



*Зерноуборочный комбайн, мотовило, планка, взаимодействие с растением, угловая скорость, окружная скорость*

*Combine harvester, reel, lath, interaction with a plant, angular speed, circumferential speed*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЛАНКИ МОТОВИЛА СО СТЕБЛЕМ РАСТЕНИЯ В ПЕРИОД ОТДЕЛЕНИЯ ЗАХВАЧЕННОЙ ПОРЦИИ РАСТЕНИЙ ОТ ОСТАЛЬНОЙ ХЛЕБНОЙ МАССЫ

В.А. Николаев

д.т.н., доцент кафедры механизации сельскохозяйственного производства ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»

Существующие зерноуборочные комбайны срезают стебли растений на высоте не более 200 мм от поверхности почвы. Срезанная хлебная масса поступает в молотильно-сепарирующее устройство. Установлено, что около половины затрат энергии в комбайне расходуется на протаскивание соломы через молотилку [1]. Поэтому существует идея среза для обмолота только верхних частей растений зерновых культур [2]. Для реализации этой идеи необходим комплексный подход, то есть не совершенствование существующих комбайнов, а создание принципиально нового зерноуборочного комбайна. В первую очередь следует разработать новую конструкцию жатки, в частности, определить геометрические и другие параметры мотовила.

Мотовило (рис. 1) такой жатки предназначено для подведения верхних частей растений к верхним режущим устройствам с абразивными дисками и сброса срезанных колосьев в ковш жатки [2]. Планки 4 мотовила прикреплены к осям 7, установленным в боковых дисках 5. Боковые диски приварены к валу 6 мотовила и препятствуют выпадению срезанных колосьев из ковша 1 жатки. Планки подводят стебли к режущим устройствам 2, абразивные диски которых частично закрыты защитными кожухами 3.

Ось мотовила расположим над местом среза стебля режущим устройством. Предположим, что режущее устройство срезает колос с верхней частью стебля длиной 100 мм. Тогда ширина планки и другие основные геометрические параметры мотовила получатся из конструктивной компоновки.

Проследим взаимодействие планки с растением в период отделения захваченной порции растений от остальной хлебной массы. Момент касания планкой растения показан на рисунке 2.

Точка А центра оси планки мотовила перемещается по окружности диаметром 550 мм, полученным из конструктивной компоновки мотовила. В начале взаимодействия планки мотовила с растением ось занимает положение  $A_0$ . Планки должны быть наклонены вперёд, чтобы при вхождении в хлебную массу они скользили вдоль колосьев, не упираясь в них. Построим планку мотовила в этом положении, задавшись отклонением её от вертикали на угол  $\gamma = 10^\circ$ .

