

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОРОХА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕМЕННЫЕ ЦЕЛИ ВОЗДУШНО-РЕШЕТНЫМ СЕПАРАТОРОМ

---

Владимир Иванович Оробинский  
Алексей Михайлович Гиевский  
Александр Павлович Тарасенко  
Алексей Викторович Чернышов  
Иван Васильевич Баскаков

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Современные воздушно-решетные машины для очистки зерна на семенные цели оснащаются решетной очисткой с плоскими решетами и двухаспирационной пневмосистемой, имеющей каналы дорешетной и послерешетной очисток. Для создания универсальной воздушно-решетной машины, позволяющей выделить из зернового вороха на первом этапе послеуборочной обработки основную семенную фракцию, проведены теоретические и экспериментальные исследования. Получены математические модели, оценивающие качество работы и производительность семяочистительных машин в зависимости от режима работы воздушной очистки и доли сортировальных решет. Теоретическими предпосылками установлена возможность роста производительности в 1,6–1,8 раза при соблюдении требований к семенной очистке за счет выделения фуражной фракции по аэродинамическим свойствам в обоих каналах пневмосистемы и увеличения площади основных (сортировальных) решет до 70%. Для подтверждения теоретических положений о необходимости размещения сортировальных решет в несколько ярусов на семяочистительных машинах изготовлена экспериментальная установка, оборудованная двухаспирационной пневмосистемой с одним воздушным потоком и решетной очисткой с многоярусным размещением решет в решетных станах. Исследованиями обоснованы рациональные параметры пневмосистемы и установлена допустимая удельная подача вороха 1,55 кг/(с·дм) при полноте разделения более 80% без учета выделения части фуражных фракций сортировальными решетами. При оборудовании нижнего решетного стана двумя ярусами сортировальных решет (длина в ярусе 1,94 м) экспериментальная установка может обеспечить очистку зерна яровой пшеницы на семенные цели при нагрузке на единицу площади сортировальных решет до 21,2 кг/(ч·дм<sup>2</sup>). Полнота выделения фуражных фракций по размерам решетной очисткой составила 94,2%, пневмосистемой по аэродинамическим свойствам – 88,7%. Полнота выделения дробленого зерна в среднем составила 91,4%, а его содержание в очищенных семенах сократилось с 1,4 до 0,12%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: семяочистительная машина, пневмосистема, решетная очистка, сортировальные решета, полнота разделения.

## DETERMINATION OF EFFICIENCY OF SPRING WHEAT HEAP PRECLEANING SEPARATION FOR SEED PURPOSES BY AIR-AND-SCREEN CLEANER

Vladimir I. Orobinsky  
Aleksey M. Gievsky  
Alexander P. Tarasenko  
Aleksey V. Chernyshov  
Ivan V. Baskakov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Modern air-and-screen machines for seed purposes grain cleaning are built up with screen-type separators equipped with flat screens and double-aspiration air system provided by pre-and post-screen cleaning channels. The authors carried out theoretical and experimental studies in order to create a universal air-and-screen machine that allows separating main seed fraction from the grain heap at the first stage of post-harvest processing. Authors' investigations resulted in designed mathematical models evaluating performance quality and productivity of seed-cleaning machines in correlation to operation mode of air cleaning and quantity of separating screens, as well as in defined possibility of productivity growth from 1.6 to 1.8 times while meeting the requirements for seed cleaning due to separation of the fodder fraction by aerodynamic properties in both channels of the air aspiration system and extention of main (sorting)

screens up to 70%. In order to confirm the theoretical aspects of sorting screens placing in several tiers in seed-cleaning machines, an engineering test facility was composed and equipped with double-aspiration air system provided by a single air flow and screen-type separation with sorting screens placing in several tiers in screen cleaner shoe. Studies supported rational parameters of aspiration air system, and specifically the permissible specific heap feeding of 1.55 kg/(s·dm) with separation ratio of more than 80% regardless of separation of certain portion of fodder fractions by sorting screens. When equipping the lower screen cleaner shoe with two tiers of sorting screens (the length of each tier is of 1.94 m), engineering test facility provides spring wheat grain heap cleaning for seed purposes when heap load per unit area of sorting screen is equal or does not exceed 21.2 kg/(h·dm<sup>2</sup>). Separation ratio of fodder fractions by dimensional separating by screens was 94.2%, and separation ratio of aspiration by air system separating by aerodynamic properties was 88.7%. Averaged separation ratio of crushed wheat grain separation was 91.4%, and its content in purified seeds decreased from 1.4 to 0.12%.

