

# **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВЫВЕШИВАНИЯ АДАПТЕРА КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА**

*В.Б. Попов*

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого  
e-mail: popov5@list.ru*

Адаптеры кормоуборочных машин опираются башмаками на почву только частью своего веса, а большая его часть посредством механизма вывешивания адаптера (МВА) компенсируется пружинами (механическими или «гидравлическими»). В процессе уборки положение жатки, а вместе с ней и её режущего аппарата, совершающего сложное движение относительно рамы измельчителя кормоуборочного комбайна (КК), непрерывно изменяется. Поэтому обеспечение требуемой высоты среза кормовой культуры зависит от непрерывности контакта башмака с опорной поверхностью.

МВА предназначен для копирования рельефа башмаками адаптера в заданном диапазоне их вертикального перемещения. Давление башмаков на почву должно поддерживаться в диапазоне, определяемом её несущей способностью. МВА представляет собой пространственный механизм, состоящий, как правило, из двух конструкций, снабженных блоками пружин и расположенных симметрично относительно продольной плоскости симметрии измельчителя КК. Правая и левая части механизма (рис.1а), спроецированные на продольную плоскость симметрии КК, образуют плоский аналог МВА (рис.1б). Структурный анализ идентифицирует замкнутую кинематическую цепь как одноподвижный шестизвенник поэтому положение характерных точек выходного звена ( $\Pi_{05}\Pi_{56}$ ) кинематической цепи – центра тяжести жатки ( $S_6$ ) и точки контакта её башмака с опорной поверхностью ( $M$ ) однозначно определяется обобщенной координатой  $S$  ( $\Pi_{01}\Pi_{23}$ ).

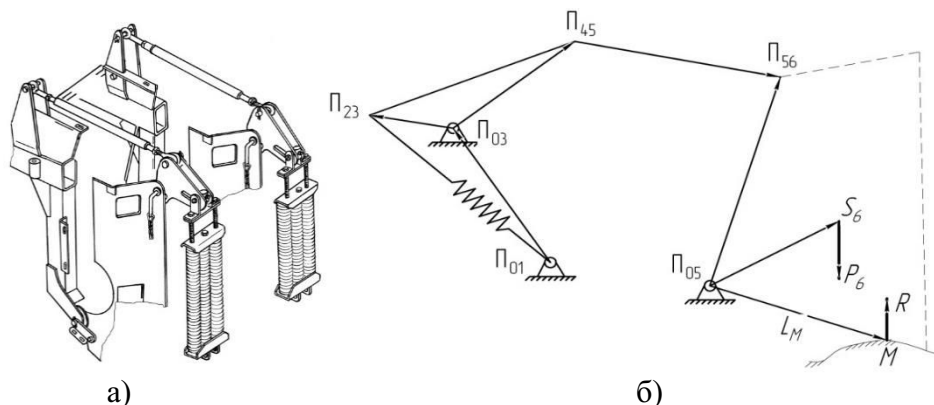


Рис. 1. Механизм вывешивания адаптера кормоуборочного комбайна:  
 а – конструкция МВА; б – схема копирования адаптером опорной поверхности

Выражения для передаточных чисел, представляющих отношения вертикальных составляющих скоростей характерных точек и скорости растяжения-сжатия пружин, зависят только от внутренних параметров МВА и имеют вид

$$I_{S_6}(S) = \varphi_3'(S) \cdot [U_{54}(S) \cdot L_5 \cdot \cos(\varphi_5(S)) + U_{64}(S) \cdot L_{S_6} \cdot \cos(\varphi_6(S) - \varphi_{S_6})]; \quad (1)$$

$$I_M(S) = \varphi_3'(S) \cdot [U_{54}(S) \cdot L_5 \cdot \cos(\varphi_5(S)) + U_{64}(S) \cdot L_M \cdot \cos(\varphi_6(S) - \varphi_M)]; \quad (2)$$

где  $\varphi_3'(S)$  – аналог угловой скорости звена  $\Pi_{03}\Pi_{23}$ ;

$U_{54}, U_{64}$  – передаточные отношения, связывающие угловые скорости звеньев  $\Pi_{03}\Pi_{45}, \Pi_{45}\Pi_{56}, \Pi_{05}\Pi_{56}$ .

Предварительное растяжение пружин МВА у неподвижного КК компенсирует приведенную нагрузку и определяет силу давления башмаков на опорную поверхность в положении статического равновесия. Подтвержденная экспериментально, величина предварительного растяжения пружины рассчитывается по выражению

$$\Delta X(S_0) = \frac{P_6 \cdot I_{S_6}(S_0) - R_0 \cdot I_M(S_0)}{C}, \quad (3)$$

где  $C$  – жесткость пружины (блока пружин);

$R_0$  – настраиваемая сила давления башмака при равенстве вертикальных координат точек контакта с поверхностью у него и колеса КК;

$P_6$  – доля веса адаптера на башмаке.

Наиболее информативной характеристикой, описывающей процесс копирования, является реакция опорной поверхности под башмаками жатки. Текущая величина силы давле-

ния башмака на опорную поверхность зависит от геометрических ( $\Delta X(S)$ ) и кинематических параметров МВА  $I_{S_6}(S)$ ,  $I_M(S_0)$ ; распределения веса адаптера  $P_6$  на его башмаках; жесткости пружин  $C$ , а также приведенных сил трения  $F_{mp}^{np}(S)$  и инерции  $F_{ин}^{np}(S)$ . Её выражение представляет собой количественную характеристику качества копирования, с помощью которой можно обосновать рациональное сочетание внутренних параметров проектируемого МВА:

$$R(S) = \frac{1}{I_M(S)} \cdot [P_6 \cdot I_{S_6}(S) - C \cdot \Delta X(S) + F_{mp}^{np}(S) + F_{ин}^{np}(S)]. \quad (4)$$

В процессе копирования рельефа вертикальная координата точки контакта башмака с опорной поверхностью -  $Y_M$  изменят свое расположение относительно точки аналогичного контакта колеса измельчителя. В процессе движения её вертикальные колебания относительно этого (нулевого) уровня в сопровождаются соответствующими изменениями  $S$ , что приводит к росту растяжения пружины  $\Delta X(S)$  при уменьшении  $Y_M$  и сокращению растяжения при росте  $Y_M$ . Одновременно с этими параметрами изменяются и передаточные числа (1) и (2) МВА. В результате, на уровне  $Y_M$  отличном от нулевого, реакция на башмаке будет отличаться от первоначального значения  $R_0$ .

Математическая модель анализа свойств МВА, частично представленная выражениями (1) - (4), позволяет выполнить его многовариантный расчет, а затем, будучи включенной в модель оптимизационного синтеза, рационально спроектировать (или модернизировать) МВА КК, сократив, сопутствующий проектированию и производству, объем стендовых и полевых испытаний.