

СЕЛЕКЦИОННАЯ КУКУРУЗНАЯ МОЛОТИЛКА

BATCH CORN THRESHER

В.М. ПОГОСЯН

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия, pogosyn@gmail.com

V.M. POGOSYAN

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia, pogosyn@gmail.com

В настоящее время для обмолота отдельных початков на этапе селекции отсутствует серийно выпускаемые молотильные устройства российского производства. Поэтому российские ученые активно стали разрабатывать селекционные кукурузные молотилки. В частности, в Краснодарском НИИСХ имени П.П. Лукьяненко разработана селекционная кукурузная однопочатковая молотилка. На основании исследований, выполненных в Кубанском ГАУ, предлагается схема кукурузной однопочатковой молотилки, обеспечивающей более высокое качество обмолота кукурузы по сравнению с существующими конструкциями. В этой связи целью исследования является повышение качества обмолота початков селекционного материала кукурузы. Были проанализированы взаимосвязь геометрических параметров предлагаемого устройства и их влияние на технологический процесс обмолота початков. В результате был сделан следующий вывод: каждый початок, в зависимости от своего диаметра, обмолачивается одним из элементарных молотильных устройств, т.е. соответствие зазоров молотильной щели диаметру початков достигается автоматически. Отпадает необходимость в регулировке зазоров молотильной щели. Таким образом, оптимизируются параметры процесса обмолота початков селекционного материала кукурузы и повышает качество обмолота.

Ключевые слова: однопочатковая молотилка, селекционная кукуруза.

Nowadays for the threshing of individual corn cobs at the selection stage there are no commercially available threshing devices of Russian production. Therefore, Russian scientists began to actively develop selective corn threshers, in particular, in the Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P. Lukyanenko a batch corn thresher was developed. On the basis of research carried out in the Kuban State Agrarian University, a scheme of a single-corn maize thresher providing a higher quality of maize threshing in comparison with existing structures is proposed. Therefore, the goal of our study is to improve the quality of threshing cobs of corn selection material. The relationship of the geometric parameters of the proposed device and their influence on the technological process of cobs threshing were analyzed. As a result, the conclusion was made that each cob, depending on its diameter, is threshed by one of the elementary threshing devices, i.e., the correspondence of the gaps of the threshing gap with the diameter of the cobs is achieved automatically. There is no need to adjust the gaps of the threshing gap. Thus, the parameters of the process of threshing the cobs of the corn selection material are optimized and the quality of the threshing is improved.

Keywords: single-point thresher, selective corn.

Введение

В решении проблемы повышения производства продукции растениеводства России, наряду с внедрением новых высокоурожайных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, использованием прогрессивных приемов их возделывания, важнейшая роль принадлежит разработке современных, высокоэффективных, ресурсосберегающих технологий и технических средств для посева и уборки урожая.

К настоящему времени производство кукурузы занимает одно из лидирующих мест в мире среди зерновых культур. Общая потребность России в семенах кукурузы составляет 80–100 тыс. тонн. Естественно, что сопутствующие объемы селекционно-семеноводческой работы невозможно качественно выполнить без сопутствующего технического оснащения.

В настоящее время для обмолота отдельных початков на этапе селекции отсутствует серийно выпускаемые молотильные устройства российского производства.

В Краснодарском НИИСХ имени П.П. Лукьяненко разработана селекционная кукурузная однопочатковая молотилка, которая включает молотильный барабан, имеющий в поперечном сечении форму криволинейных участков, деку с обмолачивающими элементами в виде прутков круглого сечения, а также поворотный клапан на входе в рабочую щель между барабаном и декой [1].

Существенным недостатком этой молотилки, в сравнении с другими типами тангенциальных молотильных аппаратов, является повышенное дробление стержней початков, что увеличивает энергоемкость процесса обмолота и затрудняет протекание последующей технологической операции – отделение зерна от стержней зерноочисткой.

Указанный недостаток обусловлен тем, что оптимальные параметры режима обмолота початков обеспечиваются изменением зазора молотильной щели, т.е. смещением бильного барабана и деки. Настройку зазоров молотильной щели на обмолот каждого початка с учетом его диаметра обеспечить затруднительно из-за резко возрастающей трудоемкости обслуживания молотилки в процессе ее эксплуатации. Поэтому процесс обмолота селекционного материала, размерно-массовые характеристики початков которого варьируют в значительном диапазоне, происходит

не при оптимальных параметрах молотильной щели. Это увеличивает дробление стержней початков, а следовательно, и зерна.

