

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

PROCESSES AND MACHINES OF AGROENGINEERING SYSTEMS

УДК 631.354.2(043.3)

А. В. Клочков, В. Ф. Ковалевский

Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ул. Мичурина, 5, 213407 г. Горки, Могилевская область, Беларусь, +375 (29) 814 30 95, vova.kovalevsky@yandex.by

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПРУЖИННО-ПАЛЬЦЕВЫХ АКТИВАТОРОВ КЛАВИШНОГО СОЛОМОТРСА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Снижение потерь зерна при комбайновой уборке является важнейшим элементом современных технологий. Современные зерноуборочные комбайны имеют потенциальные возможности для проведения уборки с минимальными затратами. Хотя в республике отмечается тенденция снижения количества применяемых комбайнов, в то же время последовательно осуществляется их качественная модернизация, направленная на повышение производительности и качества работы. С целью снижения потерь зерна за клавишным соломотрясом зерноуборочного комбайна разработан пружинно-пальцевый активатор (далее — ППА), который прошел испытания в период уборочной кампании 2016 года. Производственные исследования работы ППА позволили определить снижение потерь зерна за соломотрясом, обосновать экономические параметры целесообразности применения данного активатора.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн; клавишный соломотряс; активатор; потери зерна.
Табл. 4. Рис. 4. Библиогр.: 7 назв.

A. V. Klochkov, V. F. Kovalevskiy

Belarusian State Order of the October Revolution and the Red Banner of Labour Agricultural Academy, Gorki, Mogilev oblast, Republic of Belarus, 213407, +375 (29) 814 30 95, vova.kovalevsky@yandex.by

RESULTS OF TESTS OF SPRING-FINGER ACTIVATORS OF THE COMBINE HARVESTER'S KEY STRAW-SHAKER

The reduction of grain loss during combine harvesting is a critical element of modern technologies. Modern combine harvesters have potential for harvesting with minimal costs. Though there is a trend of reducing the number of combine harvesters in the country, their qualitative modernization aimed at improving productivity and quality of work is consistently carried out. In order to reduce grain loss using the combine harvester's key straw-shaker, the spring-finger activator was developed. It was tested during the harvesting campaign in 2016. The production study of the operation of the spring-finger activator allowed to determine the reduction of grain loss and justify economic parameters of the expediency of using this activator.

Key words: combine harvester; key straw-shaker; activator; grain loss.
Table 4. Fig. 4. Ref.: 7 titles.

Введение. Важной задачей устойчивого развития сельскохозяйственного производства, предусмотренной Государственной программой развития аграрного бизнеса на 2016—2020 годы [1], является повышение продуктивности полей, в том числе и за счет сохранения выращенного урожая. На этапе уборки часто допускаются неоправданные потери зерна при работе комбайнов. Опыт передовых хозяйств Беларуси указывает на реальные возможности уборки высоких урожаев зерна с минимальными потерями. Условия уборки ряда лет были достаточно благоприятными для проведения работ, однако следует быть готовыми и к работе

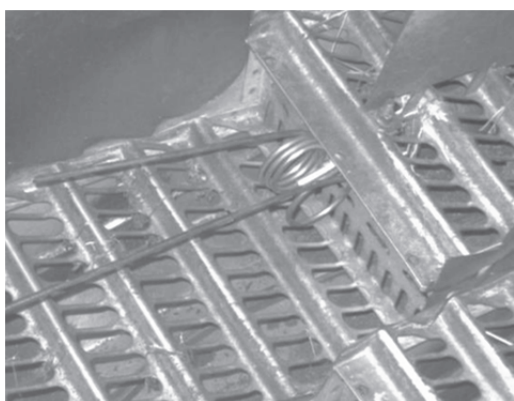
в условиях повышенной влажности. Здесь работе без потерь урожая необходимо уделить особое внимание [2]. Потери зерна при уборке должны быть сведены к минимуму. Этому способствует применение активаторов соломотряса, среди которых наиболее простыми и достаточно эффективными являются устройства с упругими элементами. Объективной причиной является неэффективная работа соломотряса, который не всегда приспособлен к полному выделению всего остающегося зерна. Для устранения данного недостатка разработаны ППА соломотряса. Они представляют собой спаренные пружинные пальцы различной длины и крепятся на клавишах соломотряса [3]. При работе пальцы активатора совершают колебания с протряхиванием соломы и выделением остатков зерна. Исследованы параметры колебаний пальца пружинного активатора и определены их характеристики для выбора параметров активатора [4]. Основные параметры ППА обоснованы лабораторными исследованиями по критерию активности колебаний. В процессе полевых испытаний определялась эффективность ППА с учетом особенностей их установки и использования.

