

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF AGRICULTURE

УДК 631.374:633.1.003.13

Материал поступил в редакцию 15.02.18.

А. Ф. БУТЕНКО, канд. техн. наук, доцент

А. В. АСАТУРЯН, канд. техн. наук, преподаватель 1 категории

Азово-Черноморский инженерный институт

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Донской государственной аграрный университет»,

Российская Федерация, Ростовская область, г. Зерноград

A. F. BUTENKO, Ph. D. of Engineering, Associate professor

A. V. ASATURYAN, Ph. D. of Engineering, Lecturer category 1

The Azov-Black Sea Engineering Institute

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education

"Don State Agrarian University", Russian Federation, Rostov Region, Zernograd

К ОБОСНОВАНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ЛЕНТОЧНОГО МЕТАТЕЛЯ ЗЕРНА

TO THE BASIS OF AN USE EFFICIENCY OF A COMBINED BELT GRAINTHROWER

Аннотация. В статье рассмотрено применение зернометателей в технологическом процессе послеуборочной обработки зерновых культур. Представлена наиболее применяемая технологическая схема послеуборочной обработки зерна. Про-

веден анализ наиболее распространенных серийных конструкций рабочих органов зернометательных машин, а также указаны выполняемые технологические операции. Определены основные недостатки используемых в настоящее время конструкций рабочих органов зернометателей. Обоснована необходимость создания новых либо рационального совершенствования и комбинирования существующих метательных машин с сохранением параметров производительности и одновременным снижением степени повреждения обрабатываемого материала. Рассмотрена конструкция разработанного комбинированного ленточного метателя зерна, направленная на снижение степени повреждения обрабатываемого материала, защищенная патентами РФ. Отличительной особенностью комбинированного ленточного зернометателя является наличие лопастного прижимного барабана, вместо сплошного. Лопатки прижимного барабана изготовлены из упругого материала и установлены с незначительным зазором относительно бесконечной ленты. Проанализирован процесс работы предлагаемого комбинированного ленточного метателя зерна. Экспериментальный рабочий орган может использоваться в конструкции серийных зернометательных машин для выполнения различных видов работ, связанных с погрузкой, разгрузкой и перемещением зернового вороха. Приведены результаты экспериментальных исследований по изменению сектора распределения зернового материала в зависимости от скорости движения ленты (скорости метания). Определена экономическая эффективность применения комбинированного ленточного зернометателя. Определен срок окупаемости и чистый дисконтированный доход за срок существования проекта.

Ключевые слова: комбинированный зернометатель, ленточный метатель, лопастной метатель, травмирование зерна, истирание, лопатки из упругого материала, зазор между лопатками и лентой.

Abstract. An application of grainthrowers in the technological process of a post-harvest grain processing is considered in the article. The most used method of a post-harvest grain processing is presented. The analysis of widely used serial designs of operating elements of grain throwing machines and also the analysis of operations performed by them are made. Primary disadvantages of designs of grainthrowers' operating elements used nowadays are determined. A necessity of either a creation or an efficient improvement and combining of existing throwing machines, with keeping parameters of a productivity in along with lowering a grain damaging, is substantiated. The design of the developed combined belt grainthrower (patented in RF) aimed on lowering of a processed grain damaging is considered. The distinctive feature of the combined belt grainthrower is a using of the paddle pinch barrel instead of a solid pinch barrel. Paddles of the pinch barrel are made of an elastic material and set with a slight gap to the endless belt. A working process of the offered combined belt grainthrower design is analyzed. The experimental operating element can be used in serial grain throwing machines for a performing of different kinds of operations such as loading, unloading and moving of grain masses. Results of experimental researches of the belt speed (throwing speed) impact on the arc of throwing are presented. An economical efficiency of application of the combined belt grain thrower is determined. A payback perion of the project and a net present value for project's life are determined.

Keywords: combined grain thrower, belt feeder, blade thrower, grain injury, abrasion, blades of elastic material, the gap between the blades and the tape.

Согласно данным Росстата, российские аграрии в 2017 году собрали рекордный урожай пшеницы – 85,8 млн т в чистом весе. Общий сбор зерна – более 130 млн т – превысил исторический рекорд,

достигнутый в 1978 году, когда было собрано 124,7 млн т. В 2016 году сельхозпроизводители получили 120,7 млн т зерна в чистом весе, в том числе 73,29 млн т пшеницы [1].