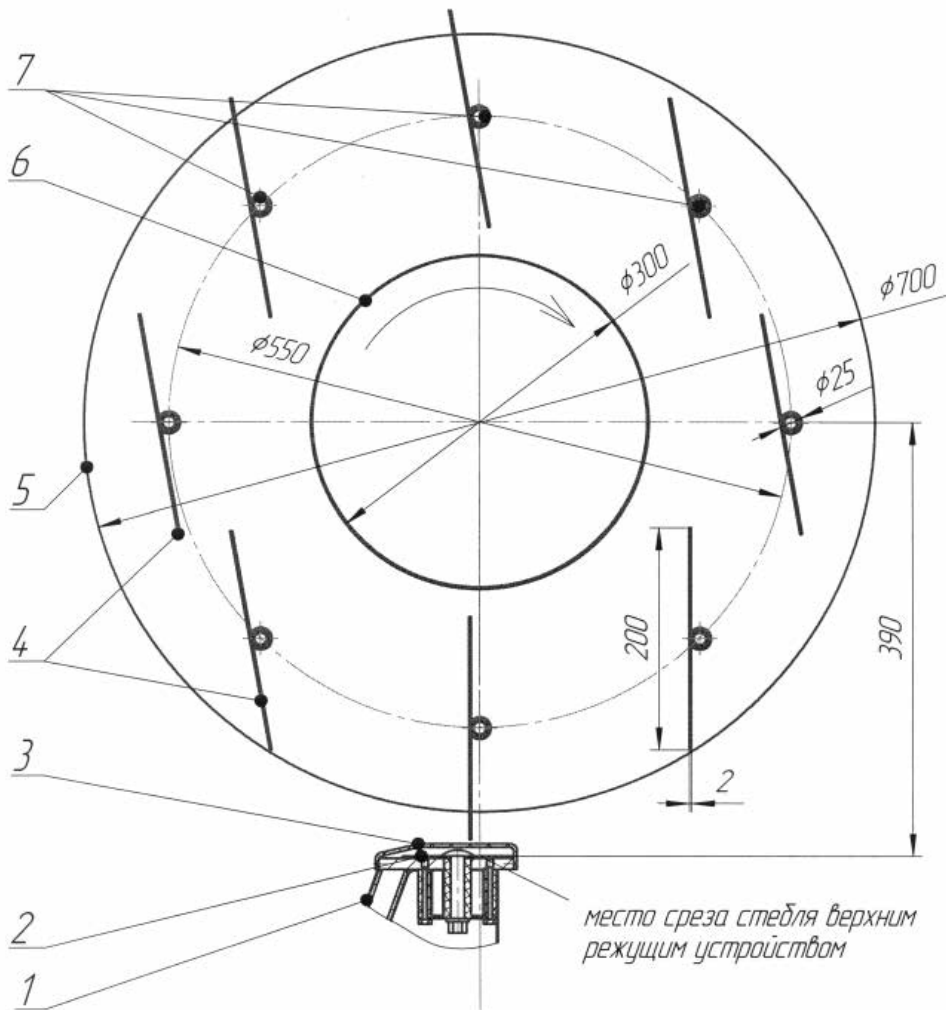


Рисунок 1 – Поперечное сечение мотовила и его основные геометрические параметры: 1 – ковш; 2 – режущее устройство; 3 – защитный кожух; 4 – планка; 5 – боковой диск; 6 – вал; 7 – ось

Верхнюю часть траектории точки  $B$  нижней кромки планки  $B_4 B_0$  получим из рисунка 1, последовательно соединив точки нижних кромок планок. Соединив отрезком точки  $A_0$  и  $B_0$  с точкой  $O$  центра вращения мотовила, получим угол  $23^\circ$  отклонения от горизонтали оси планки в момент начала взаимодействия планки мотовила с растением и мгновенный радиус  $r_0$ .

Чтобы определить угловую скорость точки  $A$  и мгновенную окружную скорость точки  $B$ , следует рассмотреть взаимодействие планки мотовила с растением в момент, когда нижняя кромка планки опустится до уровня нижней кромки колоса, и в промежуточном положении. Когда нижняя кромка планки опустится до уровня нижней кромки колоса (рис. 3), планку повернём в вертикальное положение, чтобы она равномерно прилегала к колосу, угол  $\gamma = 0$ . Соединив точки  $A_0$  и  $A_1$  с

центром  $O$ , определим угол  $\beta = 21^\circ = 0,366$  рад.

Допустим, скорость комбайна  $v_k = 1$  м/с. Тогда время перемещения планки на угол  $\beta$   $\tau = 0,073$  с. За это время зерноуборочный комбайн переместится на расстояние  $s = 0,073$  м. Отсюда угловую скорость вала мотовила определяем формулой:

$$\omega_m = \frac{\beta}{\tau} \quad (1)$$

и она составит:

$$\omega_m = \frac{0,366}{0,073} = 5 \text{ рад/с,}$$

а окружную скорость осей формулой:

$$v_0 = \frac{\omega_m d}{2}, \quad (2)$$

и она составит:

