

УДК 631.355.3

UDC 631.355.3

**ИЗУЧЕНИЕ УДАРА ПОЧАТКА КУКУРУЗЫ В  
КУКУРУЗООБОРОЧНОЙ ЖАТКЕ**

**STUDY OF CORN COMBS STRIKE IN CORN-  
HARVESTERS**

Труфляк Евгений Владимирович  
к.т.н., доцент

Tryflyak Eugeny Vladimirovich  
Cand. Tech. Sci., associate professor

*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье показаны результаты экспериментальных исследований определения допустимого ударного импульса початка кукурузы при его отрыве в кукурузоуборочной жатке. В результате экспериментальных исследований выбрано оптимальное сочетание исследуемых факторов.

Results of experimental researches of determination of an available strike impulse of corn combs under its separation in a corn harvester were shown in the article. The optimal combination of researched factors was chosen in the result of experimental researches.

Ключевые слова: КУКУРУЗООБОРОЧНАЯ  
МАШИНА, СТРЕППЕРНЫЙ  
ПОЧАТКООТДЕЛЯЮЩИЙ АППАРАТ,  
УДАР ПОЧАТКА

Key words: CORN HARVESTER, STREPPER,  
CORN COMB STRIKE.

Для определения допустимого ударного импульса початка кукурузы о початкоотделяющие пластины кукурузоуборочной жатки нами была разработана специальная установка (рисунок 1).

В основу определения ударного импульса положено выражение

$$[F \Delta t]_{\text{доп}} = v_{\Pi} m_{\Pi}, \quad (1)$$

где  $[F \Delta t]_{\text{доп}}$  – допустимый ударный импульс, под действием которого повреждение початка находится в пределах агротребований, Н·с;  $v_{\Pi}$  – скорость удара початка по початкоотделяющим пластинам, м/с;  $m_{\Pi}$  – масса початка, кг

Скорость соударения початка с пластиной определялась

$$v_{\Pi} = \sqrt{2gh_{\text{пад}}}, \quad (2)$$

где  $h_{\text{пад}}$  – высота падения початка, м

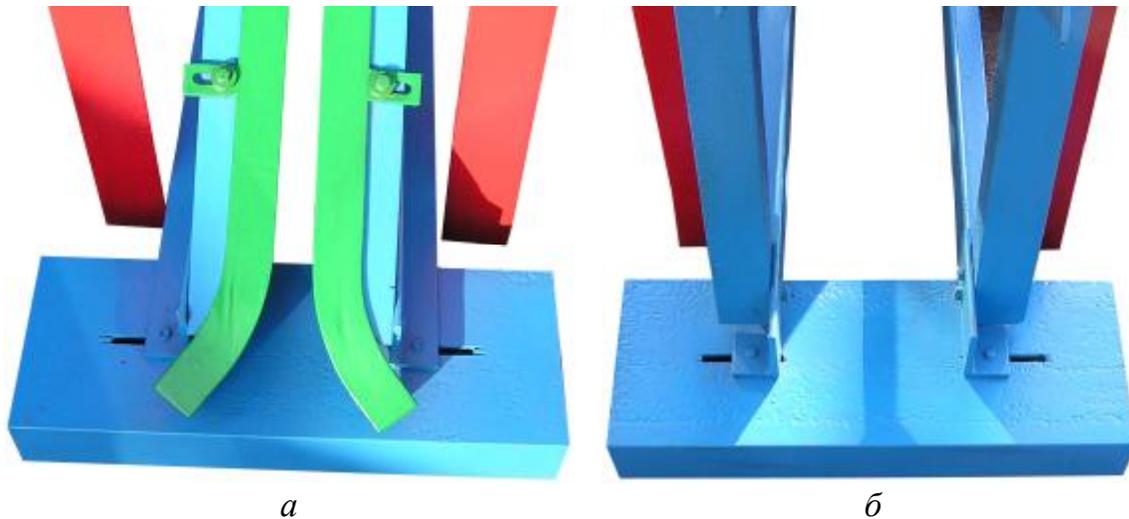


**Рисунок 1 – Установка для определения допустимого ударного импульса: *а* – вид спереди; *б* – вид слева; 1,2 – опоры; 3 – основание; 4 – вертикальная стойка; 5 – наклонная стойка; 6 – початкоотделяющие пластины; 7 – рамка; 8 – держатель; 9 – труба**