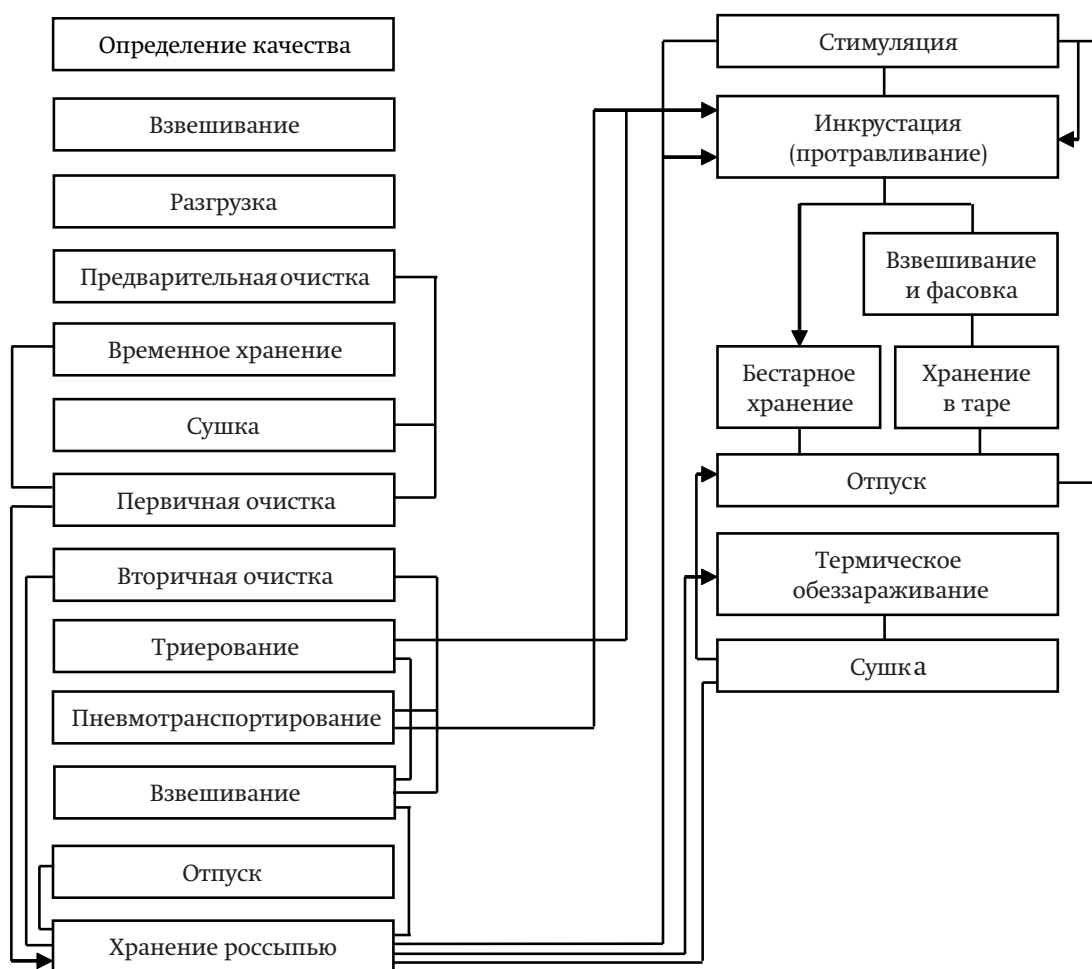


Рисунок 1 – Технологическая схема послеуборочной обработки зерна

В процессе приведения свежесобранного зернового вороха в состояние, определяющееся требованиями соответствующих нормативных документов, на него многократно воздействуют рабочие органы различных машин [2–4]. Технологическая схема послеуборочной обработки зерна, приведенная в «Нормах технологического проектирования предприятий послеуборочной обработки и хранения фуражного зерна и семян зерновых культур и трав НТП 16-93», представлена на рисунке 1.