Величины зазоров между обмолачивающими элементами барабана и деки, образующих молотильную щель, устанавливаются такими, чтобы початки, имеющие наибольшие диаметры, обмолачивались в передней части молотильной щели, а мелкие початки – в конце. В результате стержни крупных початков, зерно от которых отделилось в передней или средней части молотильной щели, продолжают перемещаться по молотильной щели к выходу. В этот период, и особенно в момент прохода через зазор на выходе, происходит их разрушение в результате деформации, превышающей критическую величину. Другими словами, зазоры на конечном участке молотильной щели, обеспечивающие процесс обмолота самоопыленных линий кукурузы, початки которых имеют минимальный диаметр, являются малыми для обеспечения перемещения без разрушения для стержней початков более крупных форм кукурузы.

Цель исследования

Повышение качества обмолота початков селекционного материала кукурузы.

Материалы и методы

На основании исследований, выполненных в Краснодарском НИИСХ имени П.П. Лукьяненко и Кубанском ГАУ [2–5] проанализируем предлагаемую нами схему селекционной кукурузной однопочатковой молотилки (рис. 1).

Радиус рабочей поверхности барабана на наиболее удаленном от его центра обмолачивающих элементах $R_{б\max}$ и радиус рабочей поверхности деки на последнем из ее обмолачивающих элементов b практически равны. При этом из-за незначительности величины погрешности принимаем, что центр вращения молотильного барабана и центр образующей окружности поверхности деки совмещены. Следовательно, зазор на выходе из молотильной щели, образованный барабаном и декой, для прохода обмолачиваемой массы не пригоден, т.к. практически отсутствует. Для предотвращения ударов поверхностей барабана и деки, в случае появления значительной величины биения вращающегося барабана, монтажный зазор δ на выходе из молотильной щели над последним обмолачивающим элементом

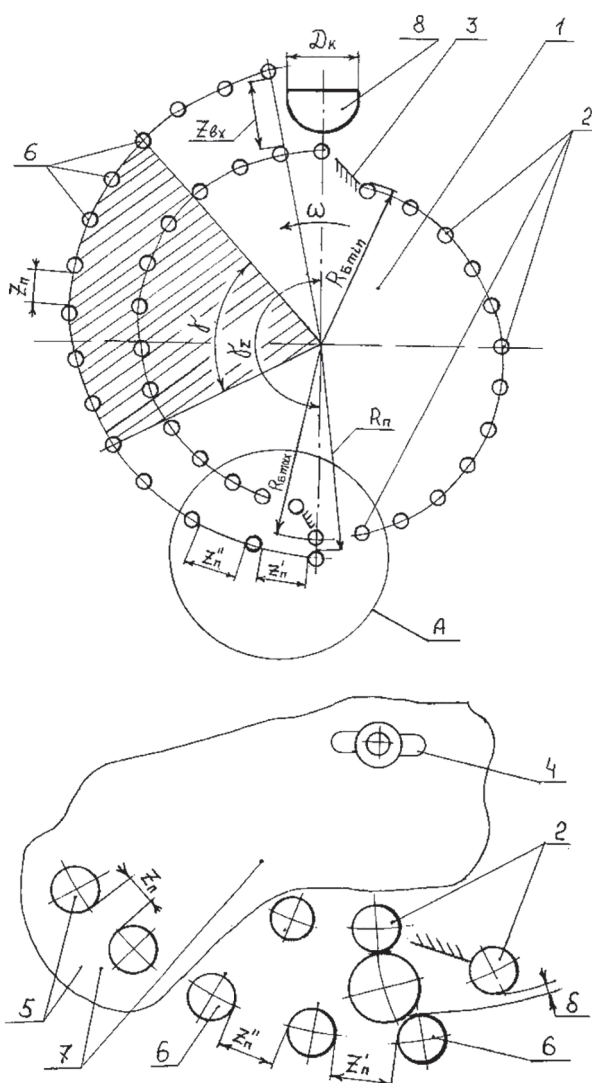


Рис. Принципиальная схема кукурузной одноплатковой молотилки:

- 1 – барабан; 2 – обмолачивающий элемент;
- 3 – штифт; 4 – подшипниковая опора; 5 – дека;
- 6 – обмолачивающий элемент; 7 – боковины;
- 8 – поворотный клапан

деки и обмолачивающими элементами барабана, наиболее удаленными от его центра $R_{б\max}$, принимаем равный 2–4 мм.

