

УДК 631.354.2

В.Е. БЕРДЫШЕВ, С.Г. ЛОМАКИН

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

А.В. ШЕВЦОВ

Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса

ВЛИЯНИЕ ТИПА ДЕК НА КАЧЕСТВО РАБОТЫ АКСИАЛЬНО-РОТОРНОЙ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Аксиально-роторные молотилки имеют ряд преимуществ в сравнении с молотилками, включающими в себя соломотряс: в меньшей степени дробят и теряют зерно, более универсальны, в них меньше рабочих органов, совершающих колебательные движения. Однако закономерности обмолота и сепарации зерна в таких молотилках изучены недостаточно.

В качестве объекта для исследования выбрана молотильно-сепарирующая система, включающая в себя ротор и перфорированный кожух, установленный с возможностью вращения вокруг ротора. В молотильной части кожух состоит из установленных поочередно двух дек и двух сепарирующих решеток с винтовыми направляющими осевого смещения хлебной массы.

Исследования проводили на обмолоте пшеницы «Мироновская-808». В процессе исследований постепенно заменяли участки прутково-планчатых дек сепарирующими решетками с пробивными отверстиями. При этом угол обхвата ротора прутково-планчатыми деками изменяли от 0° до 180°.

Результаты лабораторных исследований показали, что изменение угла обхвата ротора деками в указанном диапазоне приводит к росту схода зерна из молотильной части в сепарирующую в 2 раза, увеличению дробления зерна в 2,8 раза. При этом потери невымоленного зерна практически не изменяются.

В статье показаны закономерности изменения качественных показателей аксиально-роторного молотильно-сепарирующего устройства в зависимости от угла обхвата ротора прутково-планчатой декой. Установлено, что аксиально-роторное молотильно-сепарирующее устройство устойчиво выполняет технологический процесс как с прутково-планчатыми деками, так и при полной замене их гладкими сепарирующими решетками с пробивными отверстиями. При использовании вместо дек гладких сепарирующих решеток повышается эффективность сепарации зерна, снижается сход зерна в сепарирующую часть до 2-х раз при несущественном увеличении выделения половы, уменьшается металлоемкость конструкции. В такой конструкции сепарирующего кожуха вопрос очистки сепарирующих отверстий от залипания растительными остатками может быть решен различными способами, которые описаны в ряде авторских свидетельств.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, аксиально-роторная молотильно-сепарирующая система, потери зерна, дробление зерна.

Аксиально-роторные молотилки [1] в меньшей степени дробят и теряют зерно, чем молотилки с соломотрясом. Они универсальны: при небольшом переоборудовании могут убирать различные культуры, в них меньше движущихся рабочих органов. Наиболее подробно были изучены закономерности процессов обмолота и сепарации зерна в аксиально-роторном молотильно-сепарирующем устройстве аксиально-роторного типа, выполненном по авторскому свидетельству [2].

В выбранном для исследования устройстве молотильно-сепарирующая система включает в себя ротор и кожух.

Конструктивно-технологическая схема данного ротора включает в себя лопастную заборную, обмо-

лачивающую, сепарирующую и лопастную соломоотводящую части (рис. 1).

Кожух в молотильной и сепарирующей частях, объединенный в один блок, может вращаться в поступном с ротором или встречном направлениях. Возможность использования аксиально-роторной МСС с неподвижным кожухом обеспечена предусмотренными в конструкции привода стопорными элементами. Поперечное сечение МСС в молотильной зоне представлено на рисунке 2.

Деки установлены напротив друг друга по окружности с возможностью изменять расстояние до бичей и охватывают ротор по углу на 180°. Отверстия сепарирующих решеток выполнены размером 18,5 x 90 мм и расположены длинной осью по

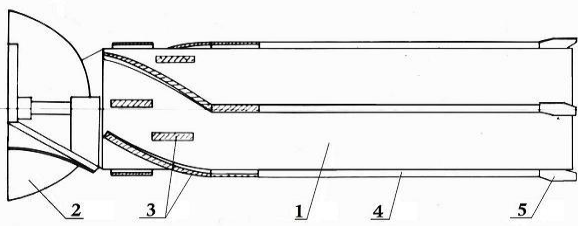


Рис. 1. Схема ротора аксиально-роторной МСУ:
1 – остов ротора; 2 – лопасти; 3 – бичи; 4 – планки сепарирующей зоны; 5 – отбрасывающие лопасти