Материал и методы исследования. Используемая методика проведения производственных испытаний составлена на основании типовой методики испытаний зерноуборочных комбайнов [5]. Испытания проводились на зерноуборочном комбайне КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12» (серийный номер 06187) с установленными ППА (рисунок 1) в период уборочной кампании 2016 года в ОАО «Мазоловское» Мстиславского района Могилевской области.

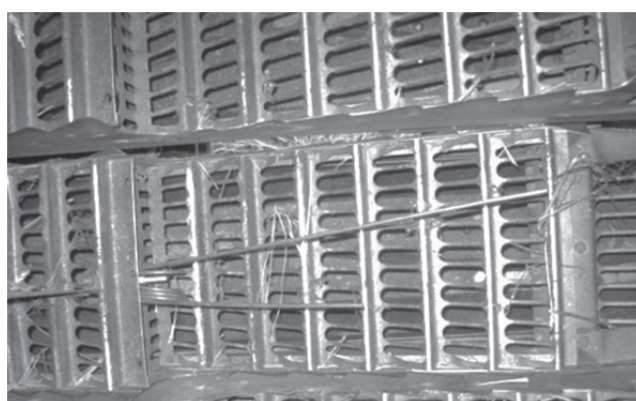
Сравнительные испытания зерноуборочного комбайна с установленными ППА проведены в различных условиях (таблица 1).

Для полного исследования работы ППА при различных условиях и режимах работы были приняты следующие культуры: озимая пшеница, яровая пшеница и озимый тритикале. Приведены основные показатели и характеристика убираемых культур, настройки основных параметров зерноуборочного комбайна КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12» при уборке на различных культурах (таблицы 2 и 3).

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведения экспериментальных исследований производили измерение потерь за соломотрясом и системой очистки, затем рассчитывали потери за соломотрясом в процентах.



а)



б)

а — вид сбоку, б — вид сверху

Рисунок 1. — Установленные пружинно-пальцевые активаторы на клавишном соломотрясе зерноуборочного комбайна КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12»

Т а б л и ц а 1. — Условия проведения производственных испытаний ППА

Наименование показателей	Значение показателей		
	Поле озимой пшеницы, 19 га	Поле яровой пшеницы, 102 га	Поле озимого тритикале, 21 га
Место проведения опыта			
Дата проведения исследования	29 июля 2016 года	10 августа 2016 года	18 августа 2016 года
Вид проводимых работ	Прямое комбайнирование		
Состав исследуемых агрегатов	КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12» без ППА, КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12» с тремя и пятью ППА		
Влажность почвы в слоях, % на поверхности на глубине 10 см на глубине 20 см на глубине 28 см	24,7 26,3 27,7 28,3	25,2 26,9 28,4 29,1	25,7 27,2 28,3 29,3
Твердость почвы в слоях, МПа на глубине 10 см на глубине 20 см на глубине 28 см	2,11 2,19 2,26	2,17 2,21 2,31	2,15 2,23 2,33
Засоренность участка камнями, шт/м ²	Отсутствует		
Уклон поля, град	до 2		

Т а б л и ц а 2. — Характеристика убираемых культур

Наименование показателя	Значение показателей		
	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Озимый тритикале
Культура			
Сорт	Конвейер	Тома	Прометей
Предшественник	Яровой рапс	Озимая пшеница	Ячмень
Засоренность культуры над фактической высотой среза, %	2	3	3
Естественные потери зерна (потери от самоосыпания), %	0,02	0,04	0,04
Высота растений (в естественном /выпрямленном состоянии), м	1,001 / 1,1095	0,9715 / 1,0685	1,0045 / 1,147
Полеглость растений, %	Прямостоячий стеблестой		
Влажность соломы/зерна, %	14,2 / 13,8	13,9 / 13,5	17,8 / 15,4
Масса 1000 зерен, г	44,3	37,7	45,2
Урожайность зерна, ц / га	42,3	41,1	41,8

Т а б л и ц а 3. — Параметры настройки зерноуборочного комбайна КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12»

Наименование показателей	Значение показателей		
	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Озимый тритикале
Скорость движения, км / ч	3,6 / 4,4 / 5,1	3,6 / 4,4 / 5,1	3,6 / 4,4 / 5,1
Конструктивная ширина захвата, м	7,0	7,0	7,0
Установочная высота среза	15	15	15