Анализ схемы позволяет сделать заключение, что часть операций послеуборочной обработки так или иначе связаны с использованием зернометателей и зернопогрузчиков. Роль зернометателей не ограничивается только перелопачиванием, при пропуске зерна через метательную машину происходит также его предварительная очистка, отделение легких примесей – половы, соломистой части, а также снижение

влажности зерна, что снижает склонность к образованию очагов самосогревания и благоприятно отражается на способности к хранению. В южных, юго-восточных и центрально-черноземных областях, где период уборки попадает как правило на теплый и сухой сезон, чаще всего применяется воздушно-солнечная сушка зерна, предусматривающая многократную перебуртовку на площадках временного хранения погрузчиками непрерывного действия: ЗПС-60, ЗПС-100, ЗМС-100, ЗМС-195, ЗС-90, ЗМС-60, ЗМ-60, ЗМЭ-90 и др. Установлено, что при однократном пропуске вороха через метатель влажность снижается на 3...5 %, а температура – на 10...15 °С, кроме того, удаляются инсектовидные вредители. В зонах, где уборка проходит в период с высокой влажностью (Северо-Запад, Урал, Дальний Восток), зерно доводят до кондиционной влажности с помощью специальных зерносушильных комплексов.

На сегодняшний день машина ЗМ-60А

(или ЗМЭ-90) является одной из самых применяемых в сельскохозяйственном производстве. В процессе работы этот метатель повреждает, скалывает и истирает зерно, при этом не производит четкого разделения зернового вороха (особенно в безветренную погоду) [2].

Причина повреждения – скольжение зернового вороха в промежутке между барабаном и лентой. Вследствие этого одинаковые по размерам и аэродинамическим свойствам частицы падают на разном расстоянии от машины, одновременно вновь перемешиваясь с отделенными примесями.

Применение ЗПС-100А также не дает ощутимого улучшения результатов, так как из-за незначительной скорости метания и образования при этом сопутствующей струи воздушного потока охлаждение вороха незначительно. По этой же причине неэффективно происходит и отделение легких примесей.

Учитывая указанные недостатки, можно сделать вывод, что применение ленточных метателей распространенных на настоящий момент конструкций целесообразно при обработке больших объемов фуражного зерна и нежелательно при работе с семенным материалом.

Исходя из вышеизложенного, предлагается совершенствование ленточного

метателя зерна, направленное на снижение травмирующего воздействия на обрабатываемый зерновой материал [6, 7].

Анализ работы экспериментального рабочего органа показывает, что в сравнении с ленточным метателем (со сплошным прижимным барабаном) контактное воздействие со стороны рабочего органа значительно уменьшается. Однако некоторая часть обрабатываемого зерна все же подвергается воздействию со стороны лопаток прижимного барабана.

Снижение травмирующего воздействия на обрабатываемый зерновой материал достигается за счет исключения истирающего воздействия в зазоре между сплошным прижимным барабаном и лентой (в конструкции серийного метателя зерна типа ЗМ), а также за счет снижения контактного воздействия металлических лопаток в конструкции некоторых экспериментальных метателей [8, 9].

Схема разработанного метателя представлена на рисунке 2. Рабочий орган состоит из расположенных на валу 2 опорных дисков 1. К валу крепятся лопатки из упругого материала 3. Предотвращение истирания обрабатываемого материала между поверхностью бесконечной прорезиненной ленты 4 и торцом лопатки обусловлено наличием между ними зазора d .

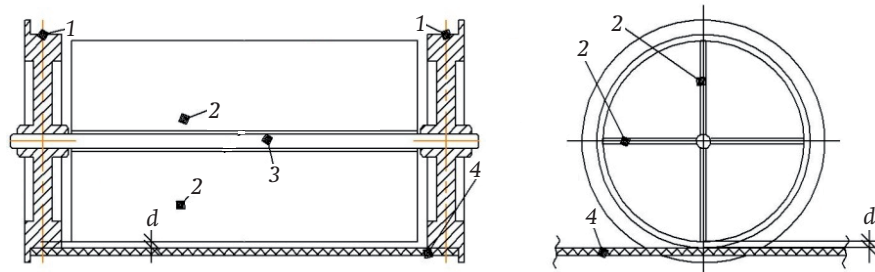


Рисунок 2 – Схема комбинированного ленточного метателя:

1 – опорные диски; 2 – лопатки из упругого материала; 3 – вал; 4 – бесконечная лента

Предлагаемый вариант прижимного барабана, оснащенного лопатками, позволяет изменять режим работы метательной машины, а именно дальность метания и производительность в широком диапазоне. Изменение режима работы экспериментальной установки не приводило к появлению таких негативных последствий технологического процесса, как боковой рассев обра-

батываемого материала и проскальзывание слоя материала на метательной ветви ленты при повышенных скоростях движения последней.