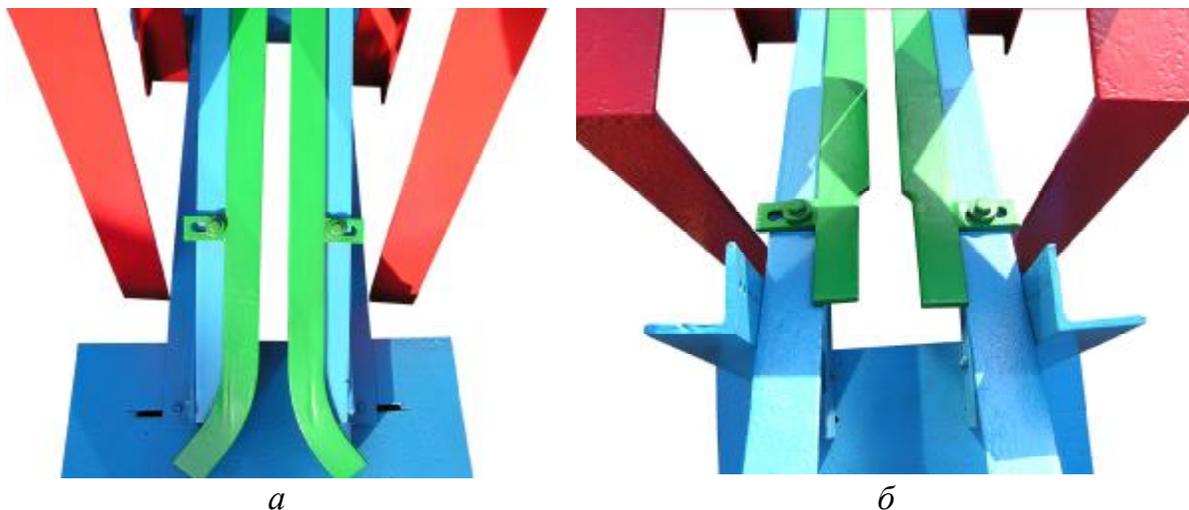
Установка смонтирована на двух опорных швеллерах (позиции 1 и 2), на которых установлены два основания 3, не связанные между собой и закрепленные в пазах швеллеров 1 и 2 (рисунок 2).

К основанию 3 с помощью болтов крепятся два уголка – вертикальная 4 и наклонная 5 стойки, образующие треугольную рамку.

К верхнему звену 5 с помощью болтов крепятся початкоотделяющие пластины, заимствованные с комбайна КСКУ-6 (рисунок 3).



**Рисунок 2 – Передняя и задняя опоры, на которых закреплены основания**



**Рисунок 3 – Крепление початкоотделяющих пластин**

Угол наклона регулировался за счет отверстий в вертикальной стойке 4 и пазов в наклонной стойке 5 (рисунок 4). Над початкоотделяющими пластинами установлена рамка 7, к которой крепится отрезок трубы – держатель 8. В последний вставляется труба 9, служащая для направленной подачи початков (рисунок 5). Для контроля высоты падения служат контрольные отверстия, выполненные в трубе 9.