Окончание таблицы 3

Наименование показателей	Значение показателей		
	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Озимый тритикале
Частота вращения молотильного барабана, мин ⁻¹	800	800	850
Зазор между барабаном и декой, мм: на входе на выходе	19 3	19 3	20 4
Частота вращения вала вентилятора, мин ⁻¹	780	780	720
Величина открытия жалюзи решет, мм: верхнего нижнего дополнительного удлинителя верхнего	12 8 14 9	12 8 14 9	12 8 14 9

Согласно полученным данным по средним потерям зерна за соломотрясом, основное влияние на потери зерна оказывают вид культуры, скорость движения зерноуборочного комбайна и количество установленных ППА. Рассмотрим в отдельности эти факторы по значимости влияния на потери зерна за клавишным соломотрясом зерноуборочного комбайна КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12». Изменения потерь зерна за соломотрясом при уборке озимой пшеницы представлены графически (рисунок 2).

В результате опытов установили, что для озимой пшеницы при уборке без установленных ППА потери зерна находятся в пределах 0,043...0,050%. При установке ППА на клавишный соломотряс наблюдается уменьшение потерь зерна, причем для обоих вариантов (трех и пяти ППА) результаты получились с одинаковым уменьшением потерь зерна, которые находятся в пределах 0,027...0,028%. Для озимой пшеницы при изменении скорости в пределах 3,6...5,1 км / ч наблюдается увеличение потерь зерна.

Рассмотрим результаты замера потерь зерна за соломотрясом при уборке яровой пшеницы (рисунок 3).

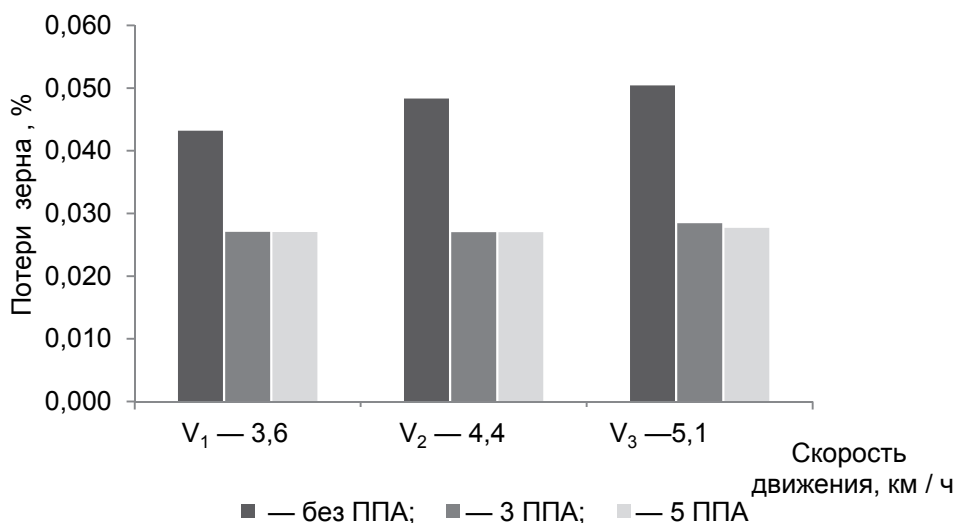


Рисунок 2. — Потери зерна при уборке озимой пшеницы за соломотрясом с различным числом активаторов

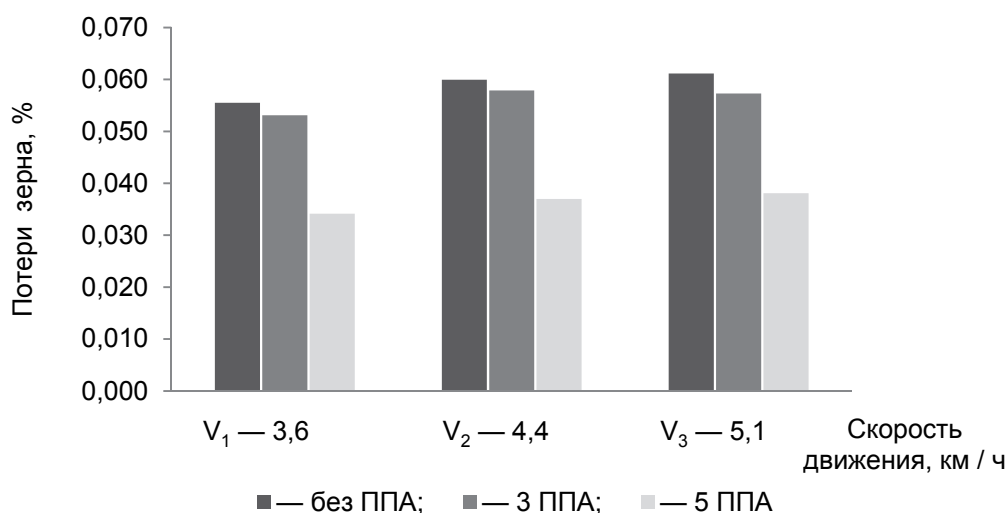


Рисунок 3. — Потери зерна при уборке яровой пшеницы за соломотрясом с различным числом активаторов

