5. Ильина Е. Интегральный показатель оценки инвестиционной привлекательности // Экономика сельского хозяйства России. – 2012. – № 11. – С. 49-55.
6. Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.mcx.ru>, свободный (дата обращения: 16.01.2020).
7. Матвейкин И.В., Извозчикова В.В. Информационные технологии управления техническим сервисом в АПК // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 12. – С. 38-40.
8. Закшевский В., Новиков В. Оценка инновационной активности сельхозорганизаций // АПК: Экономика, управление. – 2011. – № 12. – С. 67-71.

References

1. Kuznecov E.S. Upravlenie tekhnicheskimi sistemami. – M.: Rotaprint MADI-TU. – 2003. – 248 s.
2. Mel'nikov S.V., Aleshkin V.R., Roshchin P.M. Planirovanie eksperimenta v issledovaniyah sel'skohozyajstvennykh processov. - 2-e izd., pererab. i dop. – L.: Kolos: Leningr. otd-nie. –1980. – 166 s.
3. OST 70.2.30-78. Ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki. Kompleksnaya ocenka mashin. Programma i metody. – M.: Izd-vo Goskomsel'hoztehniki SSSR. – 1979. – 137 s.
4. Tishaninov N.P., Gaspar'yan V.G. Ocenka kvalifikacii obsluzhivayushchego personala v zhivotnovodstve // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. – 1985. – № 9. – S. 21-22.
5. Il'ina E. Integral'nyj pokazatel' ocenki investicionnoj privlekatel'nosti // Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii. – 2012. – № 11. – S. 49-55.
6. Gosudarstvennaja programma «Razvitie sel'skogo hozyajstva i regulirovanie rynkov sel'skohozyajstvennoj produkcii, syr'ja i prodovol'stviya na 2013-2020 gody» [Elektronnyj resurs] // Rezhim dostupa: <http://www.mcx.ru>, svobodnyj (data obrashheniya: 16.01.2020).
7. Matvejkin I.V., Izvozchikova V.V. Informacionnye tekhnologii upravleniya tekhnicheskimi servisom v APK // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2011. – № 12. – S. 38-40.
8. Zakshevskij V., Novikov V. Ocenka innovacionnoj aktivnosti sel'hozorganizacij // APK: Ekonomika, upravlenie. – 2011. – № 12. – S. 67-71.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Тишанинов Николай Петрович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: vniitinlab5@mail.ru.

Author credentials

Affiliations

Tishaninov Nikolai – Full Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: vniitinlab5@mail.ru.

Поступила в редакцию (Received): 20.01.2020 Принята к публикации (Accepted): 20.02.2020

УДК 631.303

DOI: 10.35887/2305-2538-2020-1-27-35

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

¹Тишанинов Константин Николаевич

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. Детально рассмотрены основные проблемы современной послеуборочной очистки зерна. На основе анализа литературных источников выявлены следующие проблемы послеуборочной очистки зерна: повышенная влажность зерна из-за метеорологических или природно-климатических условий; избыточная засоренность вороха сорными и органическими примесями; хранение некондиционного зерна, при котором происходит его порча; морально и

технически устаревшее оборудование, из-за которого приходится повторно очищать зерно; травмирование зерна рабочими органами зерноочистительных агрегатов. Установлено, что доочистка зерна представляет проблему для зернопроизводителя на всех стадиях его производства: начиная с некондиционного состояния комбайнового вороха и заканчивая технически устаревшим оборудованием. Показано, что поступившее на доочистку зерно необходимо в кратчайшие сроки очистить от не зерновых примесей и довести влажность зерна до кондиций, отвечающим требованиям ГОСТ, так как засоренный или с повышенной влажностью ворох быстро портится из-за активного дыхания зерна, связанного с размножением в нем микроорганизмов. Установлено, что предварительная доочистка зерна может привести к излишнему травмированию зерна, что приводит к низким показателями полевой и лабораторной всхожести. Рекомендовано разработчикам зерноочистительного оборудования разработать машину для первичной очистки зерна, способной за один технологический пропуск довести комбайновый ворох до требуемых ГОСТ'ом кондиций по чистоте.