$$v_0 = \frac{5 \cdot 0,55}{2} = 1,375 \text{ м/с.}$$

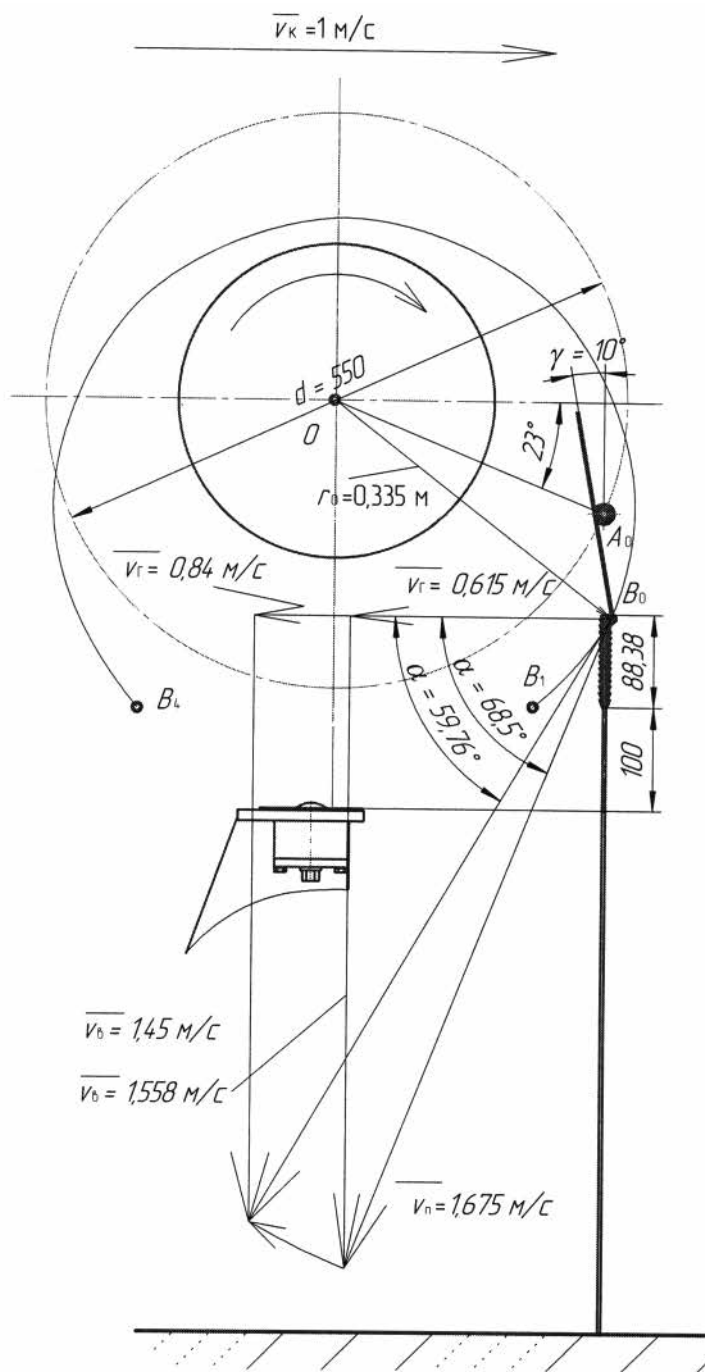


Рисунок 2 – Схема начала взаимодействия планки мотвила с растением

Точка В составляет сложное движение со средней скоростью по участку, определяемой формулой:

$$v_{B,B_{i+1}} = \frac{l}{\tau}$$

(где длина дуги  $l = 0,144$  м из рисунка 3) и составляющей:

$$v_{B_0,B_1} = \frac{0,144}{0,073} \approx 2 \text{ м/с.}$$

Мгновенную скорость нижней кромки планки в точке  $B_1$  определяем формулой:

$$v_n = \omega_m r_i \quad (4)$$

(3) (где из рисунка 3 мгновенный радиус  $r_i = 0,346$  м) и она составит:

$$v_n = 5 \cdot 0,346 = 1,73 \text{ м/с.}$$

Так как до точки  $B_0$  и после точки  $B_1$  планка совершает плоскопараллельное движение, а между этими точками планка совершает пово-

Определение параметров взаимодействия планки мотвила со стеблем растения в период отделения захваченной порции растений от остальной хлебной массы