KEYWORDS: seed-cleaning machine, aspiration air system, screen-type separator, sorting screens, separation ratio.

### **В**ведение

В настоящее время для очистки и разделения семян зерновых культур на фракции по размерам и аэродинамическим свойствам в основном применяют универсальные воздушно-решетные зерноочистительные машины. При изменении режима работы пневмосистемы и подборе соответствующих решетных полотен в станы решетной очистки эти машины можно использовать и при подготовке товарного зерна. Такие воздушно-решетные машины чаще всего оборудуются решетной очисткой с плоскими решетами и двухаспирационной пневмосистемой, имеющей каналы дорешетной и послерешетной очисток [1, 3, 6, 11]. Термин «универсальные» характеризует возможность их применения как при подготовке семян, так и при товарной очистке.

Отечественные воздушно-решетные семяочистительные машины имеют невысокую производительность, и поэтому крупные аграрные предприятия, занимающиеся производством товарного и семенного зерна, при оснащении поточных семяочистительных линий предпочтение отдают машинам зарубежных производителей, что увеличивает себестоимость подготовки семян [5, 10, 12].

Сотрудники кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I проводят теоретические и экспериментальные исследования с целью повышения производительности существующих образцов зерноочистительных машин.

Анализ конструктивных особенностей высокопроизводительных семяочистительных машин ведущих зарубежных производителей позволил выявить общие тенденции их развития и направления дальнейшего совершенствования [3, 4, 7, 8, 9].

В результате проведенных аналитических исследований было установлено, что повысить производительность универсальных воздушно-решетных зерноочистительных машин без уменьшения полноты разделения на фракции можно путем увеличения площади основных (сортировальных) решет в станах и разделения по аэродинамическим свойствам в каналах не только послерешетной очистки, но и дорешетной очистки. Добиться полноты выделения фуражных фракций по аэродинамическим свойствам более 80% можно при повышении скорости воздуха в канале дорешетной очистки до 8,0 м/с при очистке семян пшеницы. Площадь сортировальных решет можно увеличить, исключив подсевные решета и рассчитав необходимую площадь колосовых решет в соответствии с производительностью [2].

В результате проведенных теоретических исследований получены математические модели, оценивающие качество работы и производительность семяочистительных машин в зависимости от режима работы воздушной очистки и доли сортировальных решет.