Ключевые слова: послеуборочная очистка зерна, эффективность очистки, травмирование зерна.

PROBLEMS OF MODERN POST-HARVEST GRAIN CLEANING

¹*Tishaninov Konstantin*

¹*FSBSI "All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture"*

Abstract. The main problems of modern post-harvest grain cleaning are examined in detail. The following problems of post-harvest grain cleaning are identified on the basis of literature analysis: increased grain moisture due to meteorological or climatic conditions; excessive clogging of the pile with weeds and organic impurities; storage of substandard grain, during which spoilage occurs; morally and technically obsolete equipment, because of which it is necessary to re-clean the grain; trauma to the grain by the working bodies of grain cleaning units. It has been established that the post-treatment of grain is a problem for the grain producer at all stages of its production: starting from the substandard condition of the combine heap and ending with technically obsolete equipment. It was shown that the grain received for post-treatment needs to be cleaned of non-grain impurities as soon as possible and the grain moisture should be brought to the conditions that meet the requirements of GOST, since the heap clogged or with high humidity quickly deteriorates due to the active respiration of the grain associated with the multiplication of microorganisms in it. It has been established that preliminary post-treatment of grain can lead to excessive injury to the grain, which leads to low field and laboratory germination rates. It was recommended that the developers of grain cleaning equipment develop a machine for primary grain cleaning, capable of bringing the combine heap to the required cleanliness standards in one process pass.

Keywords: post-harvest grain cleaning, cleaning efficiency, grain injury.

Введение. Послеуборочная очистка зерна является конечной стадией его производства, от эффективности которой зависит товарная ценность конечного продукта: продовольственного зерна и семенного материала. Чтобы обеспечить стойкость зерну при его хранении, свежесобраный зерновой ворох необходимо в кратчайшие сроки очистить от примесей и довести влажность до требуемых кондиций. В процессе послеуборочной очистки зерна происходит его сепарирование по трем физико-механическим свойствам на фракции семян, продовольственного зерна, фуража и отходов. Урожайность посевов напрямую зависит от качества полученных при очистке и сортировании семян. Стоимость полученного продовольственного зерна также зависит от его качественного состава. Поэтому послеуборочная очистка зерна является ключевым фактором, определяющим рентабельность всего цикла производства зерна.

Несмотря на высокие требования к качеству семян и продовольственного зерна, доработка вороха происходит на морально и технически устаревшем оборудовании. Старая техника не соответствует требованиям к зерноочистительным машинам, что приводит к многократному пропуску комбайнового вороха через машины первичной очистки зерна. Полученное таким способом зерно не соответствует ГОСТам. Эти факты говорят о актуальности создания

зерноочистительной техники способной за один технологический пропуск довести комбайновый ворох до необходимых кондиций, отвечающим требованиям ГОСТ, а также выбрать из очищенного зерна качественный семенной материал.

Результаты и обсуждение. Зерновой ворох, поступающей на послеуборочную очистку, представляет собой смесь из зерна основной культуры, сорных растений и зерен других культур; битых и дробленых зерен; пыли, песка, комочков земли; соломы, половы, обрывков стеблей, обломков колоссов и других примесей (таблица 1, [1]).

Таблица 1 – Состав комбайнового вороха

Наименование	Процентное содержание, %
Зерновая примесь, из них:	8,832
- щуплое зерно	0,356
- дробленое зерно	8,416
Сорная примесь, из них:	3,636
- органический сор	1,229
- минеральный сор	0,045
- семена сорняков	2,389
Зерно основной культуры	87,505

Выделение чистого зерна из зернового вороха происходит за счет различия их физико-механических свойств: геометрических размеров, коэффициента трения, формы, коэффициента парусности, скорости витания, плотности, удельной массе, упругости, цвета, электропроводности и других (таблица 2, [2]). Появление новых сортов зерновых культур требует исследования их физико-механических свойств [3].

