

УДК 621.928.13

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЗЕРНОВОГО СЕПАРАТОРА ЗСМ-50 С РАЗРАБОТАННЫМИ РЕШЕТАМИ

**Пивень М.В., к.т.н., доц., Тищенко Л.Н., д.т.н., проф., академик
НААНУ**

*(Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко)*

В статье представлены результаты производственных испытаний вибрационного зернового сепаратора ЗСМ-50. Установлена высокая эффективность применения разработанных решет.

Постановка проблемы. Одним из путей повышения эффективности сепарирования зерновых смесей (ЗС) является интенсификация процесса сегрегации, путем увеличения пористости и скорости послойного движения смеси. В лаборатории послеуборочной обработки зерна Харьковского национального технического университета сельского хозяйства имени П. Василенко, совместно с ОАО “Завод им. Фрунзе” (Харьков), разработаны новые решета на рабочих поверхностях которых, на поперечных перемычках, расположены разрыхлители в виде ребер или продолговатых рифлей. При вибрациях решет, разрыхлители воздействуют на ЗС, разрыхляют ее и увеличивают скорость послойного движения.

Анализ последних исследований и публикаций. В работах [1-8] выполнены теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию параметров процесса сепарирования ЗС и конструктивных параметров разрыхлителей. Однако наиболее достоверные данные об эффективности работы новых решет можно получить по результатам производственных испытаний в условиях длительной эксплуатации. Кроме того, в указанных работах не исследовались качественные показатели очищенных ЗС, затраты мощности на работу сепаратора с разработанными решетами, степень повреждаемости семян.

Цель исследований – провести сравнительные с серийными производственные испытания разработанных решет, определить параметры эффективности их работы.

Результаты исследований. Производственные испытания разработанных решет проведены на вибрационном сепараторе ЗСМ-50 на очистке ЗС озимой пшеницы “Донецкая 48”, ячменя “Одесский 131” и ржи “Харьковская 98” естественного гранулометрического состава с влажностью до 14%, на Новопокровском комбинате хлебопродуктов (Харьковская обл., Чугуевский р-н.).

Конструктивная схема модернизированного вибрационного сепаратора ЗСМ-50 представлена на рис. 1. Он состоит из станины 1, к которой на плоских пружинах 12 подвешены один под другим верхний 4 и нижний 16 решетные

станы. В обоих станах установлены подсевные 15 и сортировальные 10 решета. Под решетами расположены очистительные инерционные механизмы 9. К верхнему стану прикреплена рама с приемным решетом 3. К станам прикреплен эксцентриковый вибровозбудитель 2, сообщающий им возвратно-поступательные движения. Над решетными станами расположены аспирационные каналы 6, 11 и две осадочные камеры 7, 8. С передней стороны станины расположено приемное устройство 5.

