

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 1 (2022)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/TFZY8989>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

***З. Л. Хажметова¹, Ю. А. Шекихачев², Л. М. Хажметов³,
Л. З. Шекихачева⁴**

^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет», Российская Федерация, г Нальчик

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КУКУРУЗЫ С РАЗРАБОТКОЙ ИННОВАЦИОННОГО МОЛОТИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Одно из ведущих мест среди зерновых и кормовых культур занимает кукуруза. Из нее производят около 3500 видов продукции. Эта культура имеет большое значение как высоко энергетический корм для всех видов животных и птиц. В процессе производства зерна кукурузы наиболее трудоемким является сбор урожая – 60...80 % от общих трудозатрат. В последнее наиболее трудоемким этапом сбора кукурузы является обмолот початков, качество которого характеризуется двумя основными показателями – травмированием зерна и недомолотом початков.

На данный момент разработано большое количество молотилок различных по принципам и технологическими схемами обмолота. Существующие молотилки имеют большую производительность и предназначены для обмолота значительных объемов початков кукурузы. Однако в структуре выращивания кукурузы значительное место занимают небольшие посевы в частном секторе. После сбора початков кукурузы их обмолачивают вручную или изготавливают разнообразные ручные и механические молотилки. Кроме того, в настоящее время, когда еще недостаточно изучена физическая природа процесса обмолота молотилками кукурузы и недостаточно разработана их теория, распределение молотилок по принципу обмолота ударом или перетиранием является не полным.

В связи с этим в статье обоснована конструктивно-технологическая схема малогабаритной молотилки, обеспечивающей обмолот початков кукурузы в обертке при минимальном травмировании зерен. В результате теоретических исследований установлены рациональные значения конструктивно-технологических параметров разработанного молотильного устройства: влажность початков 12...22 %; частота вращения молотильного барабана 300...400 мин⁻¹; высота зубьев 12...18 мм; шаг зубьев 3...8 мм.

Ключевые слова: кукуруза, початок, молотилка, обмолот, семена, травмирование, эффективность.

Введение

Обработка початков семенной кукурузы после уборки одна из важнейших и энергетических операций.

В технологиях послеуборочной обработки урожая кукурузы наиболее важные и энергоемкие – очистка и обмолот початков. Аналитические материалы свидетельствуют об отсутствии в настоящее время машин, обеспечивающих обмолот початков кукурузы в обертке с соблюдением предъявляемых требований [2].

Известные на данный момент конструкции кукурузных молотилок характеризуются высокой энергоемкостью, имеют низки производительность и эффективность сортирования конечного продукта на фракции. Принцип их работы основан на сжатии зерен, что сопровождается их травмированием. Кроме того, молотильные устройства не способны обмолачивать початки кукурузы в обертке.

Как известно, травмированный семенной материал снижает урожайность сельскохозяйственных культур, вследствие чего имеет место значительный недобор зерна. Как следствие – существенные потери всего зернового производства России [1; 5; 6; 9; 10; 11; 21].

Следует отметить, что травмирование семян особо заметно влияет на урожайность в холодные и влажные весенние периоды, которые характерны для Северо-кавказского региона, являющейся основным производителем семян кукурузы.

Материалы и методы

В связи с изложенным, усовершенствование технологии послеуборочной переработки кукурузы с разработкой инновационного молотильного устройства, позволяющего обмолачивать початки кукурузы в обертке с минимальным травмированием семян является актуальной.

Принцип работы известных устройств для обмолота урожая кукурузы заключается в том, что происходит затягивание в рабочее пространство между барабаном и декой, и одновременное ее сжатие, которое сопровождается травмированием зерен, в результате чего снижается их всхожесть [4; 12; 15; 18].

Накопленный опыт показывает, что вальцовые молотилки более целесообразно использовать в процессе селекции и первичного семеноводства. Однако эти молотилки не способны обмолачивать початки кукурузы в обертке [3; 7; 13; 14; 16; 17].

Из анализа способов, устройств и рабочих органов дробилок початков кукурузы и научных трудов ученых было установлено, что влияние конструкции рабочих органов молотилки на производительность, затраты мощности на обмолот, а также качество обмолоченного зерна и изучения их недостаточно. Поэтому возникла необходимость либо модернизации существующих молотилок, либо разработки новых конструкций, а также оптимизации их геометрических параметров и режимов эксплуатации.

В связи с вышеизложенным, выдвинута научная гипотеза: повышение качества обмолота кукурузных початков можно достичь путем определения оптимальных параметров и режимов эксплуатации малогабаритного молотильного устройства, обеспечивающего выдавливание зерен кукурузы из початка силами трения между початками и инерционными силами.