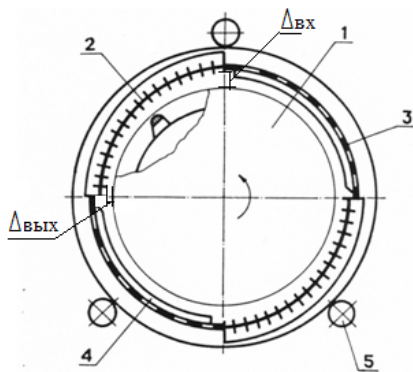


Рис. 2. Поперечное сечение аксиально-роторной МСУ в молотильной части:
1 – ротор; 2 – дека; 3 – сепарирующая решетка;
4 – направитель; 5 – опорный ролик

окружности. На решетках закреплены направители осевого смещения хлебной массы.

С учетом того, что сварные прутково-планчатые деки металлоемки и сложны в изготовлении, была поставлена задача исследовать влияние угла обхвата ротора деками. При этом участки прутково-планчатых дек постепенно заменяли на сепарирующую решетку с пробивными отверстиями.

Исследования проводили на обмолоте пшеницы «Мионовская-808» с влажностью соломы 15–18%, зерна – 13–16% при соотношении массы зерна к массе соломы 1 : 1,56–1,71. Угол обхвата ротора деками (суммарный по двум декам) изменяли от 0° до 180°. Частоту вращения ротора поддерживали на уровне 800 мин.⁻¹ (окружная скорость бичей – 31,4 м/с). Зазоры в молотильном пространстве составляли на входе $\varphi_{вх}$ – 30 мм и на выходе $\varphi_{вых}$ – 20 мм. Рабочие элементы ротора на его поверхности размещали в соответствии с исходным вариантом.

Угол наклона винтовых направителей кожуха к образующей устанавливали равным 63°. Кожух ротора оставляли неподвижным. Приведенную подачу поддерживали на уровне 9 кг/с.

Материалы исследований представлены на рисунках 3, 4.

Установлены функциональные зависимости полноты выделения зерна η_m и схода зерна в соло-

моотделитель из МСУ ε_m от угла обхвата ротора деками α_m в исследованном диапазоне его изменения. При указанных условиях эти зависимости имеют вид:

$$\varepsilon_m = 0,81 \cdot \alpha_m + 2,4, \quad \eta_m = -0,81 \cdot \alpha_m + 97,6.$$

Анализ показывает, что изменение α_m от 0 до 180° (от 0 до 3,14 рад.) приводит к снижению η_m с 97,6 до 95,1% и соответственно к росту ε_m практически в 2 раза (с 2,4 до 4,9%). Коэффициент интенсивности сепарации в целом по МСУ μ_m уменьшается при этом с 3,39 до 2,74 1/м.

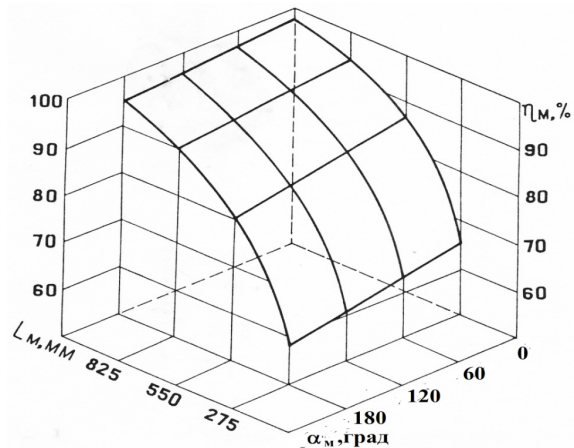


Рис. 3. Изменение полноты выделения зерна η_m по длине МСУ L_m и углу обхвата ротора деками α_m

Указанный характер изменения η_m подтверждается и экспериментальными материалами по зональной сепарации зерна. Практически во всех зонах (за исключением последней) полнота выделения зерна на 6–10% выше при полной замене дек гладкими сепарирующими решетками. Интенсивность выделения зерна по длине МСУ падает. Так, если в первой зоне η_m равна 68%, то в последней – 53%. Это объясняется тем, что по мере продвижения обрабатываемой массы от входа к выходу содержания зерна в ней снижается, поскольку оно постоянно сепарируется через отверстия кожуха. Некоторый рост η_m в последней зоне происходит из-за отрезков прямых бичей, установленных в конце молотильной части ротора.