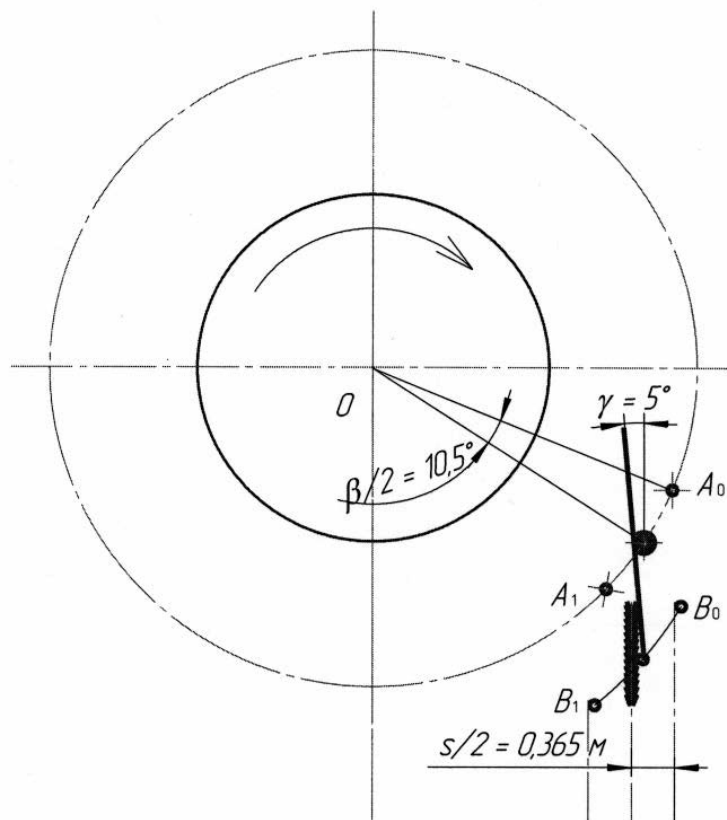


Рисунок 3 – Взаимодействие планки мотвила с растением в момент, когда нижняя кромка планки опустится до уровня нижней кромки колоса

рот как относительно точки  $O$ , так и совместно с осью, то для определения более точной траектории между этими точками на рисунке 4 покажем положение планки мотвила в промежуточном положении на участке  $B_0B_1$ .

Нанесём на рисунок 3 вектор  $v_{\pi}$ , направленный по касательной к траектории на подходе к точке  $B_1$ . Разложим вектор на горизонтальную и вертикальную составляющие:

$$v_r = v_{\pi} \cos \alpha; v_B = v_{\pi} \sin \alpha. \quad (5)$$

Удобнее горизонтальную и вертикальную составляющие определить из рисунка 3, умножив векторы на принятый масштаб:  $v_r = 1,35$  м/с;  $v_B = 1,09$  м/с. Так как в точке  $B_1$  вращение планки совместно с осью закончилось, то она является точкой перегиба траектории. Поэтому при прохождении точки  $B_1$  соотношение горизонтального и вертикального векторов резко изменится. В следующее мгновение после прохождения точки  $B_1$   $v_r = 1,2$  м/с;  $v_B = 1,25$  м/с.

Точка  $B_0$  (см. рис. 2) также соответствует моменту изменения траектории. Аналогично определим мгновенную скорость в точке  $B_0$  и её составляющие. Из рисунка 2 мгновенный радиус

$r_0 = 0,335$  м. В точке  $B_0$   $v_{\pi} = 5 \cdot 0,335 = 1,675$  м/с. На подходе к точке  $B_0$   $v_r = 0,615$  м/с;  $v_B = 1,558$  м/с, а после прохождения точки  $B_0$   $v_r = 0,84$  м/с;  $v_B = 1,45$  м/с.

Так как в этот момент горизонтальная составляющая скорости нижней кромки планки мотвила меньше скорости комбайна, планка в момент вхождения в хлебную массу сначала отодвинет растения, не попавшие в порцию, а затем, одновременно поворачиваясь и перемещаясь, войдёт в хлебную массу. При этом горизонтальная составляющая скорости планки, быстро нарастая, превысит скорость комбайна, и планка отделит захваченную порцию растений от остальной хлебной массы.

Для осуществления вращения планок вокруг осей на участке  $B_0B_1$  к корпусу жатки с левой стороны приварим направляющую дорожку. К левым концам осей приварим рычаги, на концах которых разместим ролики, которые будут перемещаться по направляющей дорожке. Профиль дорожки выполним так, чтобы при перемещении из положения, показанного на рисунке 2, в положение, изображённое на рисунке 3, планка сов-

