

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕХАНИЗМА ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-10К

А. В. Печенев

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Используемый в самоходном зерноуборочном комбайне механизм очистки (МО) состоит из: маховика, шатунов, двуплечих рычагов, штанг, подвесок и рабочих органов – стрясной доски, верхнего и нижнего решетчатого станков, шарнирно закрепленных на раме (рис. 1). Для всех известных систем очистки характерна неуравновешенность

движущихся в противофазе звеньев МО. При этом основное влияние на раму комбайна со стороны МО оказывают его рабочие органы – верхний и нижний решетчатые станы, стрясная доска, масса которых более чем на порядок выше массы остальных звеньев. Вибрация рамы МО, возникающая в результате действия инерционных сил, передается на корпус зерноуборочного комбайна, что отрицательно сказывается на несущей конструкции и снижает эксплуатационную надежность разъемных соединений.

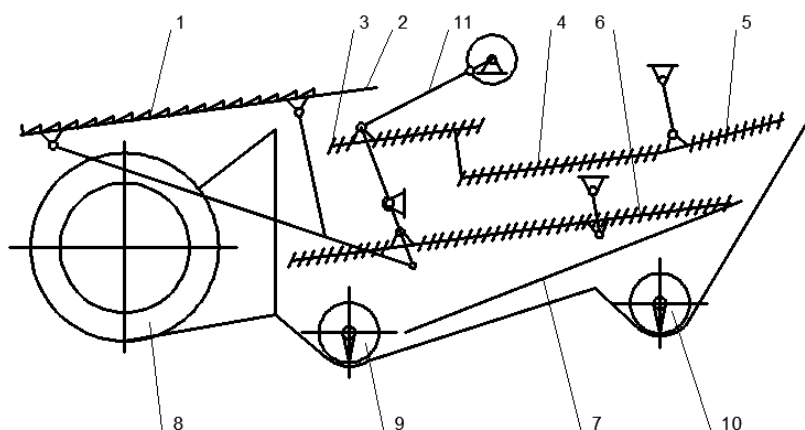


Рис. 1. Схема очистки зерноуборочного комбайна КЗС-10К:

1 – стрясная доска; 2 – пальцевая решетка; 3 – дополнительное решето;
4 – верхний решетчатый стан; 5 – удлинитель верхнего решета; 6 – нижний
решетчатый стан; 7 – скатная доска; 8 – вентилятор; 9 – зерновой шнек;
10 – колосовой шнек; 11 – кривошипно-шатунный механизм

Формирование геометрической модели в соответствии с исходной пространственной реализацией МО существенно усложняет математическое описание. Проблема упрощается при замене 3D-модели МО ее плоским аналогом, сохраняя по основным выходным параметрам эквивалентность полученной геометрической модели исходной. Если учесть симметричное расположение звеньев 3D-модели МО в продольной плоскости, а также предположить параллельность между собой осей, проходящих через центры шарниров и несжимаемость звеньев, то ее структура идентифицируется плоским, десятизвенным, одноподвижным шарнирно-рычажным механизмом (рис. 2). Структура МО по классификации Ассур–Артоболевского следующая: механизм 1-го класса (звено L1), к которому последовательно присоединена группа Ассур 2-го класса, 1-го вида (звенья L2–L3), к которой в свою очередь параллельно присоединены три группы Ассур 2-го класса 1-го вида (звенья L4–L5, L6–L7, L8–L9) [1].

Если массами шатунов и подвесок пренебречь (или привести их к массам рабочих органов), то двухстанная очистка представляется эквивалентной трехмассовой механической системой. Задача уменьшения колебаний рамы комбайна решается путем уравновешивания одной из совершающих сложное движение масс рабочих органов двумя другими. Следует отметить, что каждый из рабочих органов представляет собой отработавшую конструкцию со сложившимся относительным положением рабочих элементов, а также оптимальной амплитудой колебаний и траекториями движения характерных точек рабочих органов. Изменение вышеупомянутых параметров затруднительно, поскольку характер движения рабочих органов обусловлен требованиями качественного выполнения технологического процесса очистки.