Таблица 2 – Физико-механические свойства зерновых культур

Наименование	Размеры семян, мм			Скорость витания	Удельный вес, г/см ³	Масса 1000 зерен, г
	толщина	ширина	длина			
Пшеница	1,5...3,8	1,6...4,0	4,2...8,6	8,9...11,5	1,2...1,5	22...42
Рожь	1,2...3,5	1,4...3,6	5,0...10,0	8,4...10,5	1,2...1,5	13...32
Ячмень	1,4...4,5	2,0...5,0	7,0...14,6	8,4...10,8	1,3...1,4	31...51
Овес	1,2...3,6	1,4...4,0	8,0...18,6	7,0...9,0	1,2...1,4	20...42
Рис	1,2...2,8	2,5...4,3	5,0...12,0	9,5...10,1	1,1...1,2	24...31
Кукуруза	2,5...8,0	5,0...11,5	5,5...13,5	9,8...17,0	1,3...1,4	286
Гречиха	2,0...4,2	3,0...5,2	4,4...8,0	2,5...9,5	1,2...1,3	23,5
Просо	1,0...2,2	1,2...3,0	1,8...3,2	2,5...9,5	0,8...1,2	6...6,5

Задачу сортирования можно представить в виде схемы (такого вида схемы предложены Альтшеллером А.Г. [4] в дополнение к вепольному анализу) (рисунок 1):

Рисунок 1 – Схема выделения чистого зерна

Разделение зерновой смеси происходит в поле действия сил – Π , например, аэродинамических (Π_1 – воздушный поток, $Z_{\text{п}}$ – легкая примесь); или под действием гравитационной силы (Π_1) на колосовом решете (Π_2) решетной машины выделяется крупная примесь ($Z_{\text{п}}$).

Зачастую физико-механические свойства примеси пересекаются в большой степени со свойствами основной культуры. В таких случаях говорят о трудноотделимых примесях. Наиболее распространенные из них (для пшеницы) – курай, татарская гречишка и галка. Их выделение происходит по признаку, который в наибольшей степени отличает основную культуру от примеси. Например (рисунок 2, [2, 20]), семена льна можно отделить от шпергеля по ширине на решетной машине с круглыми отверстиями, а по длине в триерном блоке можно выделить обе сорные примеси, но с потерей льна.

Рисунок 2 – Вариационные кривые семян льна, шпергеля и пелюшки

Качество получаемых зерна и семян регламентируется ГОСТами (таблицы 3, 4). Класс зерна зависит от влажности, чистоты, всхожести, зерновой и сорной примесей, наличия вредителей и болезней.

Таблица 3 – ГОСТ Р 9353-2016. Пшеница. Технические условия

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для мягкой пшеницы класса				
Типовой состав	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Цвет	Допускается первая степень обесцвеченности		Допускается первая и вторая степень обесцвеченности	Допускается любая степень обесцвеченности и потемневшая	
Запах	Свойственный здоровому зерну пшеницы, без плесневого, солового, затхлого и других посторонних запахов				
Массовая доля белка, % на сухое вещество, не менее	14,5	13,5	12	10,0	Не ограничивается
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	32,0	28,0	23,0	18,0	Не ограничивается
Стекловидность, %, не менее	60	60	40	Не ограничивается	
Натура, г/л, не менее	750	750	730	710	Не ограничивается
Массовая доля влаги, %, не более	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Сорная примесь, %, не более	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Зерновая примесь, %, не более	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Таблица 4 – ГОСТ Р52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений (пшеница). Сортные и посевные качества.