Геометрические параметры устройства связаны следующими зависимостями:

$$R_{б\max} \xrightarrow{\lim} \approx R_{п}, \quad (1)$$

где $R_{б\max}$ – радиус рабочей поверхности барабана на наиболее удаленных от его центра обмолачивающих элементах; $R_{п}$ – радиус рабочей поверхности деки на ее последнем обмолачивающем элементе.

$$Z_{вх} \approx D_{к}, \quad (2)$$

где $Z_{вх}$ – зазор на входе в молотильную щель; $D_{к}$ – диаметр поворотного клапана, причем

$$\Delta Z < d_{доп}, \quad (3)$$

где ΔZ – разница между зазорами двух смежных обмолачивающих элементов деки и рабочей поверхностью барабана на обмолачивающих элементах, наиболее удаленных от его центра; $d_{доп}$ – допустимая величина деформации початка, а

$$Z'_n \approx Z''_n = (1,25 \dots 1,50) Z_n, \quad (4)$$

где Z'_n – зазор между последним и предпоследним обмолачивающими элементами деки; Z''_n – зазор между предпоследним и смежным с ним обмолачивающим элементом деки; Z_n – зазор между остальными обмолачивающими элементами деки.

Предпоследний обмолачивающий элемент деки закреплен с возможностью смещения.

Кроме того, параметры молотильной щели связаны зависимостью:

$$Z_{вых} = R_{б\max} - R_{б\min} + \delta \leq Z_n, \quad (5)$$

где $Z_{вых}$ – максимальный зазор на выходе из молотильной щели; δ – монтажный зазор на выходе из молотильной щели при $R_{б\max}$.

Благодаря такой конструкции предлагаемого устройства достигается следующий технический результат. Крепление опор молотильного барабана и обмолачивающих элементов деки жестко в боковых ограждениях обеспечивает постоянство зазоров молотильной щели, придает боковым ограждениям функции боковин деки. Отсутствие механизма регулировки зазоров молотильной щели позволяет устранить сквозные пазы в боковых ограждениях, что упрощает задачу герметизации молотильного устройства, т.е. предотвращения потерь зерна через неплотности ограждения, а также задачу очистки рабочих органов после обмолота порции початков очередного селекционного номера, т.е. предотвращения сортосмешивания.

Геометрическая зависимость (1), т.е. практическое отсутствие зазора на выходе из молотильной щели позволяет обеспечить оптимальные зазоры молотильной щели для початков небольшого диаметра. Отсутствие зазора на выходе исключает проход стержней початков через него. Это предотвращает разрушение стержней и, следовательно, снижает энергоемкость процесса об-

молота. Кроме того, облегчается разделение обмолоченного вороха (зерна и стержней початков) на отдельные составляющие.

Зависимость (2) обеспечивает поступление в молотильную щель початков даже гигантских форм кукурузы, так как при проектировании размеры корытообразного поворотного клапана выбираются с учетом прогноза научно-исследовательской работы в этом направлении селекции кукурузы. При этом обеспечивается герметизация входа в рабочую щель молотильного устройства. Это в свою очередь предотвращает потери зерна в процессе обмолота початков за счет его вылета в зазор на входе рабочей щели.

Зависимость (3) позволяет обеспечивать разрушение зерна початков в моменты затягивания его в зазоры между обмолачивающими элементами барабана и деки в процессе перемещения их в молотильной щели от входа к выходу. Она определяет длину молотильной щели устройства.

Зависимость (4) обеспечивает удаление стержней початков, с которых обрушено зерно, целыми из молотильной щели.

Форма молотильного барабана, имеющего в поперечном сечении криволинейные участки, т.е. форма «храповика», в отличие от цилиндрической формы барабана, в момент его вращения обеспечивает дополнительную радиальную составляющую. Сочетание формы «храповика» молотильного барабана и зазоров Z'_n и Z''_n обеспечивает устойчивость процесса удаления стержней из молотильной щели через эти зазоры.

Закрепление предпоследнего обмолачивающего элемента деки с возможностью его смещения обеспечивает увеличение зазоров Z'_n и Z''_n в случаях прохода сквозь них особо крупных по диаметру стержней початков, предотвращая их разрушение.