Результаты и обсуждение

Предлагаемая молотилка представлена на рис. 1.

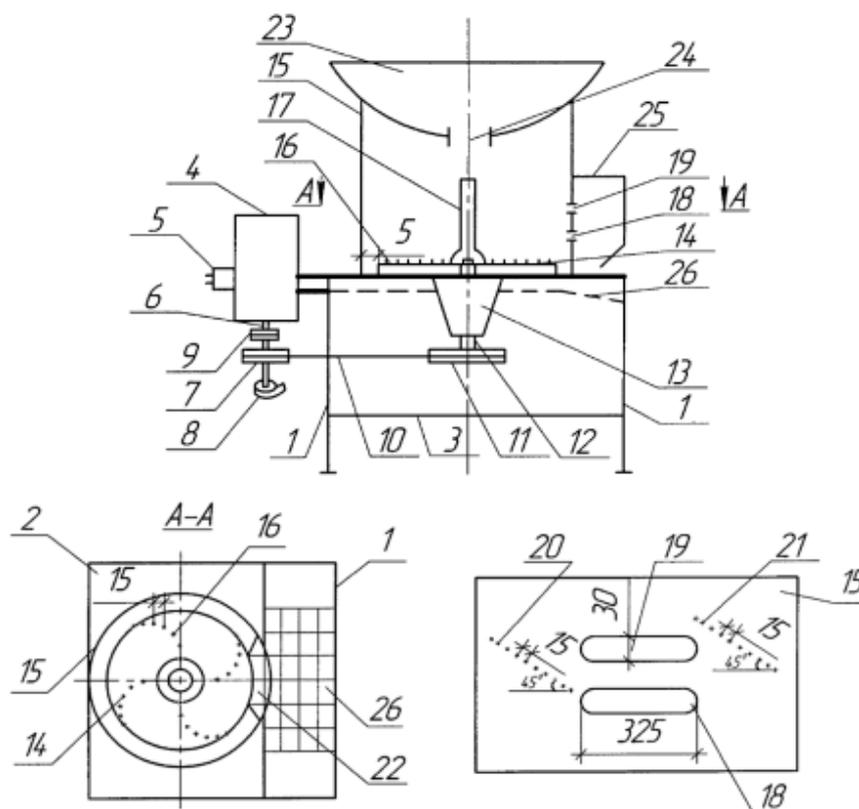


Рисунок 1 – Схема молотилки:

- 1 – стойка; 2 – основание; 3 – перемычка; 4 – привод; 5 – пульт управления;
- 6 – вал привода; 7 – шкив ведущий; 8 – вентилятор; 9 – муфта; 10 – ременная передача; 11 – шкив ведомый; 12 – вал; 13 – подшипниковый узел;
- 14 – обмолачивающий барабан; 15 – цилиндрический барабан;
- 16, 20, 21 – зубья; 17 – стержень; 18, 19 – пазы; 22 – вырез

Условно разделим процесс обмолота на три фазы. Первая фаза – загрузка початков в приемный бункер. Вторая фаза – початки располагаются на поверхности диска молотильного аппарата. В течение этой фазы происходит обмолот початков. В конце этой фазы обмолоченный материал подается на выгрузку. Третья фаза – обмолоченный материал выгружается из молотильного устройства.

В ходе второй фазы (рис. 2) початки, которые поступили на диск молотильного аппарата в результате действия центробежных сил, заполняют полость цилиндрического барабана.

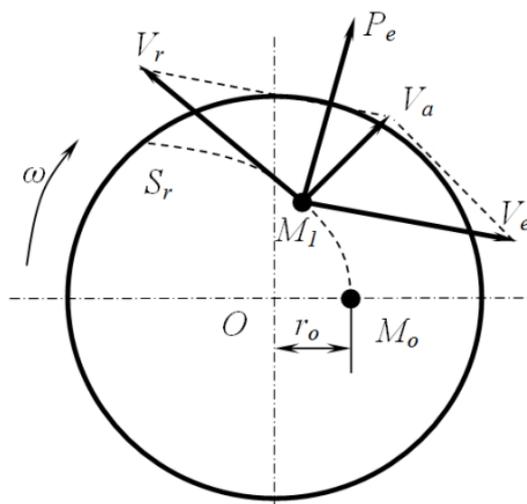


Рисунок 2 – Процесс движения початка по поверхности диска

В данном случае процесс обмолота не зависит от взаимного расположения початков. Допустим, что початок подается на диск, который не имеет начальной скорости. Тогда движение початка будет происходить под действием сил трения F и центробежных сил P_e :

$$F = f_1 mg \quad (1)$$

$$P_e = m_o \omega^2, \quad (2)$$

где, f_1 – коэффициент трения в системе «зерно-диск»;

m – масса початка, кг;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

r_o – расстояние между центром диска и точкой контакта початка с диском, м;

ω – угловая скорость вращения диска, с-1.