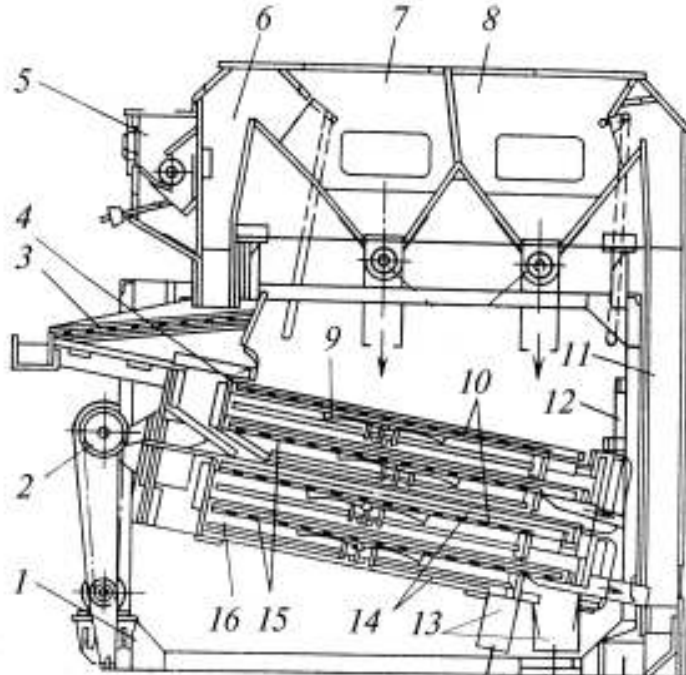


Рисунок 1 - Конструктивная схема модернизированного вибрационного сепаратора ЗСМ-50: 1 – станина; 2 – вибровозбудитель эксцентриковый; 3 – решето приемное; 4 – стан решетный верхний; 5 – устройство приемное; 6 – канал аспирационный; 7, 8 – камеры осадочные; 9 – механизм инерционный очистительный; 10 – решета сортировальные; 11 – канал аспирационный; 12 – пружина; 13 – лотки; 14 – поддоны; 15 – решета подсевные; 16 – стан решетный нижний

ЗС из приемного устройства 5 проходит в аспирационный канал 6. Здесь из нее выделяются мелкие примеси, уносимые воздушным потоком в осадочную камеру. Далее ЗС попадает на приемное решето 3, сходом с которого идут крупные примеси, а проход – двумя параллельными потоками поступает в верхний 4 и нижний 16 станы. На подсевных решетках 15 под действием разрыхлителей (оробрений) интенсивно просеиваются мелкие примеси и дробленое зерно, на сортировальных 10 – под действием рифлей – мелкое и щуплое зерно. Очищенное зерно поступает в аспирационный канал 11, где вторично очищается от крупных легких примесей. Битое, щуплое зерно и другие примеси удаляются из сепаратора по поддонам 14 и лоткам 13.

Кинематические параметры сепаратора приняты паспортными и взяты из технической характеристики: амплитуда колебаний решет – 5 мм; круговая частота колебаний – 52,33 рад/с; угол наклона решет – 11°.

Форма и размеры отверстий решет при очистке ЗС пшеницы, ячменя: подсежных – прямоугольные $2,0 \times 16$ мм², сортировальных – прямоугольные $2,4 \times 16$ мм², зерновых – круглые $\varnothing 6$ мм; при очистке ЗС ржи – соответственно $1,7 \times 16$ мм², $2,0 \times 16$ мм², $\varnothing 4,5$ мм. Конструктивные параметры разрыхлителей приняты оптимальными: диаметр ребер $d_{\text{реб}}=1,1$ мм, высота рифлей $h_{\text{риф}}=0,9$ мм, расстояния между ребрами и рядами рифлей $l_{\text{реб}}=l_{\text{риф}}=21$ мм, расстояния между рифлями $l^*=16$ мм. Работа сепаратора произведена на очистке семенного и продовольственного зерна. За время работы сепаратором очищено около 500 тонн ЗС.

Установлено, что производительность сепаратора с разработанными решетками увеличилась на 20...25% и составляет: на очистке семенного материала – $q=26...32$ кг/час·дм²; на очистке продовольственного зерна $q=48...56$ кг/час·дм². Долговечность рифленых решет не уменьшилась, а оребренных увеличилась на 50...70%. Результаты производственных испытаний сепаратора ЗСМ-50 с разработанными решетками приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Результаты производственных испытаний ЗСМ-50 с разработанными решетками

Культура и сорт зерновой смеси	Удельная производительность, кг/час·дм ²	Исходная зерновая смесь			Очищенная зерновая смесь		
		Чистота, %	Масса 1000 зерен, г	Отход основной культуры и примесей, %	Чистота, %	Масса 1000 зерен, г	Отход основной культуры и примесей, %
Очистка семенного зерна							
Оз.пшеница "Донецкая48"	31	97,54	36,89	2,46	99,34	38,76	0,66
Ячмень "Одесский131"	22,1	96,13	46,10	3,87	99,28	47,21	0,72
Рожь "Харьковская98"	20,2	96,37	28,75	3,63	99,18	30,12	0,82
Очистка продовольственного зерна							
Оз.пшеница "Донецкая48"	55	93,87	35,14	6,13	98,13	37,52	1,87
Ячмень "Одесский131"	37,1	93,95	43,18	6,05	98,69	46,05	1,31
Рожь "Харьковская98"	64,2	94,16	27,16	5,84	98,74	28,74	1,26

Потребляемую вибрационным сепаратором мощность целесообразно разделить на следующие части: А – мощность, расходуемая на холостой ход решетного стана с очистителями; Б – мощность, расходуемая на рабочий режим решетного стана без разрыхлителей; В – мощность, расходуемая на рабочий режим решетного стана с разрыхлителями.