Категория семян	Сортная чистота, % не менее	Поражение посева головней, % не более	Чистота семян, %, не менее	Содержание семян других растений, шт/кг, не более		Примесь, %, не более		Всхожесть %, не менее
				всего	в т.ч. сорных	головневых образований	склеротических споры	
ОС	99,7	0/0	99,0	8	3	0	0	92
ЭС	99,7	0,1/0	99,0	10	5	0	0,1	92
РС	98,0	0,3/0,1	98,0	50	20	0,002	0,3	92
С _т	97,0	0,5/0,3	97,0	100	70	0,002	0,5	87

Одной из проблем послеуборочной очистки зерна является некондиционная влажность комбайнового вороха, которая зависит от метеорологических условий и природно-климатических условий региона, в котором происходит уборка зерна. Зернопроизводящие регионы разделяют на три группы: сухие (влажность < 15 %), средней влажности (влажность < 20 %), повышенной влажности (влажность > 20 %). Наибольшую трудность представляют Сибирский, Центральный Нечерноземный, Северо-Западный, Уральский и Волго-Вятский регионы. Так в западной Сибири более 70 % поступающего на обработку зерна имеют некондиционную влажность [5]. Влажность зерна регулирует его жизнедеятельность и является ключевым фактором, определяющим его сохранность.

Повышенная влажность вороха увеличивает интенсивность дыхания [6, 19]. Под дыханием зерна понимается процесс, при котором часть питательных веществ зерна (глюкоза) превращается в углекислоту и воду, высвобождая при этом 667 ккалорий в виде теплоты.

При дыхании зерна в отсутствие кислорода (интермолекулярном дыхании) образуется спирт. Спирт улетучивается при нагревании вместе с водой, либо превращается в уксус при проветривании в результате окисления бактериями. При пониженной температуре зерно хранится дольше, так как снижены скорости химических и биохимических процессов [7].

Прорастание зерна бывает только в случае его повышенной влажности. От влаги зерно набухает и приобретает форму «молочной спелости», внутри зерна активизируются ферменты (цитаза) и оно начинает прорастать. Питательные вещества (белки, жиры, углеводы) в большом количестве потребуются для роста зародыша. Внутренняя часть зерна меняется, сначала превращаясь в белую и клейкую массу, из которой образуется жидкая масса. Если высушить такое зерно, то получится солод. Оболочку зерна разрывает главный корень, немного выходя из нее (глазок). Главный корень развивается в длину и дает боковые отростки, затем растет стебелек (росток). Мука из проросших зерен из-за отсутствия в ней клейковины теряет хлебопекарные свойства. Проросшие зерна скорее теряют свою свежесть под действием грибов и микроорганизмов, заражая при этом обычные зерна.

Развитию микроорганизмов способствует также нарушение целостности зерновки (микротравмирование). Как видно на рисунке 3 [8] – в случае, когда зерно имеет трещину, микроорганизмы, в том числе и микроскопические грибы, размножаются в геометрической прогрессии. Основной средой для обитания микроорганизмов являются засорители, дробленные и поврежденные зерна.

Плохо очищенное зерно, содержащее кусочки стеблей, листьев и сорняков высокой влажности, повышает свою влажность на 2 – 4 % в первые 6 часов хранения [9]. Причем сорная примесь даже с нормальной влажностью (до 15 %), от которой своевременно не очистили ворох, существенно снижает качество исходного зерна. Для получения высококачественных семян необходима своевременная очистка от крупных и мелких засорителей, щуплого и дробленного зерна, и при необходимости – сушка зерна.

1 – целые зерна; 2 – зерна с механическими повреждениями оболочки; 3 – трещиноватые зерна

Рисунок 3 – Рост плесневых грибов в зерне кукурузы влажностью 18 %

Рисунок 4 – Классификация повреждений зерна при его очистке

Поэтому послеуборочная обработка зерна должна решать следующие задачи:

- обеспечение стойкости зерна для его длительного хранения;
- доведение зернового вороха до требуемых кондиций по чистоте;
- выделение из массы чистого зерна фракции семян, соответствующих требованиям к посевному материалу.

Дополнительно необходимо:

- минимизировать потери чистого зерна в фураж и отходы;
- минимизировать травмирование зерна.

