

### 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВЫВЕШИВАНИЯ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ АДАПТЕРА

**Е. П. Кохно**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. Б. Попов

Механизмы вывешивания адаптера (МВА) являются составной частью таких сложных технических объектов, как мобильные сельскохозяйственные агрегаты (МСХА). Они предназначены для связи энергоносителей с адаптерами. МВА - пространственный шарнирно-рычажный механизм, посредством тяг связывающий энергоноситель с адаптером (подборщиком, жаткой), компенсирует большую часть веса адаптера с помощью пружинных блоков. МВА предназначен для обеспечения качественного копирования опорной поверхности башмаками адаптера, стабилизируя их давление на почву в заданных пределах. Некачественное копирование приводит либо к увеличению высоты среза убираемой культуры и тем самым к росту потерь урожая, либо к повышенному износу башмаков и эрозии поверхностного слоя почвы. Поэтому актуально, имея модель МВА, рассматривать различные критические случаи при копировании опорной поверхности с целью повышения качества копирования.

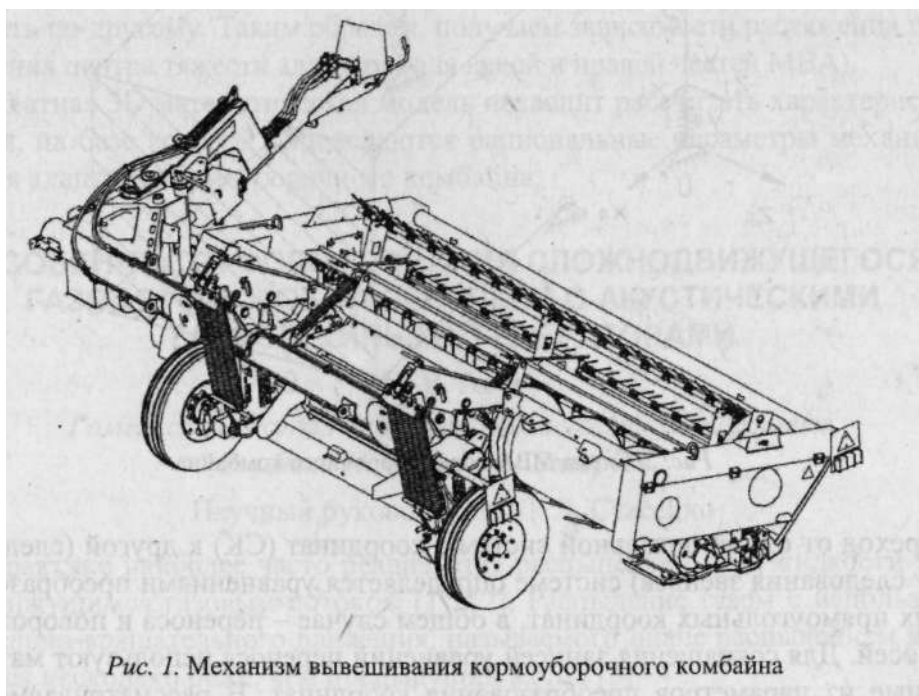


Рис. 1. Механизм вывешивания кормоуборочного комбайна

В случае симметричного расположения центра тяжести адаптера (относительно продольной плоскости комбайна) конструкцию МВА можно считать состоящей из правой и левой частей. Эти части по отдельности можно рассматривать на плоскости. К тому же, формальное сведение пространственных МВА к плоским аналогам обосновано только тогда, когда технически обеспечивается движение всех их подвижных шарниров в параллельных плоскостях.

Целью проделанной работы являлось построение модели МВА в случае, когда требуемые условия копирования нарушены.

Наибольшее применение для определения кинематических характеристик пространственных рычажных механизмов в аналитической форме находят два метода: метод преобразования координат и геометрический метод. Последний очень трудоемок и заключается в последовательном проецировании кинематической схемы на ряд плоскостей с последующим определением неизвестных величин с помощью тригонометрических формул. Поэтому в ходе решения поставленной задачи был выбран первый метод - преобразования координат.