Сочетание ребристой поверхности кожуха и прямых бичей ротора способствует замедлению скорости массы в конце МСУ, чем и обуславливается указанное возрастание полноты выделения зерна в этой зоне.

Замена дек гладкими решетками способствует увеличению скорости массы в конце МСУ, поэтому интенсивность выделения зерна в этой зоне уменьшается.

Изменение полноты выделения половины η_m в зависимости от угла обхвата α_m подчиняется следующей эмпирической зависимости:

$$\eta_{mm} = 0,58 \cdot \alpha_m^2 - 3,52 \cdot \alpha_m + 25.$$

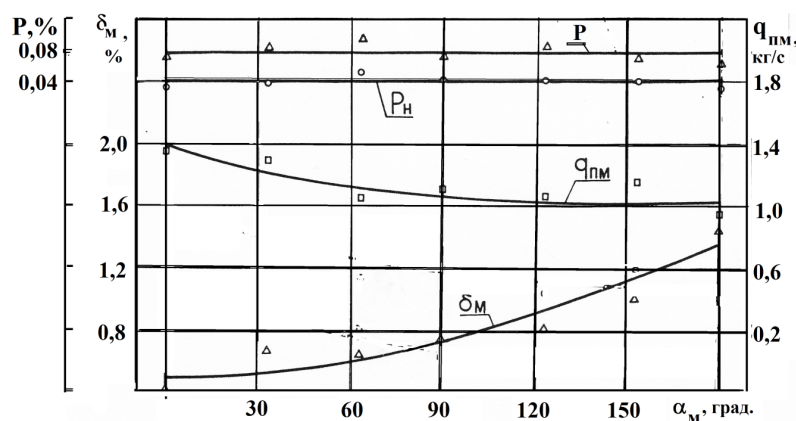


Рис. 4. Зависимость потерь недомолотом P_n общих потерь P зерна в соломе, подачи половы на очистку $q_{пм}$ и дробления δ_m зерна от α_m

Увеличение α_m от 0 до 180° приводит к уменьшению $\eta_{пм}$ в 1,3 раза (с 25 до 19,6%).

Полученные экспериментальные результаты не противоречат данным теоретических расчетов. Полнота выделения зерна через гладкие сепарирующие решетки с отверстиями $18,5 \times 90$ мм выше в сравнении с деками, потому что вероятность прохода зерна через первые составляет 0,98, а через вторые – 0,92. В свою очередь, возрастает полнота выделения половы, что также объясняется более высокой вероятностью выделения соломистых частиц через отверстия сепарирующих решеток.

Уменьшение η_m при изменении угла α_m от 0 до 180° вызывает снижение засоренности зерна β_m на 17% (с 30 до 24,8%) и соответственно – уменьшение подачи половы на очистку $q_{пм}$ с 1,3 до 1,03 кг/с, или на 21%.

Существенно изменяется повреждаемость зерна. Функциональная зависимость между параметром α_m и дроблением зерна δ_m выражается эмпирической формулой:

$$\delta_m = 0,08 \cdot \alpha_m^2 + 0,02 \cdot \alpha_m + 0,48.$$

Изменение α_m в исследованном диапазоне повышает дробление зерна в 2,8 раза (с 0,48 до 1,33%). Указанный рост δ_m можно объяснить увеличением вероятности прямых соударений зерна с поперечными планками дек, которые и приводят к его повреждению. Кроме того, снижение полноты выделения зерна при больших углах обхвата ротора деками ($\alpha_m = 150^\circ\text{--}180^\circ$) приводит к увеличению продолжительности пребывания части зерна в молотильном пространстве, что также увеличивает его дробление.

Увеличение угла обхвата ротора деками от 0 до 180° практически не оказывает влияния на потери зерна недомолотом P_n . Их величина изменяется в пределах 0,02–0,04%, не проявляя какой-либо тенденции увеличения или уменьшения. Общие поте-

ри зерна в соломе изменялись также незначительно – в интервале от 0,06 до 0,08%.

Анализ полученных материалов показывает, что аксиально-роторное МСУ устойчиво выполняет технологический процесс как с прутково-планчатыми деками, так и при полной замене их гладкими сепарирующими решетками. Следовательно, иметь трудоемкие в изготовлении и металлоемкие деки в аксиально-роторном МСУ нет необходимости.