Зависимость (5) предотвращает затягивание стержней початков в зазор на выходе из молотильной щели в тех редких случаях, когда стержень початка, дойдя до последнего обмолачивающего элемента, будет выкатываться на него обмолачивающим элементом барабана с радиусом рабочей поверхности $R_{o\min}$. Стержни початков не будут проходить через зазор на выходе из молотильной щели, а будут выскальзываться, т.е. перемещаться в обратном направлении и удаляться из молотильной щели через зазоры Z'_n или Z''_n .

Результаты и обсуждение

Анализ предлагаемого устройства показывает, что оно имитирует для каждого диаметра початка свое молотильное устройство. Это может быть описано следующим выражением:

$$\left[\begin{array}{l} \gamma_1 \cap \gamma_2 \\ (\gamma_1 \cap \gamma_2) \cap \gamma_3 \\ \dots \\ (\gamma_n \cap \gamma_{n+1}) \cap \gamma_{n+2} \end{array} \right] \in \gamma_\Sigma, \quad (6)$$

где γ – угол обхвата фрагмента деки, которая совместно с криволинейным барабаном образует элементарное молотильное устройство α ; γ_Σ – множество углов обхвата всех фрагментов деки.

Совокупность элементарных устройств является системой N – элементарных молотильных устройств:

$$\left[\begin{array}{l} \alpha_1 \cap \alpha_2 \\ (\alpha_1 \cap \alpha_2) \cap \alpha_3 \\ \dots \\ (\alpha_n \cap \alpha_{n+1}) \cap \alpha_{n+2} \end{array} \right] \in A, \quad (7)$$

где A – множество всех элементарных молотильных устройств; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – элементарные молотильные устройства.

Вывод

Каждый початок, в зависимости от своего диаметра, обмолачивается одним из элементарных молотильных устройств, т.е. соответствие зазоров молотильной щели диаметру початков достигается автоматически. Отпадает необходимость в регулировке зазоров молотильной щели. Таким образом, оптимизируются параметры процесса обмолота початков селекционного материала кукурузы и повышается качество обмолота.

Литература

1. Курасов В.С. Механико-технологическое обоснование обоснование комплекса технологических средств для селекции, сортоиспытания и первичного семеноводства кукурузы: дис. докт. техн. наук. 05.20.01 Краснодар, 2003. 288 с.
2. Курасов В.С., Куцеев В.В., Самурганов Е.Е. Механизация работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы: монография. Краснодар: КубГАУ, 2013. 72 с.

3. Погосян В.М. Селекционная однопочатковая молотилка // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2015. № 2 (12). С. 145–149.
4. Петунина И.А. Очистка и обмолот початков кукурузы: монографии. Краснодар: КубГАУ, 2007. 114–115 с.
5. Петунина И.А. Технология очистки початков кукурузы в трехвальцовом аппарате // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2005. № 9.

References

1. Kurasov B.C. Mekhaniko-tehnologicheskoe obosnovanie obosnovanie kompleksa tekhnologicheskikh sredstv dlya selekcii, sortoispytaniya i pervichnogo semenovodstva kukuruzy. Dis. d-ra. tekhn. nauk [Mechanical and technological substantiation justification of a complex of technological means for

- selection, variety testing and primary maize seed production: Dissertation for Degree of Ph.D. (Engineering)]. 05.20.01 Krasnodar, 2003. 288 p.
2. Kurasov V.S., Kuceev V.V., Samurganov E.E. Mekhanizaciya rabot v selekcii, sortoispytanii i pervichnom semenovodstve kukuruzy: monografiya [Mechanization of work in selection, variety testing and primary maize seed production: monograph]. Krasnodar: KubGAU Publ., 2013. 72 p.
3. Pogosyan V.M. Single shoulder threshing machine. *Innovacii v sel'skom hozyajstve*. 2015. No 2 (12), pp. 145–149 (in Russ.).
4. Petunina I.A. Ochistka i obmolot pochatkov kukuruzy [Cleaning and threshing corn cobs: monographs]: monografii. Krasnodar: KubGAU, 2007. 114–115 p.
5. Petunina I.A. The technology of cleaning corn cobs in a three-roll apparatus. *Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva*. 2005. No 9 (in Russ.).