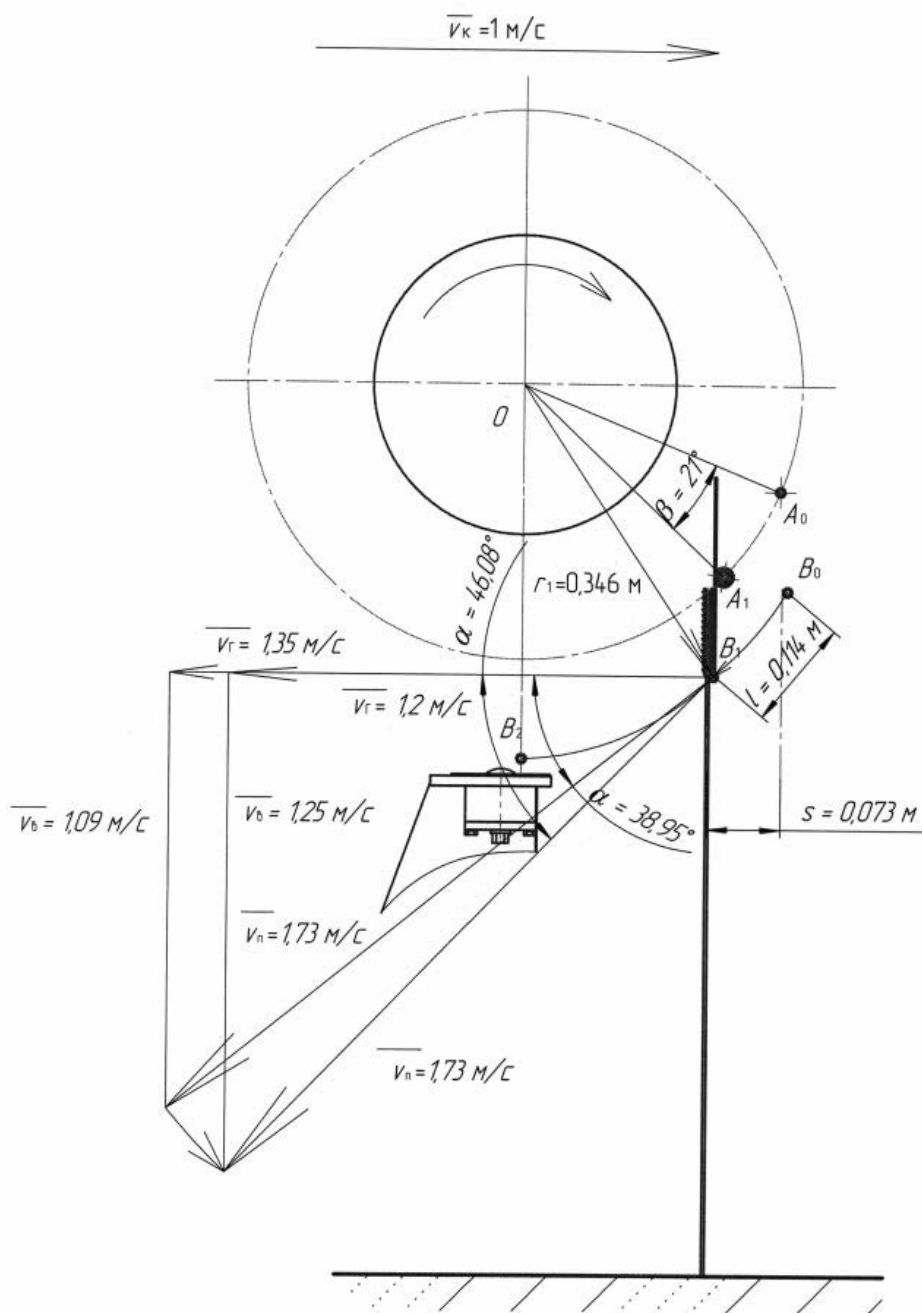


Рисунок 4 – Взаимодействие планки мотовила с растением в промежуточном положении

местно с осью поворачивалась на  $10^\circ$ .

#### Вывод

Полученные параметры взаимодействия планки мотовила со стеблем растения позволя-

ют выполнить профиль дорожки, определяющей поворот планки в период отделения захваченной порции растений от остальной хлебной массы.

#### Литература

1. Клёнин, Н.И. Сельскохозяйственные машины [Текст] / Н.И. Клёнин, С.Н. Киселёв, А.Г. Левшин. - М.: КолосС, 2008. – 816 с.
2. С 2. Патент РФ №2486737. Зерноуборочный комбайн [Текст] / Николаев В.А. – №201 1139738; заявл. 29.09.2011; опубл. 10.07.2013, Бюл. №19. – 15 с.