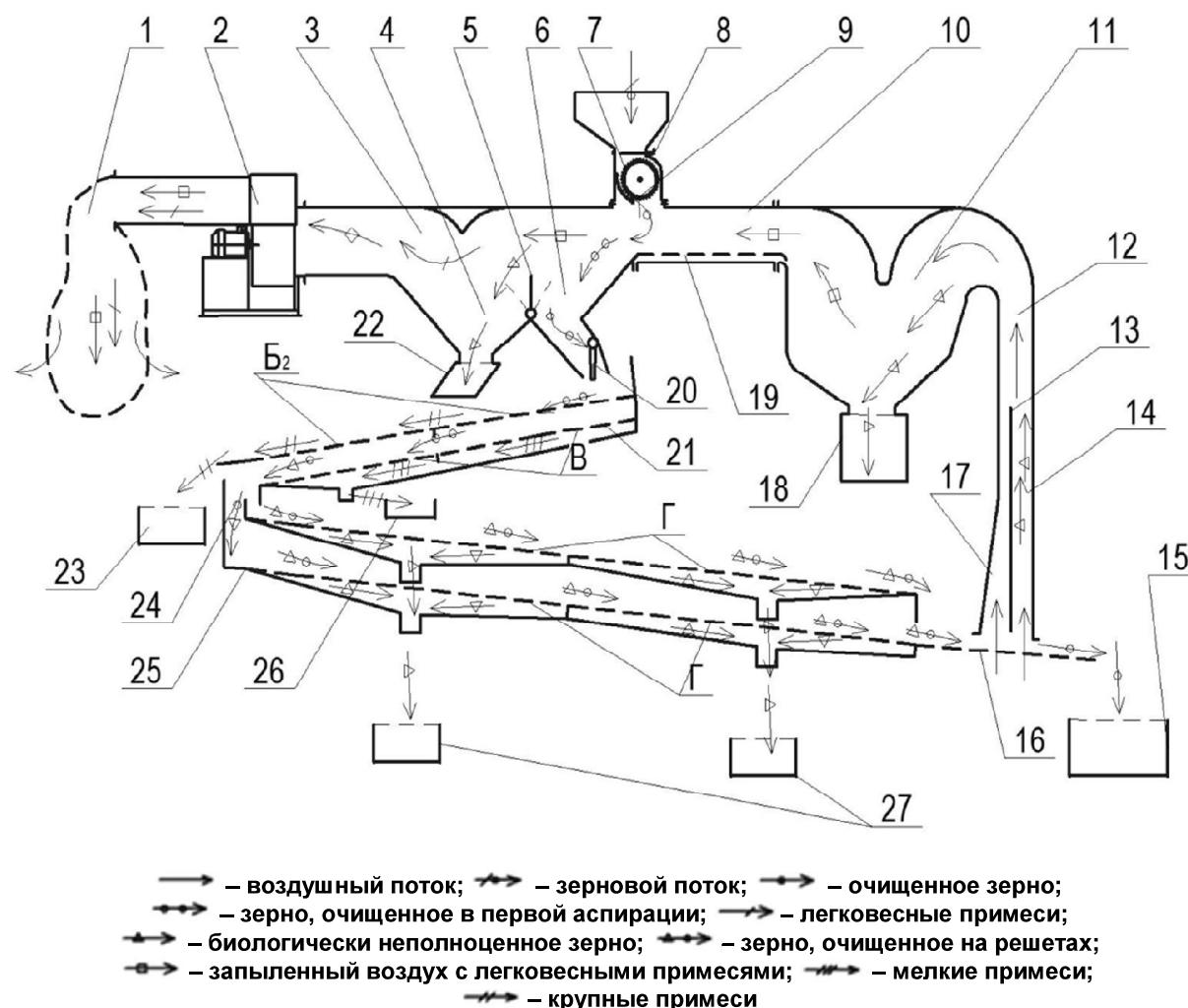
Изготовлена экспериментальная установка, оборудованная двухаспирационной пневмосистемой с одним воздушным потоком и решетной очисткой с многоярусным размещением решет в решетных станах. На установке проведены экспериментальные исследования, позволившие определить рациональные параметры пневмосистемы, а также конструктивные особенности горизонтального канала дорешетной очистки и вертикального канала послерешетной аспирации. Обоснован режим подачи вороха в канал

дорешетной очистки и режим работы самого канала, определены рациональные параметры вертикального канала послерешетной аспирации, включая протяженность предварительной и основной зон, допустимую удельную подачу вороха, которая составила 1,55 кг/(с·дм) при полноте разделения более 80% [2, 3].

Для подтверждения теоретических положений о необходимости размещения сортировальных решет в несколько ярусов была изготовлена экспериментальная установка, представляющая собой уменьшенную в ширину (до 0,3 м) воздушно-решетную семяочистительную машину, которая была оборудована решетной очисткой с двумя решетными станами.

### Методика исследования

Технологический процесс на экспериментальной установке с последовательно-параллельной схемой перемещения вороха по решетной очистке реализуется следующим образом (рис. 1).



**Рис. 1. Схема экспериментальной установки с последовательно-параллельной схемой перемещения вороха по решетной очистке:** 1 – сборник половы; 2 – вентилятор; 3 – камера секционная осадочная дорешетной очистки; 4 – секция фуражта; 5 – разделительный клапан; 6 – секция основной фракции; 7 – устройство вбрасывающее; 8 – заслонка дозирующая; 9 – клапан вбрасывающего устройства; 10 – канал дорешетной очистки; 11 – камера осадочная послерешетной очистки; 12 – канал послерешетной очистки; 13 – перегородка канала; 14 – основная зона канала; 15 – сборник очищенного зерна; 16 – рамка подающая; 17 – зона псевдоожижения канала; 18, 22 – сборники осадочных камер; 19 – клапан изменения сечения канала; 20 – гравитационный клапан; 21 – верхний решетный стан; 23 – сборник крупных примесей; 24 – делитель потока зерна; 25 – нижний решетный стан; 26 – сборник мелких примесей; 27 – сборники фуражта решет; Б<sub>2</sub> – колосовые решета; Г – сортировальные решета; В – подсевные решета