Микро- и макротравмирование семян твердой пшеницы за один пропуск через зерноочистительный агрегат ЗАВ-40 в среднем составляет 80 – 85 % (по данным профессора И.Г. Строны) [8]. Вторичный пропуск повредит оставшиеся 15 – 20 % семян с вероятностью 80 – 85 % и повысит, таким образом, уровень макротравмирования до 96,0 – 97,75 %. Тем не менее, всхожесть таких травмированных семян достаточно высокая. Она совпадает с всхожестью целых зерен и относится к кондиционным. Такие зерна не являются поврежденными и слабо влияют на недобор будущего урожая. Степень повреждения зерна зависит как от прочности зерновки, так и от силы механического повреждения рабочими органами машины (сдвиг, удар, трение, сжатие) [10]. Повреждения зерновок можно классифицировать как показано на рисунке 4 [11].

Рассмотрим стадии послеуборочной очистки зерна и их влияние на травмирование зерна [8], таблица 5.

Таблица 5 – Повреждение зерна ячменя и овса во время послеуборочной обработки

Оборудование	Количество поврежденного зерна, %	
	Ячмень	Овес
Приемное устройство бункерного типа	0,67	1
Транспортер загрузочный ЗАВ-50	2,75	2,83
Нория зерновая НПЗ-50	3,5	4,5
Машина предварительной очистки МПО-50	0,08	0,17
Отделение временного хранения	0,92	1,5
Транспортер передаточный ЗАВ-50	3,58	3,75
Нория зерновая	3,33	3,75
Машина вторичной очистки зерна МВО-20	2,84	2,17
Блок триерный	2	2,33
Бункер готовых семян. Выгрузка в автомашину	0,42	0,08

Как видно из таблицы 5, травмирование при повторном пропуске зерна через машину предварительной очистки составляет 0,08 % и им можно пренебречь. Наибольшие повреждения зерно получает при транспортировке зерна транспортером и норией. Поэтому проблему травмирования зерновок может решить применение щадящих норий в составе зерноочистительного оборудования.

Послеуборочная очистка зерна не является самой затратной (таблица 6 [12]), но от качества ее проведения зависит рентабельность всего цикла производства зерна. Несмотря на высокие требования к качеству семян и продовольственного зерна [13 – 18], послеуборочная обработка зерна часто происходит на морально и технически устаревшем оборудовании.

Таблица 6 – Затраты при производстве зерна

Стадии производства зерна	Приведенные затраты, %	Затраты труда, %
Основная обработка почвы	12,6	24,7
Предпосевная обработка почвы и посев	5,8	6,7
Уход за посевами	8,0	9,7
Уборка зерна	35,6	22,1
Уборка незерновой части урожая	17,1	29,3
Послеуборочная обработка зерна	20,9	7,5

Заключение. Старая техника не соответствует требованиям к зерноочистительным машинам, что приводит к многократному пропуску комбайнового вороха через машины первичной очистки зерна. Полученное таким способом зерно не соответствует ГОСТам. Низкое качество посевного

материала снижает будущие урожаи, а продовольственное зерно обладает низкой товарной ценностью. Эти факты говорят о необходимости создания зерноочистительной техники способной за один технологический пропуск довести комбайновый ворох до необходимых кондиций, отвечающим требованиям ГОСТ, а также выбрать из очищенного зерна качественный семенной материал.