Уравнение равновесия точки M_o таково:

$$P_e - F = 0 \quad (3)$$

Учитывая выражения (1) и (2) из уравнения (3) имеем:

$$m r_o \omega^2 - f_1 mg = 0 \quad (4)$$

Отсюда угловая скорость вращения диска будет равна:

$$\omega = \sqrt{\frac{f_1 g}{r_o}} \quad (5)$$

С учетом того, что

$$\omega = \frac{\pi n_{\min}}{30} \tag{6}$$

получим зависимость для расчета минимального числа оборотов диска:

$$n_{\min} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{f_1 g}{r_o}} \tag{7}$$

При превышении этого значения початки будут перемещаться поверхности диска по траектории, имеющей спиралевидную форму S_r . После встречи початка с зубом возможны два варианта: или початок движется вдоль зуба, или происходит упругий удар. Эти варианты определяются величиной угловой скорости диска и физико-механическими свойствами початка [8; 19; 20].

На початок, движущийся по поверхности диска, действуют следующие силы (рис. 3):

- тяжести:

$$G = mg \tag{8}$$

- центробежная:

$$P_e = mr\omega^2 \tag{9}$$

- трения:

$$F = f_1 mg \tag{10}$$

- Кориолиса:

$$F_k = 2m\omega V_r \tag{11}$$

где, V_r – скорость относительного движения початка, м/с.

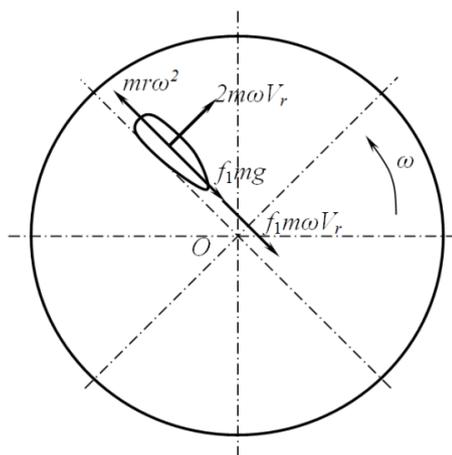


Рисунок 3 – Схема действующих на початок сил

Движение початка в направлении зубьев будет описываться дифференциальным уравнением вида:

$$m\ddot{\varepsilon} = P_e - F - F_{\kappa} \quad (12)$$

Учитывая выражения (9), (10) и (11), имеем:

$$m\ddot{\varepsilon} = mr\omega^2 - f_1mg - 2m\omega\dot{\varepsilon} \quad (13)$$

или

$$\ddot{\varepsilon} = r\omega^2 - f_1g - 2\omega\dot{\varepsilon} \quad (14)$$

С учетом того, что

$$r = \varepsilon + r_o \quad (15)$$

где, ε – путь початка вдоль зубьев, м,

можно записать:

$$m\ddot{\varepsilon} = m\omega^2(\varepsilon + r_o) - f_1mg - 2m\omega\dot{\varepsilon} \quad (16)$$

или

$$\ddot{\varepsilon} = \omega^2\varepsilon + \omega^2r_o - f_1g - 2f_1\omega\dot{\varepsilon} \quad (17)$$

или

$$\ddot{\varepsilon} + 2f_1\omega\dot{\varepsilon} - \omega^2\varepsilon = \omega^2r_o - f_1g \quad (18)$$

Характеристическое уравнение левой части линейного неоднородного уравнения второго порядка (18) имеет вид:

$$\lambda^2 + 2f_1\omega\lambda - \omega^2 = 0 \quad (19)$$

Корнями являются значения, рассчитываемые по выражениям:

$$\lambda_1 = \omega(\sqrt{1 + f_1^2} - f_1) \quad (20)$$

$$\lambda_2 = -\omega(\sqrt{1 + f_1^2} + f_1) \quad (21)$$

Таким образом, общим решением уравнения (18) таково:

$$\varepsilon = C_1e^{\lambda_1 t} + C_2e^{\lambda_2 t} \quad (22)$$

где, C_1 и C_2 – произвольные постоянные.