**Рисунок 4 – Регулировка угла наклона пластин**



**Рисунок 5 – Регулировки высоты установки трубы**

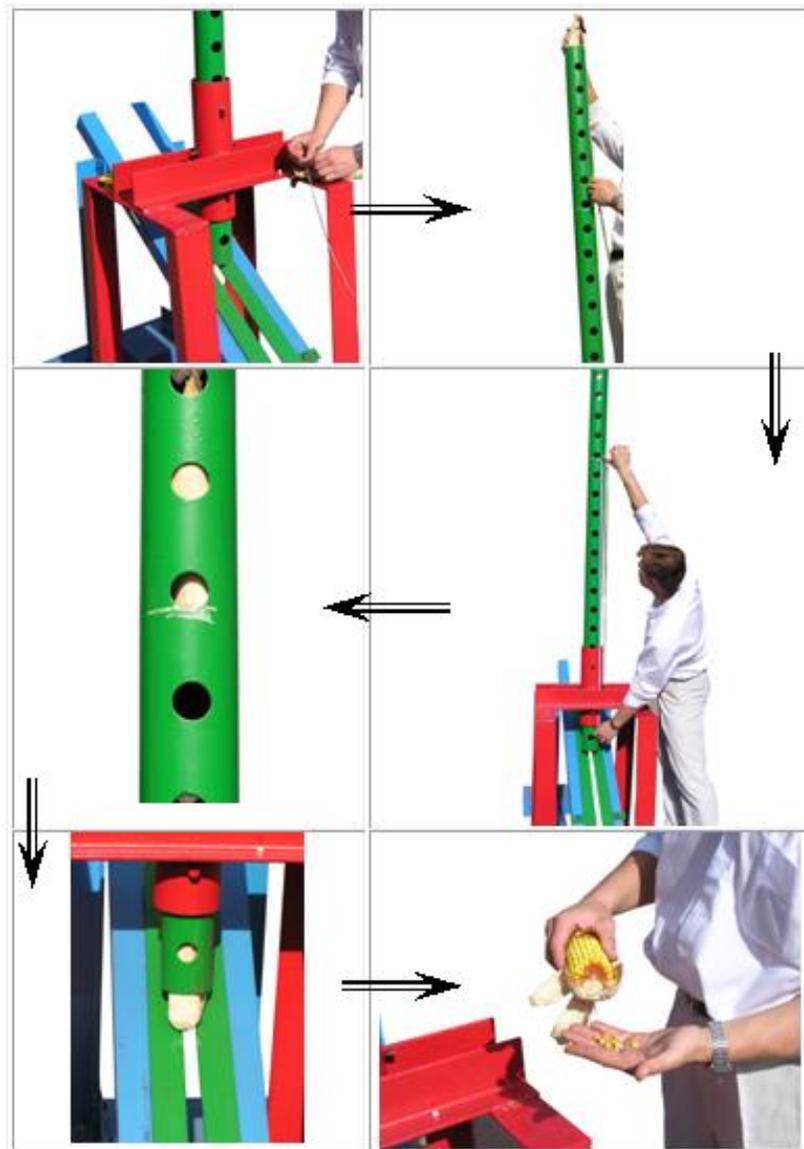
Применительно к данной установке разработана методика проведения исследований. Методика предусматривала определение допустимого ударного импульса в соответствии с исходными требованиями на базовые машинные технологические операции по уборке зерновых культур [1] и ОСТом 10 8.13-99 (Машины для уборки и первичной обработки кукурузы) [2] при различной влажности зерна початков.

Экспериментальные исследования проводились с использованием початков 13 гибридов кукурузы всех групп спелости, районированных в Краснодарском крае.

Установка для изучения допустимого ударного импульса была отрегулирована следующим образом:

1. Угол наклона пластин  $33^{\circ}$ .
2. Расстояние между пластинами 20 мм.
3. Вертикальная труба устанавливалась в средней части пластин.

Взвешенный початок обвязывали веревкой и опускали в вертикальную трубу на заданную высоту. Затем резко отпускали веревку, и початок совершал свободное падение, ударяясь о пластины и скатываясь в ящик. После этого определялось количество вышелушенных зерен (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Методика определения допустимого ударного импульса**

Изучали влияние трех факторов на *вышелушивание* ( $Y_B$ ) и *повреждение зерна* ( $Y_{II}$ ): количество листьев обертки початка ( $X_1$ ); ударный импульс початка о стрепперные пластины ( $X_2$ ); влажность зерна ( $X_3$ ).

В качестве математической модели функции отклика выбрали полином второго порядка:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2, \quad (3)$$

где  $b_0$ ,  $b_i$ ,  $b_{ij}$ ,  $b_{ii}$  – коэффициенты регрессии;  $x_i$ ,  $x_j$  – кодированные значения факторов

Обработку экспериментальных данных проводили методом наименьших квадратов.

По критерию Кохрана проверяли однородность ряда дисперсий:

$$G^{\text{расч}} = \frac{S_{y_{u \max}}^2}{\sum_{u=1}^N S_{y_u}^2}, \quad (4)$$

где  $S_{y_{u \max}}^2$  – наибольшая в ряду дисперсия

Ряд дисперсий считается однородным, если  $G^{\text{расч}} < G^{\text{табл}}$ .

Результаты обработки полученных экспериментальных данных по всем исследуемым гибридам дляшелушивания и повреждения зерна представлены в таблицах 1 и 2. Здесь показаны полученные коэффициенты регрессии и параметры оптимизации, как по отдельным гибридам кукурузы и группам спелости, так и в целом.