Список литературы

1. Московский М.Н. Интенсификация процесса сепарации семян зерновых в зерноочистительных агрегатах // Дисс. канд. техн. наук. (05.20.01) – Ростов-на-Дону, 2005. – 218 с.
2. Машины для послеуборочной поточной обработки семян: Теория и расчет машин, технология и автоматизация процессов / под ред. З.Л. Тица. – Москва: Машиностроение, 1967. – 447 с.
3. Логинов С.Л. Повышение эффективности функционирования универсальной зерноочистительной машины путем совершенствования технологического процесса // Дисс. канд. техн. наук. (05.20.01) – Киров, 2001. – 188 с.
4. Альтшуллер Г.С. Найти идею: введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач – Москва: Альпина Паблишер, 2011. – 400 с.
5. Бутовченко А.В. Интенсификация процесса сепарации зерновых материалов в отделении очистки семяочистительного агрегата // Дисс. канд. техн. наук. (05.20.01) – Ростов-на-Дону, 2008 – 235 с.
6. Оробинский В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для ее реализации // Дисс. докт. с-х. наук. (05.20.01) – Воронеж, 2007. – 334 с.
7. Суворов Н.С. Зерноведение / под ред. д-ра биол. наук проф. Н. П. Козьминой. – Москва: Заготиздат, 1950. – 216 с.
8. Русских В. Уменьшая травмирование зерна, повышаем его урожайность // Комбикорма. – 2010. – № 7. – С. 51 – 53.
9. Ямпиров С.С. Технологическое и техническое обеспечение ресурсо-энергосберегающих процессов очистки и сортирования зерна и семян – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2003. – 262 с.
10. Турчин В.С. Обоснование конструктивно-режимных параметров элеваторов ковшового типа для транспортировки сыпучих материалов // Дисс. канд. техн. наук. (05.20.01) – Оренбург, 2005. – 187 с.
11. Бедыч Т.В. Обоснование скорости движения ковшового элеватора, направленное на снижение травмирования зерна // Дисс. канд. техн. наук. (05.20.01) – Оренбург, 2009. – 154 с.
12. Шелков М.В. Интенсификация процесса сепарации зерна в отделении очистки зерноочистительного агрегата. // Дис. канд. техн. наук. (05.20.01) – Ростов-на-Дону, 2001. – 297 с.
13. Строна И.Г. Промышленное семеноводство. М.: Колос, 1980. – 287 с.
14. Гуляев Г.В., Николаев Г.С., Болдырев М.В. Производство семян на промышленной основе. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 223 с.
15. Производство оригинальных семян сельскохозяйственных культур в условиях северо-востока Кавказа. Применение Экибастузских бурых углей в качестве гуминовых удобрений. Астана, 2010. – 31 стр.
16. Аринов К.К., Шестокова Н.А. Агрономические основы семеноведения и семенного контроля на севере Казахстана. Астана, 2006. – 108 с.
17. Хавыев А.А. Повышение эффективности очистки элитных семян пшеницы от низконатурных примесей путем разработки семеочистительной приставки производительностью 1 т/ч. // Дисс. канд. техн. наук. (05.20.01) – Пермь, 2004. – 213 с.
18. Дринча В.М. Разделение семян на плоских решетках при нисходящем воздушном потоке // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1997. – № 11. – С. 29 – 31.
19. Сайтов В.Е. Повышение эффективности функционирования зерноочистительных машин путем совершенствования их основных рабочих органов и пневмосистем с фракционной сепарацией // Дисс. докт. техн. наук. (05.20.01) – Киров, 2013. – 519 с.
20. Ульрих Н.Н. Методы изучения изменчивости физико-механических свойств составных частиц семенных смесей. // Механизация сельского хозяйства. – 1965. – №4.

References

1. Moskovskij M.N. Intensifikacija processa separacii semjan zernovyh v zernoochistitel'nyh agregatah // Diss. kand. tehn. nauk. (05.20.01) – Rostov-na-donu, 2005. – 218 s.