Частное решение дифференциального уравнения определится при $\varepsilon = B$ с учетом того, что $\dot{\varepsilon} = 0$ и $\ddot{\varepsilon} = 0$. Имеем:

$$\omega^2 B = r_o \omega^2 - f_1 g \quad (23)$$

Из (23) имеем:

$$B = r_o - \frac{f_1 g}{\omega^2} \quad (24)$$

Тогда с учетом (24) дифференциальное уравнение (18) перепишем в виде:

$$\varepsilon = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} + r_o - \frac{f_1 g}{\omega^2} \quad (25)$$

При $t = 0$, $\varepsilon = \dot{\varepsilon} = 0$:

$$\varepsilon = \left(\frac{f_1 g}{\omega^2} - r_o \right) \left[\left(\frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} (\lambda_2 e^{\lambda_1 t} - \lambda_1 e^{\lambda_2 t}) \right) - 1 \right] \quad (26)$$

Таким образом, скорость относительного движения початка вдоль зубьев молотильного аппарата будет равна:

$$\dot{\varepsilon} = V_r = \left(\frac{f_1 g}{\omega^2} - r_o \right) \left[\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} (e^{\lambda_1 t} - e^{\lambda_2 t}) \right] \quad (27)$$

При перемещении початков по секторам к краям молотильного аппарата, они при соприкосновении с зубьями перемещаются вверх, опрокидываются, вследствие чего происходит заполнение пространства между защитным кожухом и аппаратом.

Обмолот осуществляется в результате того, что початки совершают сложное движение под воздействием сил трения и сил, возникающих при их взаимном зацеплении. Кроме того, початки поворачиваются вокруг своей оси и зубьев (рис. 4).

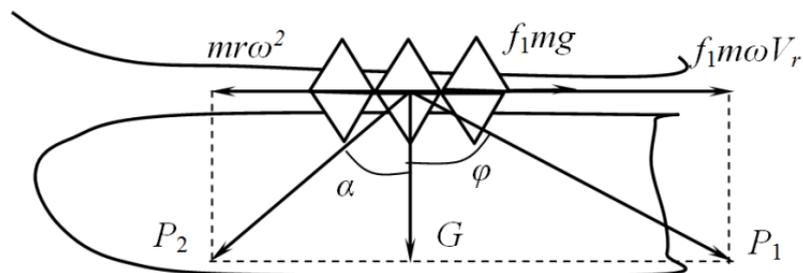


Рисунок 4 – Схема действующих сил при обмолоте початков

В процессе обмолота возникают силы P_1 и P_2 , равные:

$$\bar{P}_1 = \bar{F} + \bar{F}_e \quad (28)$$

$$\bar{P}_2 = \bar{P}_e + \bar{G} \quad (29)$$

Разрушение зерновой ножки произойдет при соблюдении условия:

$$\operatorname{tg} 2\alpha > \frac{2\operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg}^2 2\varphi} = \frac{2f}{1 - f^2} \quad (30)$$

Эффективность обмолота початков определяется направлением центробежной силы, причем, чем они ближе к краю диска, тем больше ее влияние [20]. В случае действия центробежной силы выше центра початка, процесс обмолота существенно интенсифицируется, что имеем место при условии:

$$r_n < a < d_n \quad (31)$$

где, r_n и d_n – соответственно, радиус и диаметр початка, м.

Обрушенные зерна высыпаются через щель между диском и цилиндрическим барабаном и по выгрузному желобу поступают на дальнейшую обработку, а стержни через выгрузное окно удаляются из аппарата (рис. 5). При этом стержень массой m движется под действием силы тяжести G и силы сопротивления воздуха R_g по уравнению:

$$m\ddot{X} = -R_g (\dot{X})^2 \quad (32)$$

Сила R_g равна:

$$R_g = k \frac{\gamma}{g} F (\dot{X})^2 \quad (33)$$

где, k – коэффициент сопротивления воздуха;

γ – удельный вес воздуха, кг/м³;

F – миделево сечение стержня, которое равно:

$$F = \frac{\pi d_c^2}{4} \tag{34}$$

где, d_c – диаметр стержня, м.