**Таблица 1 – Результаты оптимизации влияния количества листьев початка, ударного импульса початка о початкоотделяющие пластины и влажности зерна на вышелушивание зерна**

Коэффициенты регрессии	Гибриды кукурузы									
	Раннеспелый	Среднеранний	Среднепоздлые			Среднепоздние		Позднеспелые		
	РОСС 197 МВ $W_{cp} = 23,6 \%$	Краснодарский 295 МВ	Краснодарский 331 МВ	Краснодарский 382 МВ	Краснодарский 389 МВ	Краснодарский 500 МВ	Краснодарский 510 МВ	Краснодарский 620 МВ	Краснодарский 629 МВ	Краснодарский 632 МВ
$b_0$	14,205	10,838	-2,963	12,33	5,112	4,6	13,869	8,792	11,948	7,041
$b_1$	-3,794	-8,235	-0,121	-2,503	-4,536	-4,477	-8,448	-7,665	1,159	-5,79
$b_2$	-1,656	0,525	2,368	-3,881	-3,234	5,578	1,905	-1,479	5,406	5,956
$b_3$	-8,351	-6,419	-10,585	-11,075	-9,765	-4,748	-6,562	-11,344	2,55	2,971
$b_{12}$	-10,548	-0,989	-3,319	-8,069	-6,689	-2,135	-12,147	-4,043	18,241	-0,82
$b_{13}$	11,829	9,749	-4,163	-4,373	-14,685	12,065	6,912	14,787	9,496	20,988
$b_{23}$	-5,203	2,754	5,329	-6,756	17,18	-6,721	-7,117	6,169	2,704	-15,19
$b_{11}$	2,340	3,862	6,453	-3,85	0,123	-3,55	11,602	0,778	3,593	-0,773
$b_{22}$	3,581	-0,565	0,238	-15,444	1,494	6,051	-5,911	3,332	0,695	6,911
$b_{33}$	-8,405	-7,242	13,768	0,354	14,563	2,833	-3,182	9,551	7,438	9,465
Параметры оптимизации										
$X_1$	3 шт.	9 шт.	14 шт.	2 шт.	2 шт.	6 шт.	8 шт.	6 шт.	6 шт.	7 шт.
$X_2$	0,90 Нс	2,49 Нс	6,08 Нс	2,08 Нс	1,98 Нс	2,25 Нс	2,55 Нс	2,42 Нс	2,45 Нс	2,40 Нс
$X_3$	19 %	26 %	26 %	37 %	19 %	23 %	20 %	27 %	20 %	21 %
$Y_s$	20 шт.	7 шт.	3 шт.	0 шт.	10 шт.	3 шт.	13 шт.	5 шт.	12 шт.	8 шт.
В среднем по группе спелости										
$X_1$	3 шт.	9 шт.	6 шт.			7 шт.		6 шт.		
$X_2$	0,90 Нс	2,49 Нс	3,38 Нс			2,4 Нс		2,42 Нс		
$X_3$	19 %	26 %	27 %			22 %		23 %		
$Y_s$	20 шт.	7 шт.	4 шт.			8 шт.		8 шт.		
В среднем по исследуемым гибридам										
$X_1$	6 шт.									
$X_2$	2,32 Нс (1,95 Нс – с учетом направления движения стебля)									
$X_3$	23 %									
$Y_s$	9 шт.									

Анализируя экспериментальные данные можно рекомендовать, что бы при уборке кукурузы на зерно на початке было не менее 6 оберточных листьев. Влажность зерна должна быть не менее 23 %.

Значение ударного импульса с учетом направления движения стебля для изученных гибридов, при котором вышелушивание початков будет находиться в пределах допустимого значения составляет 1,95 Н·с.

Для среднего початка массой  $\bar{X} = 0,28$  кг с учетом предельного размаха колебаний  $\bar{X} \pm 2S = 0,28 \pm 2 \cdot 0,052 = 0,18 \dots 0,38$  кг (в области  $\bar{X} \pm 2S$  лежит 95,46% всех наблюдений/) и пробуксовывания стебля по вальцам  $h_d = 0,1$  скорость вальцов будет составлять  $V_e = 4,62 \dots 9,75$  м/с, а частота вращения вальцов –  $n = 929 \dots 1961$  мин<sup>-1</sup>.

При таких условиях вышелушивание зерна должно удовлетворять агротребованиям.