Затраты мощности на работу разрыхлителей можно определить вычитанием В – Б. Измерение мощностей производили клещами Ц-90 с пределами измерений 0...5 кВт и предельной погрешностью 0,5%.

Распределение затрат мощности на работу сепаратора с серийными и разработанными решетками представлено в табл. 2.

Таблица 2 - Распределение затрат мощности на работу сепаратора с серийными и разработанными решетками

Производительность, т/час	Удельная энергоемкость, кВт·час/т	Мощность, потребляемая решетным станом, кВт			
		на холостой ход	на рабочий режим		на работу разрыхлителей
			без разрыхлителей	с разрыхлителями	
серийными решетками					
50	0,044	1,10	1,45	-	-
разработанными решетками					
61,5	0,037	1,1	-	1,58	0,13

Из данных таблицы следует, что затраты мощности на работу разрыхлителей составляют 0,13 кВт. Это составляет 4% от общей мощности, затрачиваемой на рабочий режим решетчатого стана. Применение разрыхлителей снизило удельные энерго и металлоемкости с 0,044 кВт·час/т до 0,037 кВт·час/т (на 23,5%), с 39,2 кг/т·час до 27,0 кг/т·час (на 18,7%).

В процессе обработки семена получают механические повреждения от воздействия рабочих органов сепаратора. Наличие повреждений существенно влияет на семенные свойства и сохранность семян. Поэтому, одним из важных показателей эффективности процесса сепарирования является степень повреждаемости семян.

Установленные на поперечных перемычках разработанных решет ребра и продолговатые рифли сообщают ЗС дополнительные силовые импульсы и оказывают сопротивление движению нижнему элементарному слою. Повреждение семян может возникнуть при взаимодействии с ребрами и рифлями.

Исследование повреждаемости семян произведено для ЗС озимой пшеницы в режимах очистки семенного материала и продовольственного зерна. Вначале произведен анализ выборки семян исходной смеси, причем состояние примесей в учет не принималось. Для определения степени механической повреждаемости семян объем выборки принят из расчета обеспечения относительной ошибки до 5% при доверительной вероятности 0,95.

ЗС пропускалась через сепаратор с разработанными решетками и разделялась на три фракции: проходы подсевного, сортировального и зернового решет. Полученные фракции исследовались на повреждаемость. По результатам анализа всех трех фракций определялась общая повреждаемость, а затем и повреждаемость семян разрыхлителями как соответствующая разность повреждений семян до и после пропуска через сепаратор. Поврежденными считались дробленые, расколотые семена, а также семена с трещинами и сорванной оболочкой. Результаты исследования сведены в табл. 3.

Таблица 3 - Степень механической повреждаемости семян озимой пшеницы при сепарировании разработанными решетками

Удельная производи- тельность, кг/час·дм ²	Повреждаемость семян, %					
	исходной ЗС	проходových фракций решет			общая фракций	разрабо- танными решетками
		подсевно- го	сортиро- вального	зернового		
очистка семенного материала						
26-32	1,13	1,73	0,92	0,05	0,9	0,23
очистка продовольственного зерна						
48-56	1,48	2,17	1,67	0,03	1,29	0,19

Анализом полученных результатов установлено, что повреждаемость семян в режимах очистки семенного материала больше, чем продовольственного зерна, т.е. возрастает с уменьшением удельных загрузок. Это объясняется уменьшением толщины слоя и увеличением интенсивности воздействий разрыхлителей на смесь.

Наибольшую повреждаемость семян среди проходových фракций имеет подсевное решето. Это объясняется тем, что дробленые и расколотые семена являются мелкой фракцией и просеиваются на подсевном решете. Кроме того, установленные на нем ребра сообщают большие силовые воздействия на смесь, чем рифли сортировальных решет. Таким образом, сепарирование ЗС разработанными решетками сопровождается незначительным увеличением числа поврежденных семян до 0,23 %.