Забор внешнего чистого воздуха производится каналом послерешетной очистки 12. В этот же канал посредством подающей рамки 16, закрепленной на нижнем стане 25, на уровне нижнего сортировального решета, подается основная фракция зернового вороха. Основная фракция зернового вороха, идущая сходом с каждого яруса сортировальных решет Г, объединяется затем на подающей рамке 16. На двух ярусах сортировальных решет проходом из основной фракции зернового вороха выделяется фуражная фракция, которая с каждого решета выводится за пределы стана в сборники 27.

В канале послерешетной очистки 12 воздушным потоком из основной фракции выносятся щуплые зерновки основной культуры и оставшиеся после дорешетной очистки легковесные примеси. Вынесенные воздушным потоком фуражные примеси осаждаются в осадочной камере 11 канала. После осаждения вынесенных фуражных примесей воздушный поток за счет разряжения, создаваемого вентилятором 2, направляется в канал дорешетной очистки 10, где повторно встречается с исходным ворохом, только поступившим на очистку.

В горизонтальном канале дорешетной очистки 10 исходный зерновой ворох, продуваемый проходящим воздушным потоком, делится на три части. Частицы вороха, имеющие наименьшую скорость витания, под действием воздушного потока меняют направление и выносятся вентилятором 2 в сборник половы 1. К таким легковесным примесям относятся незерновые компоненты, мелкие соломистые фракции и часть легковесных семян сорняков. Вторая часть исходного зернового вороха, имея скорость витания больше скорости витания легковесных примесей, но меньше скорости витания полноценного зерна, изменения траекторию полета, собирается в секции 4 для сбора фуражка осадочной камеры 3 и выводится в сборник 22. Третья часть исходного зернового вороха, представляющая собой полноценные зерновки основной фракции разных размеров с частью фуражных примесей, имея самую большую скорость витания, незначительно изменяя траекторию, оказывается в секции 6 подачи вороха на дальнейшую очистку.

Частично очищенная основная фракция через открывающийся под ее весом гравитационный клапан 20 из секции 6 поступает на верхний решетный стан 21. В верхнем решетном стане 21 в два яруса установлены колосовые и подсевные решета с наклоном обратно нижнему стану 25. Колосовыми решетами Б<sub>2</sub> верхнего яруса из вороха сходом отделяют крупные примеси, которые достигают конца яруса и поперечным лотком направляются в сборник крупных примесей 23.

Очищенный от крупных примесей зерновой ворох проходит через колосовые решета Б<sub>2</sub> и сходом с подсевных решет В нижнего яруса верхнего стана перемещается к выходу со стана. В процессе перемещения зернового вороха по подсевным решетам проходом выделяются мелкие примеси, которые поддоном и лотком выводятся в приемник мелких примесей 26. Зерновой ворох, очищенный решетами от крупных и части мелких примесей и воздушным потоком от легковесных и части фуражных примесей, перемещается к делителю 24 нижнего решетного стана 25.

Делитель равномерно делит зерновой ворох между двумя ярусами сортировальных решет, которые проходом выделяют мелкое фуражное зерно основной культуры и оставшиеся мелкие примеси и направляют его отдельно с каждого решета в приемники фуражка 27. На подающей рамке 16 собирается основная фракция (из которой выделены крупные примеси и фуражная фракция решетами по размерам, а также большая часть легковесных примесей и фуражного зерна воздушным потоком и сходом с сортировальных решет) и подается в канал 12 послерешетной очистки. Канал послерешетной очистки в нижней части со стороны входа вороха имеет расширение и вертикальной

перегородкой 13 делится на две зоны: а) зону псевдоожижения, в которой скорость воздушного потока меньше скорости витания фуражных примесей; б) основную зону канала, в которой скорость достаточна для выноса щуплого зерна.