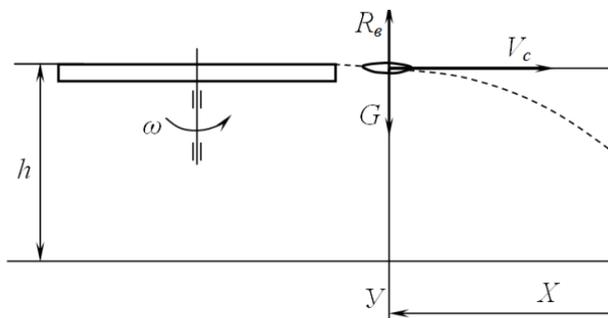


Рисунок 5 – Схема к установлению дальности полета стержня

Из уравнения (32) имеем:

$$\ddot{X} = -\frac{k\gamma\pi d_c^2}{4mg} (\dot{X})^2 = -k_n (\dot{X})^2, \tag{35}$$

где, k_n – коэффициент парусности:

$$k_n = -\frac{k\gamma\pi d_c^2}{4mg}. \tag{36}$$

Решим уравнение (35) методом понижения его порядка. Для этого примем $\dot{X} = V$. В этом случае:

$$\ddot{X} = \frac{dV}{dX} V. \tag{37}$$

Подставив (37) в (35), получим:

$$V \frac{dV}{dX} = -k_n V^2,$$

или

$$\frac{dV}{dX} = -k_n V. \tag{38}$$

Разделяем переменные:

$$\frac{dV}{V} = -k_n dX. \quad (39)$$

Результат интегрирования уравнение (39):

$$\ln V = -k_n X + \ln C_3,$$

или

$$\ln V = \ln e^{-k_n X} + \ln C_3, \quad (40)$$

где, C_3 – произвольная постоянная.

Потенцируя (40), получим:

$$V = C_3 e^{-k_n X}. \quad (41)$$

Постоянная C_3 определится с учетом того, что при $X = 0$ скорость стержня $V = V_c$. Таким образом, уравнение полета стержня в окончательном виде таково:

$$V = V_c e^{-k_n X} \quad (42)$$

Определим дальность полета стержня X . Для этого запишем уравнение (42) в следующей форме:

$$\frac{dX}{dt} = V_c e^{-k_n X},$$

или

$$e^{k_n X} dX = V_c dt. \quad (43)$$

В результате интегрирования имеем:

$$\frac{1}{k_n} e^{k_n X} = V_c t + C_4, \quad (44)$$

где, C_4 – произвольная постоянная.

Постоянная C_4 определится при $t = 0$ и $X = 0$:

$$C_4 = \frac{1}{k_n}. \quad (45)$$

Учитывая (45), уравнение (44) запишется в виде:

$$\frac{1}{k_n} e^{k_n X} = V_c t + \frac{1}{k_n}. \quad (46)$$

Осуществив некоторые преобразования, отсюда получим:

$$k_n X = \ln(k_n V_c t + 1). \quad (47)$$

Выражение (47) позволяет получить уравнение дальности полета стержня:

$$X = \frac{\ln(k_n V_c t + 1)}{k_n}. \quad (48)$$

Пренебрегая сопротивлением воздуха, время падения стержня будет равно:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}, \quad (49)$$

где, h – высота падения стержня, м.

С учетом этого, уравнение дальности полета стержня примет вид:

$$X = \frac{\ln\left(k_n V_c \sqrt{\frac{2h}{g}} + 1\right)}{k_n}. \quad (50)$$

Зерно кукурузы можно считать не вполне упругим телом [19, 20], поэтому максимальную силу его удара о зубья можно рассчитать по выражению:

$$P_{\max} = P_{yn} + P_{nl}, \quad (51)$$

где, P_{yn} и P_{nl} – силы, соответственно, упругой и пластической деформации, Н.

Используя полуэмпирические методы оценки силы удара и учитывая высокие упругие свойства кукурузных зерен, силой пластической деформации можно пренебречь. С учетом этого, зависимость (51) переписывается в виде:

$$P_{\max} = P_{yn} = \varphi \lambda^{1,5}, \quad (52)$$

где, φ – упруго-геометрический коэффициент, равный.

$$\varphi = \frac{n_\varphi}{\eta \sqrt{\sum K}} \quad (53)$$

$$n_{\varphi} = \frac{1}{\sqrt{8k^3}}; \eta = \frac{E_1(1-\mu_2^2) + E_2(1-\mu_1^2)}{E_1E_2}; \sum K = \frac{1}{\rho_{11}} + \frac{1}{\rho_{12}};$$

где, E_1 и E_2 – модули упругости, соответственно, зерна и материала зуба, Па;
 μ_1 и μ_2 – коэффициенты Пуассона, соответственно, зерна и материала зуба;
 $\sum K$ – суммарная кривизна в окрестности контакта зерна и зуба, м;
 k – коэффициент, определяемый физико-механическими свойствами зерна;
 ρ_{11} и ρ_{12} – главные радиусы кривизны зерна, м.