**Таблица 2 – Результаты оптимизации влияния количества листьев початка, ударного импульса початка о початкоотделяющие пластины и влажности зерна на повреждение зерна**

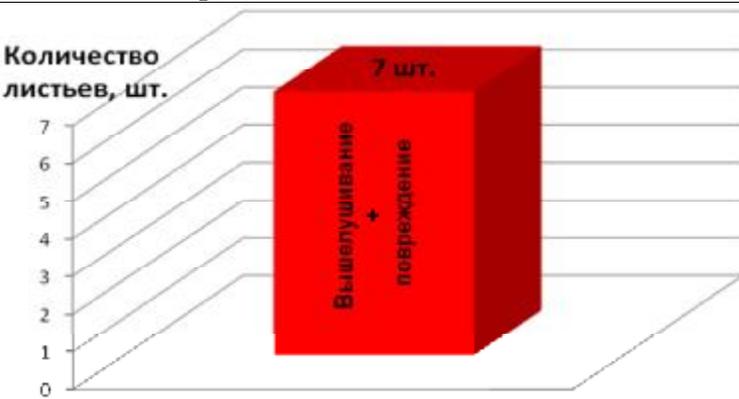
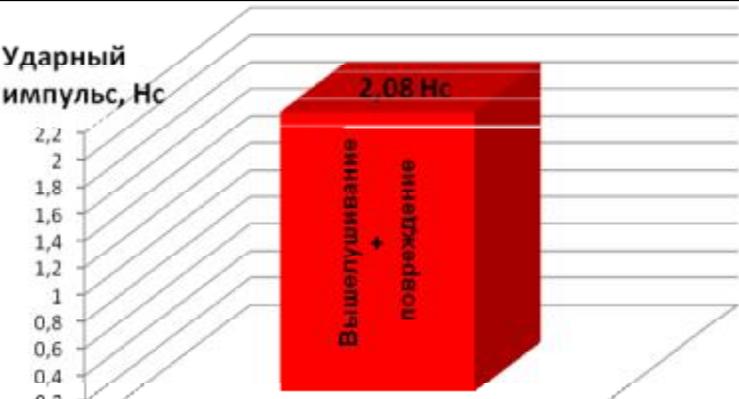
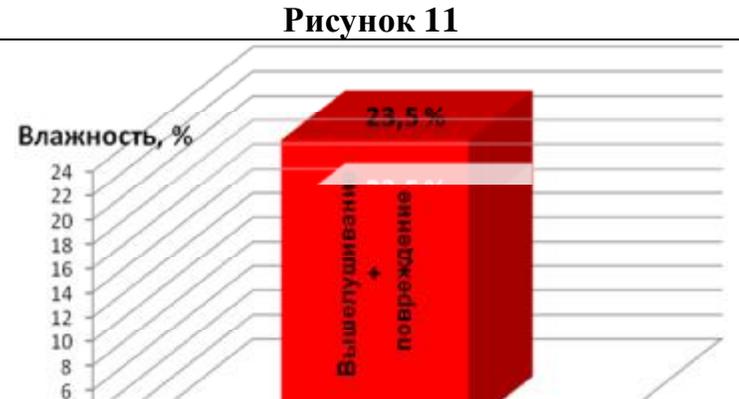
Коэффициенты регрессии	Гибриды кукурузы									
	Раннеспелый	Среднеранний	Среднепоздние			Среднепоздние		Позднеспелые		
	РОСС 197 МВ $W_{cp} = 23,6$ %	Краснодарский 295 МВ	Краснодарский 331 МВ	Краснодарский 382 МВ	Краснодарский 389 МВ	Краснодарский 500 МВ	Краснодарский 510 МВ	Краснодарский 620 МВ	Краснодарский 629 МВ	Краснодарский 632 МВ
$b_0$	1,699	4,624	0,509	1,842	1,45	0,119	-0,026	0,849	0,513	0,233
$b_1$	-0,735	3,347	6,858	-0,902	0,184	0,477	0,066	0,419	-0,396	0,006
$b_2$	-1,545	-1,72	-4,943	-0,113	-0,695	0,531	0,058	-0,267	-1,127	-0,413
$b_3$	2,227	-1,1	-1,977	-0,722	0,52	-0,591	0,00224	0,506	0,97	-0,571
$b_{12}$	0,319	-6,85	-0,232	0,605	-2,257	-0,862	0,218	-0,318	-2,417	-0,27
$b_{13}$	-1,331	3,28	6,38	-2,559	0,579	-1,804	-0,405	0,75	1,015	-0,463

