, Y_{07}, X_{09}, Y_{09}$, а также длины кривошипа, шатуна, двулучевого рычага и подвесок - L_1, L_5, L_7, L_9 (Рис.2).

Каждому фиксированному набору управляемых параметров $\bar{X} = \{X_{01}, Y_{01}, X_{03}, Y_{03}, X_{05}, Y_{05}, X_{07}, Y_{07}, L_3, L_{34}, L_5\}$ соответствуют определенные значения критериев оптимальности (показателей качества) $Y_i(X)$:

$$\bar{Y} = \{S, \Delta E_{ki}, \Delta \omega_1, \bar{R}_{01}, \Sigma \bar{R}_{0i}\}, \quad (2)$$

где S - площадь фигуры, описываемая виртуальным центром масс за цикл; \bar{R}_{01} - среднее значение нагрузки на кривошипе; $\Sigma \bar{R}_{0i}$ - среднее суммарное значение сил реакции в остальных неподвижных шарнирах.

Для всех критериев поиск экстремума (минимума) выполняется по методу Монте-Карло, с выбором начальной точки \bar{X}^0 , представляющей набор исходных данных, характеризующих базовый вариант МО. Последовательно, с помощью датчика случайных чисел, построенного на основе ЛПГ-последовательности [3], выбирается N точек X_1, X_2, \dots, X_N , равномерно расположенных в области поиска. Координаты каждой точки определяются по формуле:

$$x_{ij} = x_{i \min} + \xi_{ij} (x_{i \max} - x_{i \min}), \quad i = 1 \dots n, \quad j = 1 \dots N \quad (3)$$

где n - число параметров; ξ_{ij} - случайное число в диапазоне $[0,1]$; $x_{i \min}/x_{i \max}$ - минимальные значения варьируемых параметров.

Искомые значения оптимизируемых параметров должны удовлетворять ряду ограничений, которые делятся на прямые и функциональные. Прямые ограничения касаются предельных значений управляемых параметров, т.е. $\bar{X}_{\min} \leq \bar{X} \leq \bar{X}_{\max}$

К функциональным ограничениям относятся законы движения РО, и соблюдение правила "существования треугольника" (одна сторона треугольника всегда меньше двух других), формирующихся из четырехзвенников замкнутой кинематической цепи (Рис.2).

Синтезируя МО, приходится удовлетворяться его частичным уравновешиванием, которое по нашему мнению выражающемся в сокращении площади фигуры, описываемой центром масс МО за цикл.

Литература

1. Щепетильников В.А. Уравновешивание механизмов. - М.: Машиностроение. - 1982, 256