Таким образом, максимальная сила удара будет равна:

$$P_{yn} = \frac{(1,14n_{\varphi}E)^{0,4}}{\left(\frac{2(\alpha^2 + \gamma^2)}{\alpha^2\gamma^2 B_z} + \frac{1}{r}\right)^{0,2}} \cdot (1,25mV^2)^{0,6} \quad (54)$$

где, B_z – ширина зерна, м;
 α и γ – коэффициенты, определяемые физико-механическими свойствами зерна.

Выводы

Разработано малогабаритное молотильное устройство, позволяющее производить обмолот початков кукурузы с оберткой и без при минимальном травмировании зерен.

Установлены рациональные конструктивно-технологические параметры разработанного устройства: влажность початков 12...22 %; частота вращения молотильного барабана 300...400 мин-1; высота зубьев 12...18 мм; шаг зубьев 3...8 мм.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Бумбар, И. В., Кувшинов, А. А. К оценке обмолота початков кукурузы бильным барабаном зернового комбайна // Дальневосточный аграрный вестник. – 3. Р. 183–191.

2 Елизаров, В. П. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве / Сборник. – М. : Росинформагротех.

3 Измайлов, А. Ю., Евтюшенков, Н. Е. Механизация селекционно-опытной работы // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 4. – С. 4–9.

4 Кувшинов, А. А., Бумбар, И. В. Совершенствование обмолота кукурузы в условиях Амурской области / В Материалы всероссийской научно-практической конференции «Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития» Благовещенск // Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та. – Ч. 1. – С. 109–111.

5 **Кувшинов, А. А., Бумбар, И. В., Лонцева, И. А.** Совершенствование обмолота кукурузы зерноуборочным комбайном в условиях Амурской области // *АгроЭкоИнфо*, ч. 1, С. 40.

6 **Курасов, В. С., Куцеев, В. В. Самурганов, Е. А.** Механизация работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы : Монография // Краснодар : КубГАУ.

7 **Курасов, В. С., Погосян, В. М., Цыбулевский, В. В.** Параметры кукурузной селекционной вальцовой молотилки // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 136. – С. 1–14 –2018.

8 <https://doi.org/10.21515/1990-4665-136-001> [Электронный ресурс]

9 **Курасов, В. С., Погосян, В. М., Плешаков, В. Н., Самурганов, Е. Е.** Исследование движения кукурузного початка в вальцовой молотилке // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. – 69. – 2017. С. 315–318.

10 **Курасов, В. С., Погосян, В. М.** Основные направления совершенствования аппаратов для обмолота семенной кукурузы // В Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Инновационные направления в научной и образовательной деятельности». – Смоленск : ООО «НОВАЛЕНСО», 2015. – С. 83-84.

11 **Петунина, И. А.** Обмолот початков кукурузы : Монография. – Краснодар : КубГАУ, 2006.

12 **Петунина И. А.** Очистка и обмолот початков кукурузы : Монография. – Краснодар : КубГАУ, 2007.

13 **Петунина, И. А., Короткин, А. В., Курасов, В. С., Плешаков, В. Н.** Расчет параметров установки для очистки початков семенной кукурузы / *Сельский механизатор*, 10 // С. 10–11, 2018.

14 **Погосян, В. М.** Селекционная однопочатковая молотилка / *Инновации в сельском хозяйстве*, 2 // С. 145–149, 2015.

15 **Погосян, В. М., Курасов, В. С.** Обмолот початков кукурузы трехвальцовой молотилкой на этапе селекции // *International Scientific and Practical Conference World Science*, 5(1), С. 11–13, 2016.

16 **Погосян, В. М.** Тенденции развития аппаратов для обмолота кукурузы / В Сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей Кубанского ГАУ по итогам НИР за 2016 г. Краснодар: КубГАУ, С. 313–314, 2017.

17 **Погосян, В. М.** Обмолот кукурузного початка в вальцовой молотилке / В Сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края // Краснодар: КубГАУ, С. 436–437, 2017.

18 **Погосян, В. М.** Анализ технических средств обмолота початков кукурузы / *Наука Кубани*, 3 // С. 4–11, 2017.

19 **Смольников, Г. К., Бумбар, И. В.** Совершенствование обмолота кукурузы зерноуборочным комбайном // В Тезисы докладов всероссийской

научно-практической конференции «Агропромышленный комплекс : проблемы и перспективы развития». – Благовещенск : ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ. – 2019. – С. 54.

20 **Труфляк, Е. В.** Физико-механические свойства кукурузы : Монография. – Краснодар : КубГАУ, 2007.