При этом методе выбирают некоторое число систем координат, достаточное для математического описания геометрической формы звеньев и относительного движения звеньев в каждой кинематической паре. На рис. 2 изображена система координат, связанная с неподвижным нулевым звеном - рамой комбайна, со звеньями 7 и 2. Таким образом, с каждым из пронумерованных звеньев связывается характерно расположенная система координат. Остальные системы координат не показаны, чтобы не загромождать рисунок.

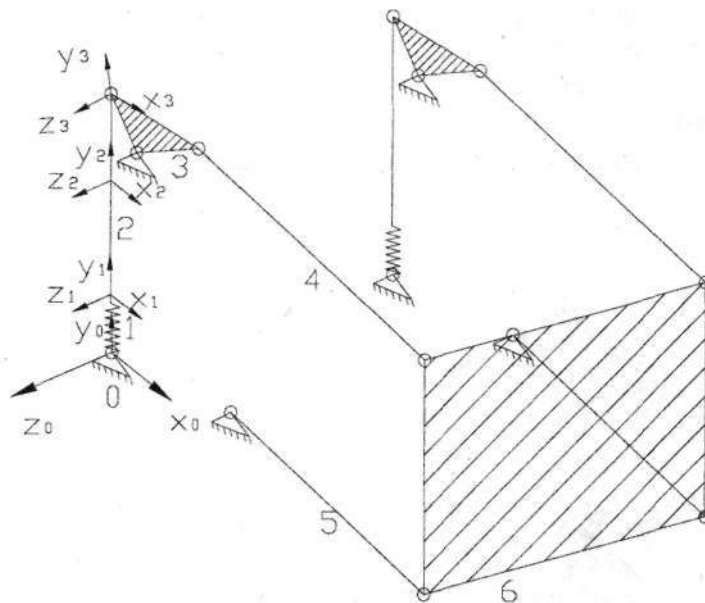


Рис. 2. Схема МВА кормоуборочного комбайна

Переход от одной локальной системы координат (СК) к другой (следующей по порядку следования звеньев) системе определяется уравнениями преобразования декартовых прямоугольных координат, в общем случае - переноса и поворота координатных осей. Для сокращения записей уравнений переноса используют матрицы, составленные из параметров преобразования координат. В рассматриваемом случае СК1 «получается» из СКО путем перемещения вдоль оси Y на величину растяжения пружины (принята за обобщенную координату).

Матрица такого преобразования имеет вид:

$$A1(Lp) := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & Lp \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

где  $L_1$  – длина звена 1, иначе, величина растяжения пружины.

Далее – СК2 получаем «перемещая» СК1 на величину длины звена 2. СК3 имеем, «поворачивая» СК2 вокруг оси Z (чтобы ось X3 была сонаправлена со звеном 3). Матрицы этих преобразований имеют вид:

$$A_2(L_2) := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & L_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad A_3(\phi_4) := \begin{pmatrix} \cos(\phi_4) & -\sin(\phi_4) & 0 & 0 \\ \sin(\phi_4) & \cos(\phi_4) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

где  $L_2$  – длина звена 2;  $\phi_4$  – угол поворота.

Аналогично имеем матрицы преобразования последующих СК. Перемножая последовательно все матрицы преобразования систем координат, имеем матрицу, связывающую координаты точек в СК последнего звена с СК звена 0.

Для другой части МВА матрица зависимости координат в связывающая координаты точек в СК последнего звена с СК 0' вычисляется аналогично.

Таким образом, получили возможность вычислить обобщенную координату (растяжение пружины) в зависимости от положения центра тяжести адаптера (с ним связывалась последняя СК). При этом расстояние от начала координат последней СК до центра тяжести адаптера для звеньев правой части МВА будет другим, соответственно и растяжение пружины правой части МВА от положения центра тяжести адаптера будет зависеть по-другому. Таким образом, получаем зависимости растяжения пружины от положения центра тяжести адаптера (для левой и правой частей МВА).

Адекватная 3D математическая модель позволит рассчитать характеристику копирования, на базе которой определяются рациональные параметры механизма вышивания адаптера кормоуборочного комбайна.