$b_{23}$	-1,229	9,327	-8,178	0,722	1,913	1,45	-0,418	1,189	-0,972	0,188
$b_{11}$	0,867	1,717	0,209	2,763	-0,46	1,082	0,186	-1,596	0,515	-0,45
$b_{22}$	1,056	-7,413	4,708	-3,532	-0,192	1,134	0,068	-1,152	0,678	1,427
$b_{33}$	-0,984	0,858	3,451	2,142	-1,621	-0,197	0,137	1,503	-0,708	-0,264
<b>Параметры оптимизации</b>										
$X_1$	7 шт.	4 шт.	14 шт.	9 шт.	6 шт.	4 шт.	6 шт.	5 шт.	4 шт.	13 шт.
$X_2$	3,16 Нс	2,75 Нс	2,34 Нс	2,34 Нс	2,14 Нс	2,21 Нс	2,85 Нс	2,31 Нс	1,97 Нс	3,05 Нс
$X_3$	30 %	27 %	14 %	25 %	23 %	21 %	23 %	23 %	22 %	12 %
$Y_s$	1 шт.	3 шт.	6 шт.	2 шт.	1 шт.	0 шт.	0 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
<b>В среднем по группе спелости</b>										
$X_1$	7 шт.	4 шт.	10 шт.			5 шт.		7 шт.		
$X_2$	3,16 Нс	2,75 Нс	2,27 Нс			2,53 Нс		2,44 Нс		
$X_3$	30 %	27 %	21 %			22 %		19 %		
$Y_s$	1 шт.	3 шт.	3 шт.			0 шт.		1 шт.		
<b>В среднем по исследуемым гибридам</b>										
$X_1$	7 шт.									
$X_2$	2,63 Нс (2,21 Нс – с учетом направления движения стебля)									
$X_3$	24 %									
$Y_s$	2 шт.									

Анализируя экспериментальные данные по количеству поврежденных зерен можно рекомендовать, что бы при уборке кукурузы на зерно на початке было не менее 7 оберточных листьев. Влажность зерна должна быть не менее 24 %. Эти данные практически совпадают с полученными ранее по количеству вышелушенных зерен (таблица 3).

**Таблица 3 – Результаты оптимизации факторов**

Факторы	Параметры оптимизации		Графики
	по вышелушиванию зерна	по повреждению зерна	
Количество листьев обертки $X_1$ , шт.	6 шт.	7 шт.	<p><b>Рисунок 7</b></p>
Ударный импульс $X_2$ , Нс	2,32 Нс (1,95 Нс – с учетом направления движения стебля)	2,63 Нс (2,21 Нс – с учетом направления движения стебля)	<p><b>Рисунок 8</b></p>
Влажность зерна $X_3$ , %	23 %	24 %	<p><b>Рисунок 9</b></p>

В среднем		
Количество листьев обертки $X_1$ , шт.	7	 <p style="text-align: center;"><b>Рисунок 10</b></p>
Ударный импульс $X_2$ , Нс	2,08	 <p style="text-align: center;"><b>Рисунок 11</b></p>
Влажность зерна $X_3$ , %	23,5	 <p style="text-align: center;"><b>Рисунок 12</b></p>

Значение ударного импульса с учетом направления движения стебля для изученных гибридов, при котором вышелушивание и повреждение початков будет находиться в пределах допустимого значения составляет 2,08 Н.с.

Для среднего початка массой  $\bar{X} = 0,28$  кг с учетом предельного размаха колебаний  $\bar{X} \pm 2S = 0,28 \pm 2 \cdot 0,052 = 0,18 \dots 0,38$  кг и пробуксовывания стебля по вальцам  $h_d = 0,1$  скорость вальцов будет составлять  $V_g = 4,62 \dots 9,75$  м/с, а частота вращения вальцов –  $n = 991 \dots 2092$  мин<sup>-1</sup>. А в среднем это составляет 1500 мин<sup>-1</sup>.

При таких условиях вышелушивание и повреждение зерна должно удовлетворять агротребованиям.

#### Список литературы

1. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве / Под. рук. В.И. Анискина, А.А. Артюшина. – М.: ФГНУ “Росинформагротех”, 2005.
2. ОСТ 10 8.13-99. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки и первичной обработки кукурузы. Методы оценки функциональных показателей – Взамен ОСТ10 8.13-91; Введ. 15.04.2000. – М.: Минсельхозпрод России, 2000. – 58 с.