

Однако теоретические значения дальности бросания тела, определяемые из выражения (2), отличаются от экспериментальных вследствие влияния упругих свойств резины и физико-механических особенностей бобов и зерна сои.

При известном расстоянии  $S$  между вальцами и приемным бункером условие (1) с учетом экспериментальных данных можно записать так:

$$L_{\max} \leq S,$$

$$\text{или } 0,00068 n_{\max} + 0,005 \leq S. \quad (3)$$

$$\text{Откуда имеем } n_{\max} \leq \frac{S - 0,005}{0,00068}. \quad (4)$$

Учитывая скорость плавающего транспортера  $V_{\text{тр}}$  и необходимость исключить сгущивание (задержку) растений перед вальцами, их минимальная частота вращения определяется:

$$n_{\min} \geq \frac{30 V_{\text{тр}}}{\pi R}. \quad (5)$$

$$\text{Совмещая (4) и (5), получим } \frac{S - 0,005}{0,00068} \geq n \geq \frac{30 V_{\text{тр}}}{\pi R}.$$

Приняв  $V_{\text{тр}} = 3 \text{ м/с}$ ;  $R = 0,05 \text{ м}$ ;  $S = 0,5 \text{ м}$ , получим.  $n = 600 \dots 728 \text{ об/мин.}$

#### Литература

1. Бумбар И.В., Гречанин Н.П., Парубенко А.В. Исследование обмолота сои вальцовым молотильным аппаратом. - Сб.: Пути повышения урожайности сои на Дальнем Востоке, Благовещенск: БСХИ, 1982.

УДК 631.354.02:633.853.52

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСЫПАНИЯ СОИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПЛАНКИ МОТОВЛА

И.В.Бумбар, А.В.Парубенко

При уборке сои наблюдаются значительные потери урожая в виде осыпавшихся целых бобов и освободного зерна. По данным [1,2,3], такие потери составляют в среднем 50...70% всех потерь за гаткой. Одним из источников возникновения потерь осыпанием является мотовило. В момент входа планки в стеблях сои в результате удара, а также в процессе перемещения планки по стеблю происходит частичный обмолот и очесывание бобов, которые осыпаются на землю впереди режущего аппарата. Причем падение бобов и зерна происходит в двух направлениях: а) вертикально вниз (освободное падение) от точки отрыва;

б) по касательной к траектории движения планки в сторону режущего аппарата.

Рассмотрим первый случай, как наиболее неблагоприятный. Примем боб или зерно за материальную точку массой  $m$ , падающую от точки отрыва от стебля без начальной скорости свободно и вертикально вниз. Предположим, что отрыв боба происходит в точке касания планки мотовила со стеблем  $C$  (рис. 1).

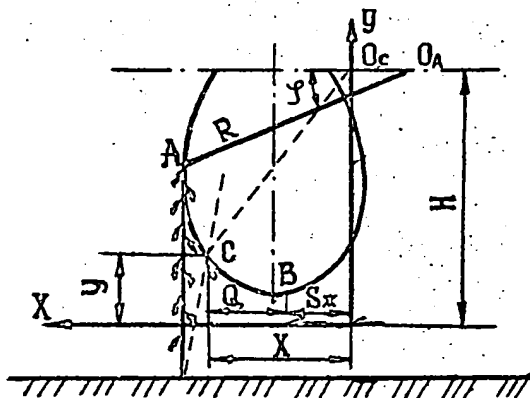


Рис. 1. Схема к определению зоны осыпания сои под воздействием мотовила.

Тогда координаты этой точки, выраженные через конструктивные параметры мотовила, запишутся следующим образом:

$$x = R_m \cos \varphi, \quad y = H - R_m \sin \varphi, \quad (1)$$

где  $R_m$  — радиус мотовила, м;

$\varphi$  — угол поворота планки мотовила, град.;

$H$  — высота установки вала мотовила над ножом, м.

Координата  $X$  определяет взаимное положение боба и режущего аппарата по горизонтали в момент отрыва. Координата  $Y$  — высоту падения боба. Боб не упадет на землю, если за время его падения латка переместится на расстояние, равное  $X$ , т.е. должно выполняться условие:

$$t_1 \leq t_2, \quad (2)$$

где  $t_1$  — время движения латки до встречи с траекторией падающего боба;

$t_2$  — время падения боба.

Если не учитывать силу сопротивления воздуха, то условие (2) можно

выразить так:

$$\frac{x}{v_{\text{жк}}} \leq \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

где  $v_{\text{жк}}$  - скорость жатки, м/с;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>; или с учетом (1):

$$\frac{Rm \cos \varphi}{v_{\text{жк}}} \leq \sqrt{\frac{2(H - Rm \sin \varphi)}{g}} \quad (3)$$

Так как бобы располагаются по всей длине стебля относительно равномерно, то процесс очесывания будет происходить на участке АВ траектории планки, когда она имеет перемещение вниз по стеблю. Задаваясь различными положениями планки, получим возможность оценивать условие (3) в зависимости от угла поворота планки мотопылла на протяжении всего участка траектории возможного очесывания бобов. На рисунке 2 представлены зависимости времени движения жатки  $t_1$ , необходимого для перемещения жатки до встречи с падающим бобом, и времени падения боба  $t_2$  от угла поворота планки мотопылла  $\varphi$ .