REFERENCES

1 **Bumbar, I. V., Kuvshinov, A. A.** To assess the threshing of corn cobs by the double drum of a grain combine // Far Eastern Agrarian Bulletin. – 3. – P. 183–191.

2 **Elizarov, V. P.** Initial requirements for basic machine technological operations in crop production / Collection. – M. : Rosinformagrotech.

3 **Izmailov, A. Yu., Evtyushenkov, N. E.** Mechanization of selection and experimental work / Mechanization and electrification of agriculture. – 4. – P. 4–9.

4 **Kuvshinov, A. A., Bumbar, I. V.** Improvement of corn threshing in the conditions of the Amur region // In the Materials of the All-Russian scientific and practical conference «Agro-industrial complex : problems and prospects of development». – Blagoveshchensk : Publishing House of the Far Eastern State Agrarian University. – P. 1. – P. 109–111.

5 **Kuvshinov, A. A., Bumbar, I. V., Lontseva, I. A.** Improvement of corn threshing by a combine harvester in the conditions of the Amur region // AgroEcoInfo. – P. 1. – P. 40.

6 **Kurasov, V. S., Kutseev, V. V., Samurganov, E. A.** Mechanization of works in selection, variety testing and primary seed production of corn : Monograph. – Krasnodar : KubGAU.

7 **Kurasov, V. S., Pogosyan, V. M., Tsybulevsky, V. V.** Parameters of a corn breeding roller thresher // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University, 136. – 2018. – P. 1–14.

8 <https://doi.org/10.21515/1990-4665-136-001>[electronic resource]

9 **Kurasov, V. S., Pogosyan, V. M., Pleshakov, V. N., Samurganov, E. E.** Investigation of corn cob movement in a roller thresher // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. – 69. – 2017. – P. 315–318.

10 **Kurasov, V. S., Pogosyan, V. M.** The main directions of improvement of devices for threshing seed corn / In the collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference «Innovative directions in scientific and educational activities». – Smolensk : NOVALENZO LLC. – 2015. – P. 83–84.

11 **Petunina, I. A.** Threshing corn cobs : Monograph. – Krasnodar : KubGAU, 2006.

12 **Petunina, I. A.** Cleaning and threshing of corn on the cob : Monograph. – Krasnodar : Kubsau, 2007.

13 **Petunina, I. A., Korotkin, A. V., Kurasov, V. S., Pleshakov, V. N.** Calculation of installation options for cleaning the ears of seed corn // Rural mechanic, 10. – 2018. – P. 10–11.

14 **Poghosyan, V. M.** Breeding odnopozova grind // Innovations in agriculture. – 2. – 2015. – P. 145–149.

15 **Pogosyan, V. M., Kurasov, V. S.** Threshing corn cobs with a three-roll threshing machine at the stage of selection // International Scientific and Practical Conference World Science. – 5(1). 2016. – P. 11–13.

16 **Pogosyan, V. M.** Trends in the development of corn threshing machines // In the Collection of articles based on the materials of the 72nd scientific and practical conference of teachers of the Kuban State University based on the results of research for 2016. – Krasnodar : KubGAU, 2017. – P. 313–314.

17 **Poghosyan, V. M.** Threshing corn cob in roller grind // In proceedings of the XI all-Russian conference of young scientists dedicated to the 95th anniversary of the Kuban state agrarian UNIVERSITY and the 80th anniversary of the founding of the Krasnodar territory. – Krasnodar : Kubsau. – 2017. – P. 436–437.

18 **Poghosyan, V. M.** Analysis of technical means of threshing corn on the cob // Science Kuban. – 3. – 2017. – P. 4–11.

19 **Smolnikov, G. K., Bumbar, I. V.** Improvement of corn threshing by a combine harvester // In the Abstracts of the All-Russian scientific and practical conference «Agro-industrial complex: problems and prospects of development». – Blagoveshchensk : Far Eastern State Agrarian University. – 2019. – P. 54.

20 **Truflyak, E. V.** Physico-mechanical properties of corn : Monograph. – Krasnodar : KubGAU, 2007.

Материал поступил в редакцию 17.03.22.

***З. Л. Хажметова¹, Ю. А. Шекихачев², Л. М. Хажметов³, Л. З. Шакихачева⁴**

^{1,2,3,4}Кабардино-Балкар мемлекеттік аграрлық университеті,

Ресей Федерациясы, Нальчик қ.

Материал баспаға 17.03.22 түсті.