Подача вороха на установке регулировалась дозирующей заслонкой 8 вбрасывающего устройства 7. В обоих ярусах нижнего стана устанавливались сортировальные решета с одинаковыми размерами продолговатых отверстий. Размер отверстий полотен подбирался исходя из размерных характеристик очищаемого зернового вороха. При достижении нижнего уровня в бункере вбрасывающего устройства одновременно выключали привод решетной очистки, вентилятора и вбрасывающего устройства, что обеспечивало постоянное наличие вороха на решетах и в пневмосепарирующих каналах при следующем включении установки. В случае изменения подачи (производительности) проводился пробный пуск установки до того момента, когда наблюдался сход очищаемого вороха с сортировальных решет и его подача в канал послерешетной очистки. После выключения установки опорожняли сборники фракций решет и осадочных камер и проводили опыт на установленной подаче (производительности).

Для обоснования режима работы пневмосистемы и подбора решетных полотен определяли физико-механические и аэродинамические свойства вороха яровой пшеницы. При исследовании линейных характеристик вороха яровой пшеницы отобранные образцы разделяли по толщине компонентов с использованием лабораторного рассева и набора решет с продолговатыми отверстиями и шагом по ширине 0,2 мм. Скорость воздушного потока в классификаторе изменяли через одинаковые приращения динамического давления. Для обработки экспериментальных данных определяли массу вороха, прошедшего через установку, продолжительность каждого опыта, полноту выделения фуражных фракций решетной очисткой и отдельно каждым сортировальным решетом, полноту выделения фуражных фракций всей пневмосистемой и каждым каналом в отдельности. Полнота выделения пневмосистемой и решетной очисткой окончательно уточнялась после разборки образца основной фракции.

### Результаты и их обсуждение

Исходный ворох яровой пшеницы имел следующие характеристики:

- средняя толщина зерновок перед очисткой –  $m_t = 2,77$  мм при среднеквадратическом отклонении  $6_t = 0,284$  мм;
- средняя скорость витания  $m_v = 9,38$  м/с при среднеквадратическом отклонении скорости витания  $6_v = 1,03$  м/с.

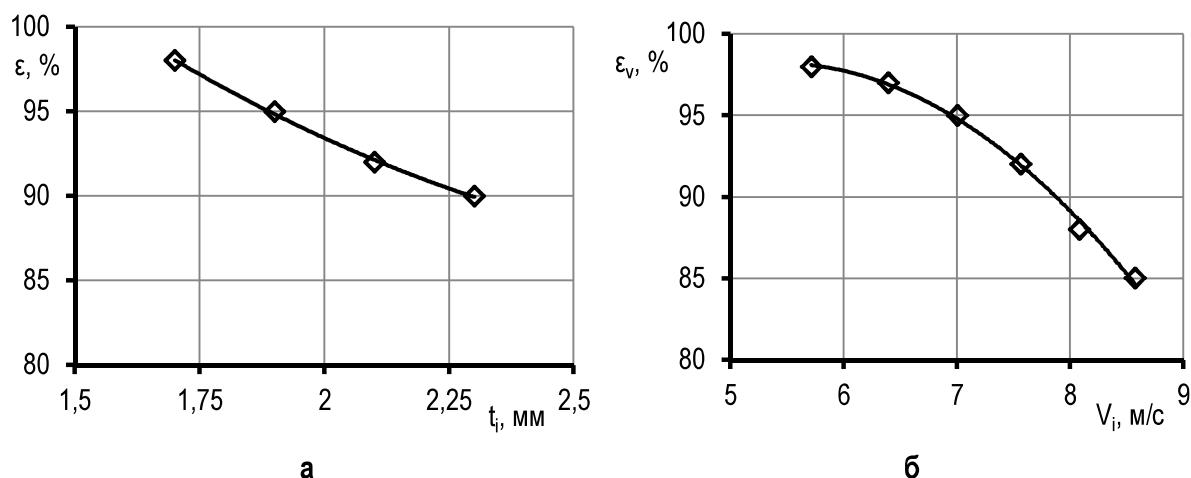
Содержание в ворохе зерновок, имеющих размер менее 2,4 мм, составляло 5,2%. Кроме целых зерновок в неочищенном ворохе содержатся дробленые зерна, содержание которых также изменяется в зависимости от размеров. Большая часть поврежденных зерновок имеет толщину менее 2,4 мм и может быть выделена из зернового вороха при семенной очистке сортировальными решетами с шириной продолговатых отверстий 2,4 мм. Суммарное содержание дробленых зерновок во фракциях с толщиной менее 2,4 мм превышает 1,1%, что больше их содержания во всех остальных фракциях вместе взятых. Такое повышенное содержание дробленого зерна во фракциях с небольшим размером свидетельствует о его повреждении не только во время уборки, но и при его перемещении во время хранения. В результате механического воздействия и дробления зерновка изменяет свой размер только в меньшую сторону и перемещается при разделении в более мелкую фракцию. Это подтверждает наличие большей части дробленого зерна в мелких фракциях.