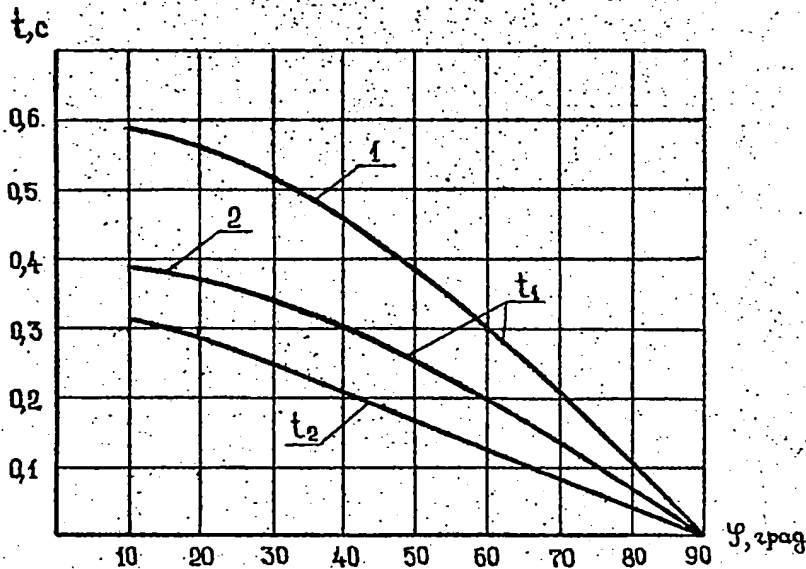


Рис. 2. Зависимость времени движения жатки  $t_1$  и времени падения боба (зерна)  $t_2$  от угла поворота планки мотопылла  $\varphi$ , 1 - для  $v_{\text{жк}} = 1$  м/с; 2 -  $v_{\text{жк}} = 1,5$  м/с.

Как видно из графиков, время  $t_1$  значительно больше времени  $t_2$ , и по мере увеличения угла  $\varphi$ , т.е. приближения планки мотопылла

к режущему аппарату, вместо место разность  $\Delta t = t_1 - t_2$ . Таким образом, на всем участке траектории движения планки мотовила и обрыве бобов неизбежно будут наблюдаться потери зерна. С увеличением скорости движения затки разница между  $t_1$  и  $t_2$  существенно снижается. Однако, как показывают исследования ряда авторов, уборка сои на скоростях, превышающих 1...1,5 м/с, ведет к резкому увеличению потерь из-за нарушения технологического процесса работы режущего аппарата и неудовлетворительного коопирования заткой поверхности поля на таких скоростях.

При исследовании процесса осыпания сои важно определить расстояние впереди режущего аппарата, на котором происходит падение бобов после воздействия планок мотовила, т.е. зону осыпания. Согласно рисунку I зона осыпания определится:

$$Q = X - S_{\text{зат}}, \quad (4)$$

где  $X$  - взаимное положение боба и режущего аппарата в момент обрыва по горизонтали;  $S_{\text{зат}}$  - перемещение затки за время падения боба с высоты  $\varphi$ . После преобразования получим:

$$Q = R \cos \varphi - v_{\text{зат}} \sqrt{\frac{2(H - R \sin \varphi)}{g}} \quad (5)$$

Таким образом, зона осыпания определится значением угла поворота планки мотовила в момент обрыва боба и скоростью движения затки. В последнем выражении значение, стоящее под знаком радикала, есть время падения боба без учета сопротивления воздушной среды. Как известно, сопротивление воздуха определяется формулой Ньютона

$$R = \frac{1}{2} C \cdot \rho \cdot F \cdot v^2, \quad (6)$$

где  $C$  - коэффициент аэродинамического сопротивления;  
 $\rho$  - плотность воздуха;  
 $F$  - виделево сечение частицы;  
 $v$  - относительная скорость частицы.

Приняв, что частица движется в спокойной воздушной среде, запишем уравнение ее движения в дифференциальной форме:

$$m \ddot{y} = mg - \frac{1}{2} C \rho F \dot{y}^2, \quad (7)$$

$$\text{или } \ddot{y} = g - \frac{1}{2} k_n \dot{y}^2, \quad (8)$$

где  $k_n = \frac{C \rho F}{m}$  - коэффициент парусности,

В связи с тем, что нам необходимо определить время падения частицы с определенной высоты, целесообразней решение дифференциального уравнения (8) отыскивать в виде  $\dot{y} = f(y)$ , с последующим интегрированием /4/.