Увеличение скорости движения ленты при использовании барабана, оснащенного лопатками, приводило к увеличению дальности метания, увеличению длины распределения, а также более четкому фракци-

онированию материала по длине метания. Результаты обработки экспериментальных данных распределения зернового материала по длине метания в зависимости от скорости движения ленты представлены на рисунке 3.

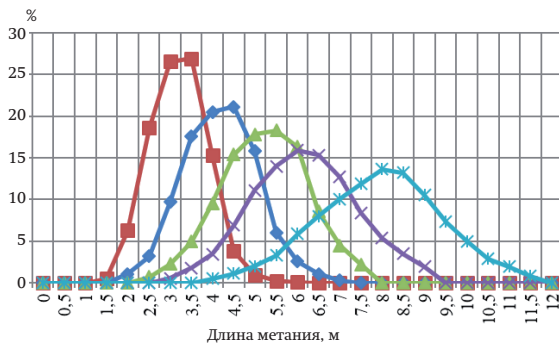


Рисунок 3 – Распределение зернового материала по длине метания: — 8 м/с; — 10 м/с; — 12 м/с; — 14 м/с; — 16 м/с

Расчет экономической эффективности применения комбинированного метателя проводится на основании действующих методик, стандартов и нормативных документов с учетом среднегодового уровня инфляции [10].

При расчете экономической эффективности в качестве базы сравнения был принят серийно выпускаемый метатель ЗМ-60. При расчетах условия эксплуатации принимались идентичными.

Основными показателями экономической оценки применения рабочего органа явилось улучшение качества обработанного зерна (посевные и товарные качества) по сравнению с серийной установкой, а также получаемый на предприятии годовой эффект в виде чистого дисконтированного дохода (ЧДД).

Чистый дисконтированный доход определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу (году, кварталу, месяцу), или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами:

$$\text{ЧДД} = \sum_{i=0}^T (P_{it} - И_{it}) \frac{1}{(1 + E_p)^t} - K, \quad (1)$$

где P_t – результаты, достигаемые на шаге расчета t , р.; $И_{it}$ – эксплуатационные затраты на шаге расчета t без учета капиталовложений, р.; T – горизонт расчета (срок службы), лет; K – сумма дисконтированных капиталовложений, р.

В данном случае были предусмотрены одноразовые капиталовложения и получение одинаковой годовой экономии по всему горизонту дисконтирования, за который принимается срок службы машины. Таким образом, чистый дисконтированный доход рассчитывается с использованием коэффициента суммы дисконтирования. Результаты расчета экономической эффективности применения комбинированного ленточного метателя зерна представлены в таблице.

Результаты расчета экономической эффективности

Показатель	Вариант	
	ЗМ-60	Проектный
Балансовая стоимость одной машины, р.	219 480	201 750
Часовая производительность 1 машины, т/ч	60	50
Годовая выработка, т	3000	2500
Количество машин, шт.	1	1
Затраты на модернизацию, р.	-	10 655
Трудоемкость операции, чел.-ч/т	0,03	0,04
Годовое превышение затрат труда, чел.-ч.	-	200
Степень повышения эксплуатационных затрат, %	-	30,42
Годовое повышение эксплуатационных затрат, р./т	-	20,1
Удельная материалоемкость, кг/т	0,44	0,4
Степень снижения материалоемкости, %	-	10,28
Чистый дисконтированный доход (за срок службы), р.	-	864 361
Коэффициент (индекс) доходности капиталовложений	-	16,82
Срок окупаемости, лет	-	2

Анализ данных таблицы позволяет сделать заключение о рациональности использования предлагаемого комбинированного ленточного метателя зерна [8, 9]. Срок

окупаемости проекта составляет 2 года.

В результате расчета экономической эффективности внедрения комбинированного ленточного метателя зерна выявлена

перспективность его использования в сельскохозяйственном производстве. Внедрение позволит получить чистый дисконтирован-