Суммарное содержание зерновок, имеющих толщину менее 2,4 мм, не превышает 10,1%. Причем 1000 зерновок имеют массу не более 30 г (что недостаточно для полно-

ценных семян) и содержат в своих фракциях, как было сказано выше, основную долю дробленых зерновок, поэтому эти фракции вороха желательно за счет выбора размера сортировальных решет направлять в фураж.

Скорость воздуха в канале дорешетной аспирации в процессе очистки изменялась от 7,5 до 8,0 м/с и в канале послерешетной очистки – от 8,4 до 8,7 м/с. При выборе скорости воздушного потока в каналах аспираций пользовались вероятностью распределения частиц вороха по скорости витания и качественными показателями зерновок в зависимости от их значений.

Качество работы экспериментальной установки при очистке яровой пшеницы на семенные цели можно оценить полнотой выделения фуражных фракций решетной очисткой и пневмосистемой машины (рис. 2).



**Рис. 2. Полнота выделения фуражных фракций вороха:**  
а – по размерам сортировальными решетами;  
б – пневмосистемой по скорости витания компонентов

Анализ графических зависимостей свидетельствует о непостоянстве полноты выделения фуражных фракций как по размерам, так и по скорости витания. При этом снижение полноты выделения фуражных фракций с увеличением толщины компонентов можно объяснить уменьшением разницы между частицами фракций и размерами отверстий сортировального решета. С уменьшением разницы между частицами фракций и размерами отверстий уменьшается теоретическая вероятность прохождения частицы в это отверстие. Чем больше разница между размером фракции и размером сортировального решета ( $b_c = 2,4 \text{ мм}$ ), тем больше полнота ее выделения (97% для  $t_i \leq 1,7 \text{ мм}$ ). Минимальная полнота выделения наблюдается для фракций, размер которых соответствует с размером сортировального решета (90% для  $t_i = 2,3 \text{ мм}$ ). В связи с этим можно заключить, что вероятность выделения мелких примесей сортировальным решетом больше вероятности их выделения подсевным решетом.

Полнота выделения фуражных фракций пневмосистемой выше для тех классов, скорость витания которых меньше, чем скорость воздушного потока, установленная в канале дорешетной очистки. Эти классы выделяются не только в канале послерешетной очистки, но и в канале дорешетной очистки. Так, при скорости витания  $\leq 7,0 \text{ м/с}$  полнота выделения больше 95%. Для фракций со скоростью витания от 8,0 до 8,6 м/с полнота выделения не превышает 90%. Качественные показатели очистки семян яровой пшеницы при удельной подаче 21,2 кг/(ч·дм<sup>2</sup>) и двухъярусной схеме размещения сортировальных решет (длина в ярусе 1,94 м) приведены в таблице.

## Характеристики очищенных семян яровой пшеницы

Размер отверстий сортировального решета, мм	Скорость воздушного потока, м/с		Средняя толщина семян, мм / средняя скорость витания, м/с	Среднеквадратическое отклонение толщины, мм / скорость витания, м/с	Масса 1000 зерновок, г
	В канале дорешетной очистки	В канале послерешетной очистки			
2,4	7,5–8,0	8,4–8,7	2,83 / 9,41	0,21 / 0,657	43,2

Анализ данных таблицы показывает, что в результате очистки улучшилась выравненность зерновок по толщине, скорости витания и увеличилась средняя масса 1000 семян. По сравнению с исходным ворохом после очистки на установке средняя толщина зерновок увеличилась с 2,77 до 2,83 мм, средняя скорость витания – с 9,38 до 9,41 м/с. Среднеквадратическое отклонение толщины зерновок уменьшилось с 0,284 до 0,21 мм, среднеквадратическое отклонение скорости витания – с 1,03 до 0,657 м/с. Масса 1000 семян повысилась с 41,12 до 43,2 г после очистки. Полнота выделения дробленого зерна в среднем составила 91,4%, а его содержание в очищенных семенах сократилось с 1,4 до 0,12%. Информация о полноте выделения дробленого зерна в зависимости от его размера в графическом виде приведена на рисунке 3.