2. Mashiny dlja posleuborochnoj potочноj obrabotki semjan: Teorija i raschet mashin, tehnologija i avtomatizacija processov / pod red. Z.L. Tica. – Moskva: Mashinostroenie, 1967. – 447 s.
3. Loginov S.L. Povyshenie jeffektivnosti funkcionirovanija universal'noj zernoochistitel'noj mashiny putem sovershenstvovanija tehnologicheskogo processa // Diss. kand. tehn. nauk. (05.20.01) – Kirov, 2001. – 188 s.
4. Al'tshuller G.S. Najti ideju: vvedenie v TRIZ – teoriju reshenija izobretatel'skih zadach – Moskva: Al'pina Publisher, 2011. – 400 s.
5. Butovchenko A.V. Intensifikacija processa separacii zernovyh materialov v otdelenii ochistki semjaochistitel'nogo agregata // Diss. kand. tehn. nauk. (05.20.01) – Rostov-na-Donu, 2008 – 235 s.
6. Orobinskij V.I. Sovershenstvovanie tehnologii posleuborochnoj obrabotki semjan frakcionirovaniem i tehniceskimi sredstvami dlja ee realizacii // Diss. dok. s-h. nauk. (05.20.01) – Voronezh, 2007. – 334 s.
7. Suvorov N.S. Zernovedenie / pod red. d-ra biol. nauk prof. N. P. Koz'min. – Moskva: Zagotizdat, 1950. – 216 s.
8. Russkih V. Umen'shaja travmirovannost' zerna, povyshaem ego urozhajnost' // Kombikorma. – 2010. – № 7. – S. 51 – 53.
9. Jampilov S.S. Tehnologicheskoe i tehniceskoe obespechenie resurso-jenergoberegajushchih processov ochistki i sortirovanija zerna i semjan – Ulan-Udje: Izd-vo VSGTU, 2003. – 262 s.
10. Turchin V.S. Obosnovanie konstruktivno-rezhimnyh parametrov jelevatorov kovshovogo tipa dlja transportirovki sypuchih materialov // Diss. kand. tehn. nauk. (05.20.01) – Orenburg, 2005. – 187 s.
11. Bedych T.V. Obosnovanie skorosti dvizhenija kovshovogo jelevatora, napravlennoe na snizhenie travmirovannosti zerna // Diss. kand. tehn. nauk. (05.20.01) – Orenburg, 2009. – 154 s.
12. Shelkov M.V. Intensifikacija processa separacii zerna v otdelenii ochistki zernoochistitel'nogo agregata. // Dis. kand. tehn. nauk. (05.20.01) – Rostov-na-donu, 2001. – 297 s.
13. Strona I.G. Promyshlennoe semenovodstvo. M.: Kolos, 1980. – 287 s.
14. Guljaev G.V., Nikolaev G.S., Boldyrev M.V. Proizvodstvo semjan na promyshlennoj osnove. – M.: Rossel'hozizdat, 1979. – 223 s.
15. Proizvodstvo original'nyh semjan sel'skohozjajstvennyh kul'tur v uslovijah severo-vostoka Kavkaza. Primenenie Jekibastuzskih buryh uglej v kachestve guminovyh udobrenij. Astana, 2010. – 31 str.
16. Arinov K.K., Shestokova N.A. Agronomicheskie osnovy semenovedenija i semennogo kontrolja na severe Kazahstana. Astana, 2006. – 108 s.
17. Havyev A.A. Povyshenie jeffektivnosti ochistki jelitnyh semjan pshenicy ot nizkonaturnyh primesej putem razrabotki semeochistitel'noj pristavki proizvoditel'nost'ju 1 t/ch. // Diss. kand. tehn. nauk. (05.20.01) – Perm', 2004. – 213 s.
18. Drincha V.M. Razdelenie semjan na ploskih reshetah pri nishodjashhem vozdušnom potoke // Mehanizacija i jelektrifikacija seleskogo hozjajstva. – 1997. – № 11. – S. 29 – 31.
19. Saitov V.E. Povyshenie jeffektivnosti funkcionirovanija zernoochistitel'nyh mashin putem sovershenstvovanija ih osnovnyh rabochih organov i pnevmosistem s frakcionnoj separaciej // Diss. dok. tehn. nauk. (05.20.01) – Kirov, 2013. – 519 s.
20. Ul'rih N.N. Metody izuchenija izmenchivosti fiziko-mehanicheskikh svojstv sostavnyh chastic semennyh smesej. // Mehanizacija sel'skogo hozjajstva. – 1965. – №4.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Тишанинов Константин Николаевич – кандидат технических наук старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: TishaninovKN@rambler.ru.

Author credentials

Affiliations

Tishaninov Konstantin – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: TishaninovKN@rambler.ru.

Поступила в редакцию (Received): 30.12.2019 Принята к публикации (Accepted): 03.02.2020