Для этого запишем уравнение (2) в таком виде:

$$y dy = (g - \frac{1}{2} k_n y^2) dy. \quad (9)$$

Решением данного уравнения с учетом начальных условий, заключающихся в том, что при  $y=0, \dot{y}=0$  будет

$$\dot{y} = \sqrt{\frac{2g}{k_n} (1 - e^{-k_n y})}. \quad (10)$$

Интегрируя второй раз по времени, получим

$$t = \frac{1}{\sqrt{2k_n g}} \cdot e_n \frac{1 + \sqrt{1 - e^{-k_n y}}}{1 - \sqrt{1 - e^{-k_n y}}}. \quad (11)$$

Таким образом, задаваясь высотой падения частицы  $y$  при известных значениях коэффициента парусности  $k_n$ , можно определять время падения с учетом сопротивления воздуха и сравнить со значением

$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$ . Результаты расчета представлены в таблице 4.

Таблица 4

Время падения зерна с высоты  $y$  в зависимости от коэффициента парусности  $k_n$

$y, \text{м}$	$k_n$	0,2	0,3	0,1	0,05	0,03	$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$	max расхл. на	относ. ошибка %
0,8	0,4092	0,4120	0,4065	0,4052	0,4046	0,4038	0,0082	2,0	
0,7	0,3822	0,3844	0,3800	0,3789	0,3784	0,3778	0,0056	1,7	
0,6	0,3533	0,3550	0,3515	0,3506	0,3503	0,3497	0,0053	1,5	
0,5	0,3219	0,3233	0,3206	0,3199	0,3197	0,3193	0,0040	1,2	
0,4	0,2875	0,2884	0,2865	0,2860	0,2858	0,2856	0,0028	1,0	
0,3	0,2485	0,2492	0,2479	0,2476	0,2475	0,2473	0,0019	0,8	
0,2	0,2026	0,2029	0,2023	0,2021	0,2020	0,2019	0,0010	0,5	

Учитывая, что значения коэффициента парусности для бобов составляют 0,1...0,3 м<sup>-1</sup>, а для зерна - 0,03...0,1 м<sup>-1</sup>, можно сделать вывод, что для практических целей время падения можно определять без учета сопротивления воздуха. Причем ошибка не превысит величины: для бобов - 0,0082 с, или 2%; для зерна - 0,0027 с, или 0,7%. На рисунке 3 представлены зависимости зоны осыпания сои от угла поворота планки мотовила, рассчитанные по формуле (5) для скоростей ватки, на которых практически ведется уборка сои. При расчетах принято:  $R_m = 0,5$  м,  $H = 0,8$  м. Результаты аналитического исследования процесса осыпания сои под воздействием мотовила показывают, что зерно

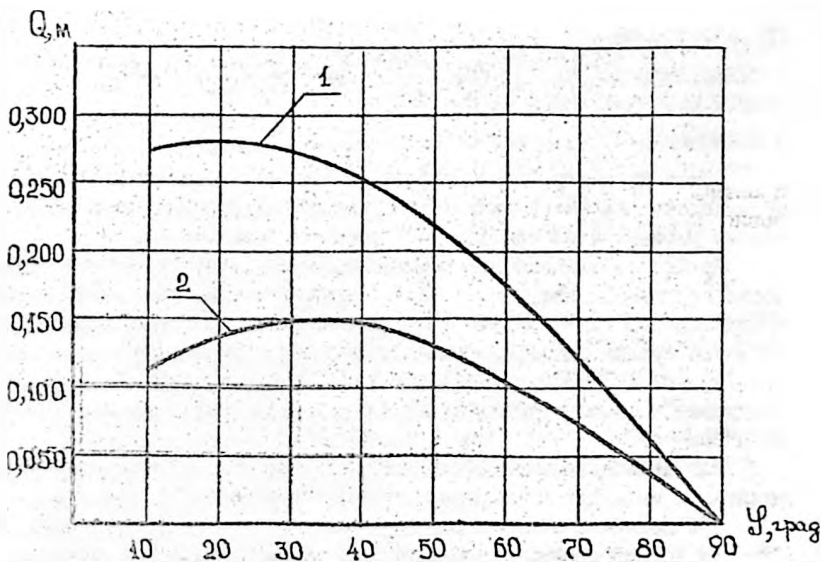


Рис. 3. Зависимость зоны осыпания соев  $Q$  от угла поворота мотков  $\varphi$ : 1 - для скорости движения жатки  $v_{\text{ж}} = 1$  м/с; 2 - для скорости движения жатки  $v_{\text{ж}} = 1,5$  м/с.

теряется впереди режущего аппарата на довольно значительном расстоянии. Так, при скорости движения жатки 1 м/с максимальная зона осыпания составляет 0,27 м, при скорости 1,5 м/с - 0,14.

#### Литература

1. Терентьев Ю.В. К вопросу механизации возделывания соев. - В кн.: Проблемы комплексной механизации возделывания соев. - Благовещенск, 1973.
2. Мужен В.П., Федченко Б.Х. Результаты исследования работы жатки при уборке соев в зависимости от скорости движения комбайна. - В кн.: Проблемы комплексной механизации возделывания соев. - Благовещенск, 1973.
3. Терентьев Ю.В. Механизация возделывания соев. - М.: Госсельхозиздат, 1982.
4. Бать М.И. и др. Теоретическая механика в примерах и задачах. - М., 1961, т. 2.