На основании результатов совместных продолжительных испытаний разработанных решет в производственных условиях ОАО «Завод им. Фрунзе» (г. Харьков) внедрил их в серийное производство с годовой программой 8 тыс. штук.

Выводы

1. Производственными испытаниями в условиях длительной эксплуатации подтверждена высокая эффективность разработанных решет. Удельная производительность процесса сепарирования ЗС увеличена на 20...25 % и составляет: на очистке семенного материала $q=26...32$ кг/час·дм²; на очистке продовольственного зерна $q=48...56$ кг/час·дм².

2. Установлено, что на работу разрыхлителей затрачивается мощность 0,13 кВт. Это составляет 4 % от общей мощности, затрачиваемой на работу сепаратора. При этом удельные энерго и металлоемкости снижены, соответственно: с 0,044 кВт·час/т до 0,037 кВт·час/т (на 23,5%), с 39,2 кг/т·час до 27,0 кг/т·час (на 18,7%). Повреждения семян разрыхлителями не превышают 0,23 %. Разработанные решета внедрены в серийное производство на ОАО «Завод им. Фрунзе» (г. Харьков) с годовым выпуском 8 тыс. штук.

Список литературы

1. Пивень М.В. Обоснование процесса сепарирования зерновых смесей плоскими вибрационными решетками // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin, 2015. – Vol.17 №.7 2015 – С. 163-169.

2. Тищенко Л.Н., Пивень М.В., Бредихин В.В. Исследование

внутрислоєвого движенья частиц зернових смесей // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. Вісник ХНТУСХ. - Харків: ХНТУСГ. – 2014. – Вип. 152. – С. 5-11.

3. Пивень М.В., Борщ Ю.П. Закономерности внутрислоєвого движенья частиц зерновой смеси при сепарировании плоскими вибрационными решетками // Хранение и переработка зерна. – 2012. - №4 (154). – С. 68-73.

4. Тищенко Л.Н., Пивень М.В., Харченко С.А. Математическая модель процесса сегрегации зернових смесей при сепарировании плоскими вибрационными решетками // Механізація сільськогосподарського виробництва та переробки сільськогосподарської продукції. Вісник ХНТУСГ.-Харків: ХНТУСГ.-2010.-Вип.103.-С.12-19.

5. Тищенко Л.Н., Пивень М.В., Харченко С.А. Исследование закономерностей пористости зернових смесей при сепарировании плоскими вибрационными решетками // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних та харчових виробництв. Вісник ХНТУСГ.-Харьков: ХНТУСХ.-2007.-Вип.58.-С.22-29.

6. Тищенко Л.Н., Пивень М.В. Исследование закономерностей вибровязкости зернових смесей при сепарировании плоскими вибрационными решетками // Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні. Вісник ХНТУСГ. - Харків: ХНТУСГ.-2006.-Вип.42.-С.106-112.

7. Тищенко Л.Н., Пивень М.В., Бредихин В.В. Планирование эксперимента в исследовании процесса сепарирования зернових смесей плоскими вибрационными решетками // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних та харчових виробництв. Вісник ХНТУСГ.-Харьков: ХНТУСХ.-2006.-Вип.45.-С.11-20.

8. Тищенко Л.Н., Пивень М.В. К исследованию движенья зерновой смеси на решетке под действием вибрации // Науковий вісник НАУ.-К.: НАУ.-2002.-Вип.49.-С.329-336.

Анотація

Результати виробничих випробувань зернового сепаратора ЗСМ-50 з розробленими решетками

Пивень М.В., Тищенко Л.М.

У статті представлені результати виробничих випробувань вібраційного зернового сепаратора ЗСМ-50. Встановлена висока ефективність застосування розроблених решет.

Abstract

Results of production tests of the grain separator ЗСМ-50 with developed sieves

M. Piven, L. Tyshchenko

Results of production tests of the vibration separator ЗСМ-50 has been devised in the article. The high efficiency of application of developed sieves has been established.