При уборке яровой пшеницы без ППА наблюдаются потери зерна в диапазоне 0,055...0,061%. После установки ППА отметим снижение потерь зерна: при установке трех ППА потери составляют 0,053...0,058%. При работе с пятью ППА эффект значительно больше — потери снижаются до 0,034...0,038%.

Проанализируем характер изменения потерь зерна при уборке озимого тритикале (рисунок 4).

Зафиксированные потери зерна при работе без ППА находятся в пределах 0,051...0,054%. При установке трех ППА для всех трех скоростей наблюдается одинаковое значение потерь зерна, которое составляет 0,032%. При увеличении количества пружинно-пальцевых активаторов до 5 единиц зафиксированы потери зерна в пределах 0,030...0,031%.

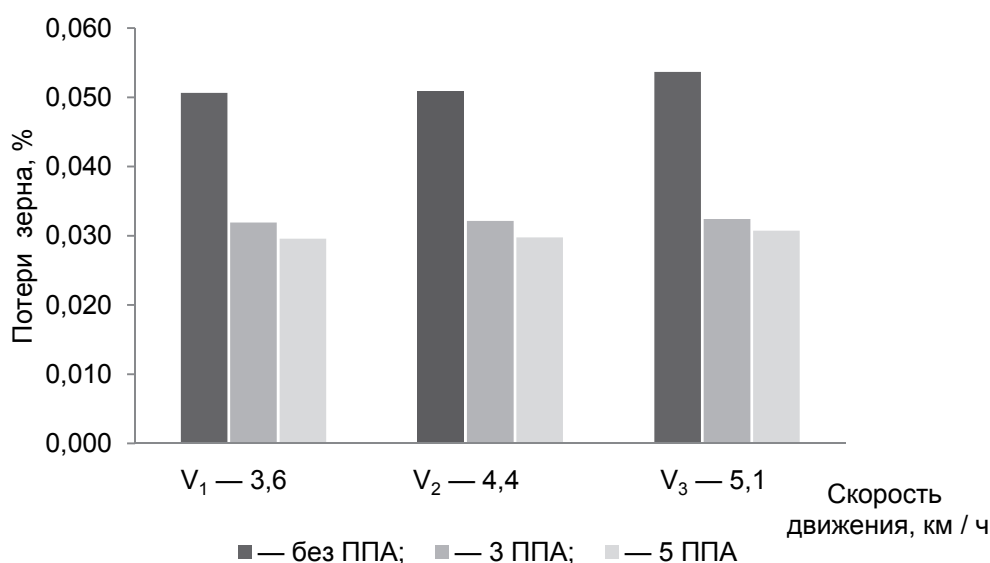


Рисунок 4. — Потери зерна при уборке озимого тритикале за соломотрясом с различным числом активаторов

Определение экономической эффективности внедрения ППА клавишного соломотряса зерноуборочного комбайна КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12» основано на методике [6]. Определение экономической эффективности заключается в сопоставлении частных и общих экономических показателей, характеризующих экономию труда, получение экономического эффекта [7].

Для расчета основных показателей использованы цены на топливо концерна «Белнефтехимпром» по состоянию на 19.09.2016. При балансовой стоимости зерноуборочного комбайна КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12» 148 131,2 р. капитальные вложения на изготовление ППА составляют 21,9 р. Расчет произведен по трем основным культурам: озимая пшеница, яровая пшеница, озимый тритикале. Часовая оплата труда принята на основании тарифной ставки первого разряда, которая на 1 июля 2016 года составляла 29,8 р.

Представим результаты расчета основных показателей эффективности внедрения ППА клавишного соломотряса (таблица 4).

При этом для расчета базового клавишного соломотряса приняты максимальные допустимые потери зерна 0,5%, которые достигаются в период уборки в особо сложных условиях.

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений E_c рассчитан по формуле $E_c = \Delta K / \Delta c$, где ΔK — сумма дополнительных капитальных вложений, необходимых для изготовления ППА, р.; Δc — годовая экономия на себестоимости (эксплуатации), р. / год [7].