ный доход 864 361 р. при сроке существования проекта – 8 лет. Срок окупаемости составит 2 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Agronews. URL: <https://agronews.com/ru/ru/news/agrosfera/2017-12-27/25585>.
2. Бутенко А. Ф., Асатуриян А. В., Чепцов С. М. Экспериментальное определение параметров активного питателя ленточного метателя зерна // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 1 (17). С. 17–21.
3. Бутенко А. Ф., Асатуриян А. В., Чепцов С. М. К совершенствованию конструкций рабочих органов ленточных метателей зерна // Современные тенденции в образовании и науке: материалы международной науч.-практ. конф. Часть 14. Тамбов, 2014. С. 20–25.
4. Шуханов С. Н. Совершенствование рабочего процесса зернометателей и зернопогрузчиков: дис. ... доктора техн. наук: 05.20.01 / Станислав Николаевич Шуханов. М., 2012. 285 с.
5. Шуханов С. Н., Токмакова А. Л. Послеуборочная обработка зернового вороха с использованием метателя зерна барабанного типа // Вестник ИРГСХА. 2015. № 66. С. 123–128.
6. Асатуриян А. В. Обоснование технологического процесса работы и параметров усовершенствованного ленточного метателя зерна: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Андрей Варганович Асатуриян. Зерноград, 2016. 150 с.
7. Бутенко А. Ф., Асатуриян А. В., Чепцов С. М. Анализ рабочих органов зернометательных машин // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 4 (20). С. 12–17.
8. Бутенко А. Ф., Асатуриян А. В., Чепцов С. М. Результаты экспериментальных исследований комбинированного ленточного метателя зерна // Научное обозрение. 2016. № 10. С. 79–83.
9. Пат. 2546755 Российская Федерация, МПК В 65 G 31/02, В 65 G 31/04. Метатель сыпучих материалов / Асатуриян А. В., Бутенко А. Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия». – № 2013157136/11 ; заявл. 23.12.2013 ; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.
10. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. М. : Агропромиздат, 1998.

REFERENCES

1. Agronews. URL: <https://agronews.com/ru/ru/news/agrosfera/2017-12-27/25585>.
2. Butenko A. F., Asaturyan A. V., Cheptsov S. M. Eksperimental'noe opredelenie parametrov aktivnogo pitatelya lentochnogo metatelya zerna // Vestnik APK Stavropol'ya. 2015. № 1 (17). pp. 17–21.
3. Butenko A. F., Asaturyan A. V., Cheptsov S. M. K sovershenstvovaniyu konstruksiy rabochikh organov lentochnykh metateley zerna // Sovremennyye tendentsii v obrazovanii i nauke: materialy mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. Chast' 14. Tambov, 2014. pp. 20–25.
4. Shukhanov S. N. Sovershenstvovanie rabocheho protsessa zernometateley i zernopogruzchikov: dis. ... doktora tekhn. nauk: 05.20.01 / Stanislav Nikolaevich Shukhanov. M., 2012. 285 p.
5. Shukhanov S. N., Tokmakova A. L. Posleuborochnaya obrabotka zernovogo vorokha s ispol'zovaniem metatelya zerna barabannogo tipa // Vestnik IrGSKhA. 2015. № 66. pp. 123–128.
6. Asaturyan A. V. Obosnovanie tekhnologicheskogo protsessa raboty i parametrov usovershenstvovannogo lentochnogo metatelya zerna: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01 / Andrey Vartanovich Asaturyan. Zernograd, 2016. 150 p.
7. Butenko A. F., Asaturyan A. V., Cheptsov S. M. Analiz rabochikh organov zernometatel'nykh mashin // Vestnik APK Stavropol'ya. 2015. № 4 (20). pp. 12–17.
8. Butenko A. F., Asaturyan A. V., Cheptsov S. M. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy kombinirovannogo lentochnogo metatelya zerna // Nauchnoe obozrenie. 2016. № 10. pp. 79–83.
9. Pat. 2546755 Rossiyskaya Federatsiya, MPK B 65 G 31/02, B 65 G 31/04. Metatel' syuchikh materialov / Asaturyan A. V., Butenko A. F.; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe

byudzhethnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Azovo-Chernomorskaya gosudarstvennaya agroinzhenernaya akademiya». – № 2013157136/11 ; zayavl. 23.12.2013 ; opubl. 10.04.2015, Vyul. № 10.

10. Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti tekhnologiy i sel'skokhozyaystvennoy tekhniki. M. : Agropromizdat, 1998.

Бутенко Александр Федорович, канд. техн. наук, доцент, доцент

Тел. 8-918-574-58-11

E-mail: butenko.1977@mail.ru

Асатуриян Андрей Вартанович, канд. техн. наук, преподаватель 1 категории

Тел. 8-908-175-70-91

E-mail: asaturyan-a@mail.ru

347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21