Рабочая поверхность кожуха может состоять из гладких перфорированных решеток. С целью интенсификации вымолота при работе в тяжелых условиях на влажной засоренной массе между решетками по углу обхвата необходимо устанавливать противоударные планки с возможностью регулирования их положения относительно бичей в радиальном направлении (рис. 5).

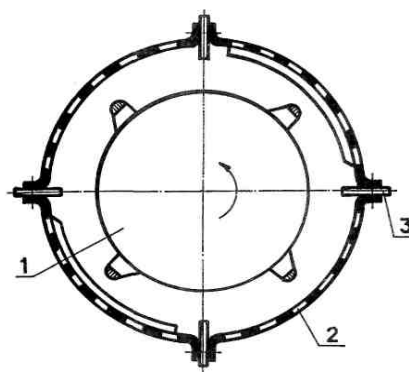


Рис. 5. Схема аксиально-роторного МСУ с упрощенной конструкцией кожуха: 1 – ротор, 2 – гладкая сепарирующая решетка, 3 – противоударная планка

Помимо меньшей металлоемкости и сложности изготовления, такая поверхность позволяет улучшить качественные показатели работы МСУ,

а также уменьшить склонность ее к залипанию влажными растительными остатками. Очистку решеток с пробивными отверстиями от растительных остатков можно осуществлять с помощью устройств, предложенных в авторских свидетельствах на изобретения [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Библиографический список

1. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Учебник / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. М.: Колос, 1994. С. 406.
2. Авторское свидетельство СССР № 946447, А 01 F 7/06. Молотильно-сепарирующее устройство / Н.И. Кленин, С.Г. Ломакин, Ю.Н. Ярмашев и др.; заявлено 08.02.1980; опублик. в 1982 г., Бюл. № 28.
3. Авторское свидетельство СССР № 1625416, А 01 F 7/06. Молотильно-сепарирующее устройство / С.Г. Ломакин, В.Е. Бердышев; заявл. 23.02.1989; опублик. 07.09.91. Бюл. № 5.
4. Авторское свидетельство СССР № 1625416, А 01 F 7/06. Молотильно-сепарирующее устройство / С.Г. Ломакин, В.Е. Бердышев; заявл. 23.02.1989; опублик. 07.02.91. Бюл. № 5.
5. Авторское свидетельство СССР № 1655345, А 01 F 7/06. Молотильно-сепарирующее устройство / В.Е. Бердышев, С.Г. Ломакин, К.Г. Свешников; заявл. 09.11.1988; опублик. 15.06.91. Бюл. № 22.
6. Авторское свидетельство СССР № 1664165, А 01 F 7/06. Молотильно-сепарирующее устройство / В.Е. Бердышев, С.Г. Ломакин; заявл. 18.02.1989; опублик. 23.07.91. Бюл. № 27.
7. Авторское свидетельство СССР № 1667717, А 01 F 7/06. Молотильно-сепарирующее устройство / С.Г. Ломакин, В.Е. Бердышев; заявл. 16.02.1989; опублик. 07.08.91. Бюл. № 29.
8. Авторское свидетельство СССР № 1683552, А 01 F 7/06. Приспособление для очистки сепарирующей поверхности молотильно-сепарирующего устройства / С.Г. Ломакин, В.Е. Бердышев; заявл. 20.11.1989; опублик. 15.10.91. Бюл. № 38.
9. Авторское свидетельство СССР № 1839067, А 01 F 7/06. Молотильно-сепарирующее устройство / С.Г. Ломакин, В.Е. Бердышев; заявл. 13.08.1990; опублик. 30.12.93. Бюл. № 48–47.

Бердышев Виктор Егорович – доктор технических наук, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: 8-910-467-73-30; e-mail: v.berdishev@timacad.ru.

Ломакин Сергей Герасимович – кандидат технических наук, профессор кафедры «Сельскохозяйственные машины» РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: 8-915-204-80-87.

Шевцов Алексей Васильевич – кандидат технических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса»; тел.: 8-910-400-63-87.