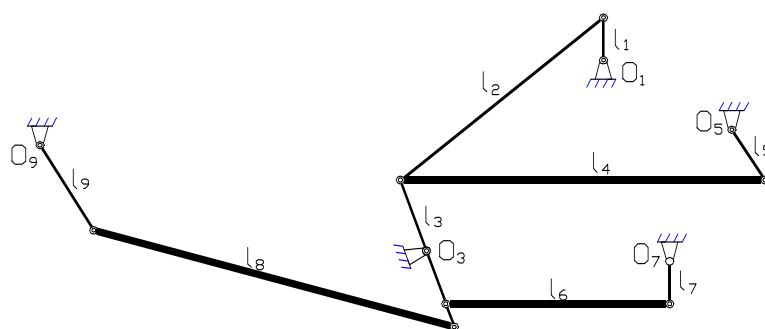


Рис. 2. Геометрическая модель МО зерноуборочного комбайна

Создание функциональной математической модели (ФММ) и выполнение вычислительного эксперимента на ПЭВМ позволяет провести многовариантный кинестатический анализ МО за сравнительно короткое время. Это в значительной степени снижает материальные и временные затраты на его уравнивание и при наличии адекватной функциональной ММ позволит получить достоверные результаты, избегнув при этом длительной доводки МО на стенде.

Статическое уравнивание МО реализуется только в том случае, когда центр масс остается неподвижным или движется равномерно и прямолинейно. Выполнение этого условия весьма затруднительно, поскольку центр масс МО за цикл (один оборот ведущего звена) описывает криволинейную траекторию. С учетом вышеупомянутых ограничений полностью уравновесить МО невозможно, поэтому стремятся к частичному уравниванию, выражающемуся в сокращении площади фигуры, описываемой центром масс МО (рис. 3).

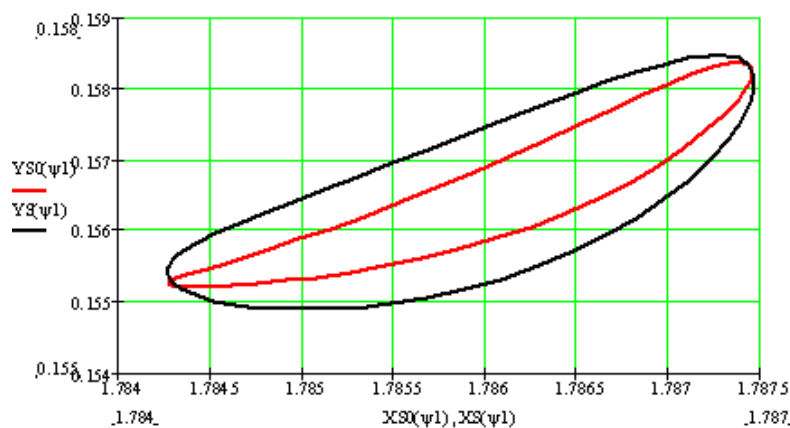


Рис. 3. Перемещение общего центра масс механизма очистки

Расчет показал, что максимальные значения амплитуды колебаний общего центра масс МО за оборот кривошипа составили: $A_x = 3,97$ мм; $A_y = 3,85$ мм.

Геометрический и кинематический анализ МО выполнен на основе метода замкнутых векторных контуров. В результате геометрического анализа определяются углы, образуемые подвижными звеньями МО в правой декартовой системе координат и координаты центров подвижных шарниров в зависимости от обобщенной координаты – угла поворота кривошипа L_1 за один его оборот. Аналитические вы-

ражения для угловых скоростей и ускорений подвижных звеньев получаем на основе дифференцирования по обобщенной координате выражений для соответствующих углов и в свою очередь на их основе получаем выражения для линейных скоростей и ускорений центров масс звеньев.

Силовой анализ выполняется по группам Ассура (в обратном порядке), с учетом влияния сил и моментов инерции, действующих на звенья. В результате проведения силового анализа определяется приведенный момент инерции (момент, действующий на кривошип L1) в зависимости от изменения обобщенной координаты.

Инерционные характеристики маховика оказывают существенное стабилизирующее влияние на колебание угловой скорости кривошипа за цикл. При известных параметрах маховика определяется коэффициент неравномерности движения кривошипа, после чего кинестатический анализ выполняется повторно и в результате определяется характер изменения реакций в шарнирах МО.

В результате проведенной работы была сформирована ФММ, представляющая собой формализованное описание работы его звеньев и рабочих органов за цикл. Это обеспечивает выполнение многовариантного анализа работы МО на ПЭВМ в среде MathCAD. Полученная ФММ может быть использована для анализа механизмов очистки идентичной структуры, а также в качестве основной составляющей в процедуре параметрического синтеза МО.

Л и т е р а т у р а

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский. – М. : Машиностроение, 1988. – 640 с.