Произвели сравнение потерь зерна за соломотрясом (кг / га), а затем рассчитали экономию потерь зерна от установки ППА, выраженную в денежном эквиваленте с учетом закупочных цен на зерно в период уборочной кампании 2016 года. При этом произвели расчет потерь зерна на 100 га. Данное сопоставление характеризуется тем, что в хозяйствах минимальная площадь посева зерновых культур составляет в среднем 100 га. Определенный срок окупаемости капитальных вложений весьма невысок и составляет 0,043...0,079 года.

Заключение. В результате проведенных исследований по применению пружинно-пальцевых активаторов, установленных на клавишном соломотрясе зерноуборочного комбайна в различных комбинациях, получены следующие данные:

Т а б л и ц а 4. — Экономические показатели процесса уборки зерновых культур зерноуборочным комбайном КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS 12»

Показатели	Культура					
	Озимая пшеница		Яровая пшеница		Озимый тритикале	
	Базовый соломотряс	з ППА	Базовый соломотряс	з ППА	Базовый соломотряс	з ППА
Потери зерна, кг / га	21,15	1,14...1,18	20,55	2,18...2,38	20,9	1,34
Экономия потерь зерна, кг / га	20,01...19,97		18,37...18,17		19,56	
Потери зерна с 100 га, кг	2 001...1 997		1 837...1 817		1 956	
Стоимость зерна, сэкономленного при установке ППА, р. (при расчете на 100 га)	499,25...500,25		436,08...440,88		273,84	
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, год	0,043...0,044		0,050		0,079	

1) при увеличении скорости движения комбайна при уборке озимой и яровой пшеницы, а также тритикале наблюдается увеличение потерь зерна. Величина потерь для трех культур находится в диапазоне 0,043...0,061%;

2) при установке ППА на соломотряс наблюдается уменьшение потерь зерна как при использовании трех, так и пяти активаторов. При установке трех активаторов наблюдаются потери зерна в пределах 0,027...0,058%. Работа с пятью ППА незначительно отличается от использования трех ППА, при этом диапазон потерь зерна составляет 0,027...0,038%. Особенностью работы трех ППА при уборке яровой пшеницы при изменении скорости является то, что они не влияют на изменение величины потерь зерна (0,032%). В работе трех и пяти ППА, установленных на соломотрясе, нижний предел потерь зерна составляет 0,027%. Следовательно, достаточно эффективно применять для установки на соломотряс три ППА. При этом учитываются затраты на изготовление и установку трех ППА в размере 21,9 р., пяти ППА — 36,5 р., что подтверждает экономическую целесообразность принятого решения;

3) непосредственным преимуществом работы с тремя ППА также является постоянство сепарации зерна из слоя соломистого вороха на различных скоростях движения зерноуборочного комбайна. Согласно рассчитанному сроку окупаемости, изготовленные ППА для всех культур окупятся за один сезон уборки, и при этом изменения данного показателя составляют от 0,043 до 0,079 года.

Список цитируемых источников

1. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016—2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г. № 585 [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь № 196 от 11 марта 2016 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600196>. — Дата доступа: 15.08.2016.

2. Клочков, А. В. Предотвращение потерь зерна при уборке: рекомендации / А. В. Клочков, В. В. Гусаров, В. Ф. Ковалевский ; под ред. А. В. Клочкова. — Горки, 2015. — 106 с.

3. Клочков, А. В. Новый активатор соломотряса зерноуборочного комбайна / А. В. Клочков, В. Ф. Ковалевский // Наше сельское хозяйство. — 2016. — № 13. — С. 14—17.

4. Клочков, А. В. Характеристика технологического процесса пружинно-пальцевого активатора соломотряса / А. В. Клочков, В. Ф. Ковалевский // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 9 июня 2016 г. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, РО «Белагросервис», Белорус. гос. аграр. техн. ун-т ; редкол.: Н. К. Лисай [и др.]. — Минск : БГАТУ, 2016. — С. 210—216.

5. Типовая методика проведения испытания зерноуборочных комбайнов. — Гомель, 2010. — 21 с.

6. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей ТКП 151-2008 (02150). Технический кодекс установившейся практики : ОСТ 10.2.18-2001. — Минск : Минсельхозпрод, 2001. — 14 с.

7. Гордеев, М. Г. Организация производства и управления предприятием. Организация производства : метод. указания к практ. занятиям / М. Г. Гордеев, Ю. В. Смирнова. — Горки : БГСХА, 2014. — 96 с.

Поступила в редакцию 12.02.2017