THE INFLUENCE OF THE CONCAVE TYPE ON PERFORMANCE QUALITY OF AXIAL ROTARY THRESHING-AND-SEPARATING SYSTEMS

V.E. BERDYSHEV, S.G. LOMAKIN

Russian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiryazev

A.V. SHEVTSOV

All-Russian Scientific Research Institute of Forages named after V.R. Williams

Axial rotary threshing machines feature a number of advantages as contrasted to the threshers with straw walkers: to a lesser extent crushed and lost grain, higher versatility, less working parts, oscillation. However, the patterns of threshing and separation of grain in the threshing units had not been studied.

As the object selected for the present study, we consider the threshing-and-separating systems with a rotor and a perforated casing that allow for the material rotation. In the threshing sections of the casing there are alternatively installed two deconcaves and two separating gratings with screw guides for axial displacement of the grain mass.

The study was carried out with the «Mironovskaya-808» wheat thresher. In the research, the sections of the rod-slatted concaves were stagedly replaced with separating gratings with perforation. In this case, the wrap angle of the rotor bar-slatted concaves would change from 0° to 180°.

The laboratory results showed that changes in the wrap angle of the rotor concaves within the specified range leads to an increase in the drop-off of grain from the threshing part in separating in 2 times, and increase in the crushing of grain in 2,8 times. meanwhile, the losses in the unthreshed grain are virtually constant.

The article shows the patterns of variation in the quality parameters of axial rotary threshing-and-separating unit as depending on the wrap angle of the rotor bar slatted concave. It is established that the axial rotary threshing-and-separating unit performs uniformly with the bar-slatted concaves and the complete replacement of the smooth separating gratings with the ones featuring perforation. The use of concaves instead of smooth separating gratings increases the efficiency of separation and decreases the drop-off of grain in the separating unit to up to 2 times under insignificant increase in chaff, and it reduces the metal consumption. With this design of the casing, the issue of cleansing of the holes from the sticky residue can be tackled in various ways that are described in several patents.

Key words: combine harvester, axial rotary threshing-and-separating systems, the loss of grain, grain crushing.

References

1. Agricultural and irrigation machines: Textbook / N.I. Klenin, V.A. Sakun. M.: Kolos, 1994. S. 406.
2. Copyright certificate of the USSR № 946447, A 01 F 7/06. Threshing-separating device / N.I. Klenin, S.G. Lomakin, Y.N. Armasev, etc.; claimed 08.02.1980; publ. in 1982, bull. № 28.
3. Copyright certificate of the USSR № 1625416, A 01 F 7/06. Threshing-separating device / S.G. Lomakin, V.E. Berdyshev; Appl. 23.02.1989; publ. 07.92.91. Bul. № 5.
4. Copyright certificate of the USSR № 1625416, A 01 F 7/06. Threshing-separating device / S.G. Lomakin, V.E. Berdyshev; Appl. 23.02.1989; publ. 07.02.91. Bul. № 5.
5. Copyright certificate of the USSR № 1655345, A 01 F 7/06. Threshing-separating device / V.E. Berdyshev, S.G. Lomakin, K.G. Sveshnikov; Appl. 09.11.1988; publ. 15.06.91. Bul. № 22.
6. Copyright certificate of the USSR № 1664165, A 01 F 7/06. Threshing-separating device / V.E. Berdyshev, S.G. Lomakin; Appl. 18.02.1989; publ. 23.07.91. Bul. № 27.
7. Copyright certificate of the USSR № 1667717, A 01 F 7/06. Threshing-separating device / S.G. Lomakin, V.E. Berdyshev; Appl. 16.02.1989; publ. 07.08.91. Bul. № 29.
8. Copyright certificate of the USSR № 1683552, A 01 F 7/06. A separating device for cleaning the surface of the threshing-separating devices / S.G. Lomakin, V.E. Berdyshev; Appl. 20.11.1989; publ. 15.10.91. Bul. № 38.
9. Copyright certificate of the USSR № 1839067, A 01 F 7/06. Threshing-separating device / S.G. Lomakin, V.E. Berdyshev; Appl. 13.08.1990; publ. 30.12.93. Bul. № 48–47.

Berdyshev V.E. – PhD (Tech), professor, RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49; tel.: 8-910-467-73-30; e-mail: v.berdishev@timacad.ru.

Lomakin S.G. – PhD (Tech), professor, RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49; tel.: 8 -915-204-80-87.

Shevtsov A.V. – PhD (Tech), Russian Scientific Research Institute of Forages named after V. R. Williams; tel.: 8 -910-400-63-87.