ЖАҢАЛЫҚ БАСҚАРУ ҚҰРЫЛҒЫНЫҢ ӘЗІРЛЕУ АРҚЫЛЫ ЖҮГЕРІ ДАСТЫҒЫН ОРЫНДАН КЕЙІН ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Дәнді және жемішөп дақылдарының арасында жетекші орындардың бірі-жүгері. Одан 3500-ге жуық өнім түрлері өндіріледі. Бұл мәдениет жануарлар мен құстардың барлық түрлері үшін жоғары энергетикалық жем ретінде үлкен маңызға ие. Жүгері дәнін өндіру процесінде егін жинау көп уақытты алады-60...Жалпы еңбек шығындарының 80%. Соңғы уақытта жүгеріні жинаудың ең көп уақытты қажет ететін кезеңі-құлақтарды бастыру, оның сапасы екі негізгі көрсеткішпен сипатталады – астықтың зақымдануы және құлақтардың болмауы.

Қазіргі уақытта бастыру принциптері мен технологиялық схемалары бойынша әртүрлі бастырғыштардың үлкен саны жасалды. Қолданыстағы бастырғыштар үлкен өнімділікке ие және жүгерінің едәуір көлемін бастыруға арналған. Алайда, жүгері өсіру құрылымында жеке сектордағы шағын дақылдар маңызды орын алады. Жүгерінің құлақтарын жинағаннан

кейін олар қолмен бастырылады немесе әртүрлі қолмен және механикалық бастырғыштар жасалады. Сонымен қатар, қазіргі уақытта жүгері бастыру процесінің физикалық табиғаты әлі жеткілікті зерттелмеген және олардың теориясы жеткіліксіз дамыған кезде, бастырғыштарды соққымен немесе үгітумен бастыру принципі бойынша бөлу толық емес.

Осыған байланысты, мақалада дәнді минималды жарақатпен орауышта жүгері құлақтарын бастыруды қамтамасыз ететін шағын габаритті бастырғыштың құрылымдық және технологиялық схемасы негізделген. Теориялық зерттеулер нәтижесінде әзірленген бастыру құрылғысының құрылымдық-технологиялық параметрлерінің ұтымды мәндері белгіленді: собықтардың ылғалдылығы 12...22 %; бастыру барабанының айналу жиілігі 300...400 мин⁻¹; тістердің биіктігі 12...18 мм; тістердің қадамы 3...8 мм..

Кілтті сөздер: жүгері, құлақ, бастырғыш, бастырғыш, тұқым, жарақат, тиімділік.

***Z. Khazhmetova¹, Yu. Shekikhachev², L. Khazhmetov³, L. Shekikhacheva⁴**

^{1,2,3,4}Кабардино-Балқария Республикасының Агрария Университеті, Ресей Федерациясы, Налчик.
Material received on 17.03.22.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF POST-HARVEST CORN PROCESSING WITH DEVELOPMENT OF INNOVATIVE THRESHING DEVICE

One of the leading places among grain and fodder crops is corn. About 3,500 types of products are produced from it. This crop is of great importance as a high-energy feed for all kinds of animals and birds. In the process of corn grain production, harvesting is the most labor-intensive - 60...80 % of the total labor costs. Recently, the most labor-intensive stage of corn harvesting is the threshing of cobs, the quality of which is characterized by two main indicators - grain injury and under-threshing of cobs. At the moment, a large number of threshing machines have been developed that differ in the principles and technological schemes of threshing.

The existing threshing machines have high productivity and are designed for threshing significant volumes of corn cobs. However, in the structure of corn cultivation, a significant place is occupied by small crops in the private sector. After the corn cobs are harvested, they are threshed by hand or a variety of manual and mechanical threshing machines are made. In addition, at present, when the physical nature of the corn threshing process has not been sufficiently studied and their theory has not been sufficiently developed, the distribution of threshing machines according to the principle of threshing by impact or grinding is not complete.

In this regard, the article substantiates the design and technological scheme of a small-sized threshing machine that ensures the threshing of corn cobs in a wrapper with minimal injury to the grains. As a result of theoretical studies, rational values of the design and technological parameters of the developed threshing device have been established: the humidity of the ears is 12...22 %; the rotation frequency of the threshing drum is 300... 400 min⁻¹; the height of the teeth is 12...18 mm; the pitch of the teeth is 3...8 mm..

Keywords: corn, cob, threshing machine, threshing, seeds, injury, efficiency.

Теруге 17.03.22 ж. жіберілді. Басуға 27.03.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

15 Мб RAM

Шартты баспа табағы 14,5. Таралымы 300 дана.

Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3952

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

<https://vestnik.tou.edu.kz/>

<http://stk.tou.edu.kz/>