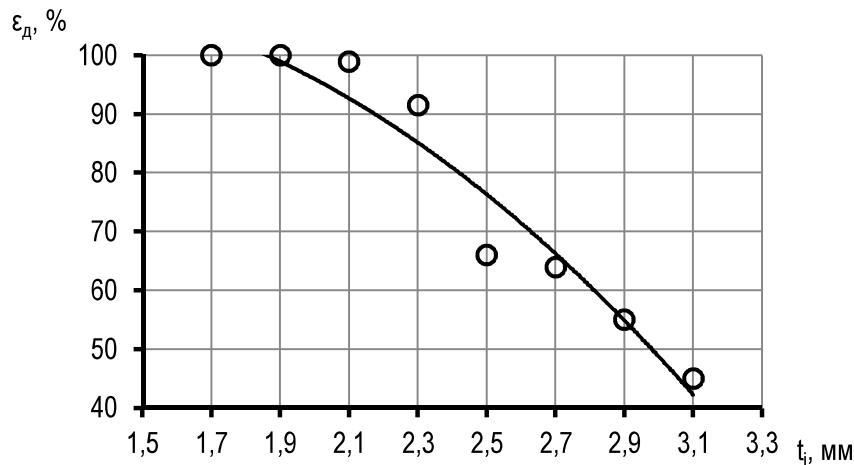


Рис. 3. Полнота выделения дробленого зерна в зависимости от его размера

Как видно из графической зависимости, приведенной на рисунке 3, полнота выделения дробленого зерна, имеющего размер меньше ширины отверстий сортировальных решет, близка к 100%. Выделение дробленого зерна из фракций, имеющих большую толщину, чем ширина отверстий сортировальных решет, обеспечивается воздушным потоком в основном в канале послерешетной очистки. Полнота выделения дробленого зерна с увеличением размера фракций снижается, что обусловлено ростом скорости витания дробленого зерна с увеличением его размера. Для фракций 2,5 и 2,7 мм полнота выделения превышает 60% и постепенно уменьшается до 45% для фракций с размером от 2,9 до 3,1 мм.

Экспериментальные данные удовлетворительно описываются квадратичной зависимостью вида

$$\varepsilon_{\vartheta} = -15,85 \cdot t^2 + 31,98 \cdot t + 95,41, \text{ при уровне достоверности } R^2 = 0,939.$$

Таким образом, двухъярусная схема размещения сортировальных решет с длиной в ярусе 1,94 м в сочетании с двухаспирационной пневмосистемой обеспечивает очистку зерна яровой пшеницы на семенные цели.

### Заключение

Исследования, проведенные на экспериментальной установке, являющейся уменьшенной в ширину копией воздушно-решетной семяочистительной машины, подтвердили теоретические предпосылки повышения эффективности разделения на фракции путем увеличения доли сортировальных решет за счет их двухъярусного расположения и выделения части фуражного зерна уже пневмосистемой дорешетной очистки при скорости воздушного потока до 8,0 м/с.

При нагрузке на единицу площади сортировальных решет 21,2 кг/(ч·дм<sup>2</sup>) и двухъярусной схеме их размещения длиной в ярусе 1,94 м полнота выделения фуражных фракций решетной очисткой составила 94,2%, пневмосистемой – 88,7% при подготовке семян яровой пшеницы. Полнота выделения дробленого зерна достигла 91,4%, а его содержание в очищенных семенах сократилось с 1,4 до 0,12%.

---

### Библиографический список

1. Анализ тенденций развития современных зерноочистительных и сортировальных машин / В.П. Чеботарев и др. // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : матер. международной науч.-практ. конф. – Минск : НПЦ НАН Беларусь по механизации сельского хозяйства, 2010. – Т. 1. – С. 184–189.
2. Гиевский А.М. Повышение эффективности работы универсальных воздушно-решетных зерноочистительных машин : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / А.М. Гиевский. – Воронеж, 2016. – 346 с.
3. Гиевский А.М. Пути повышения производительности универсальных зерноочистительных машин / А.М. Гиевский, В.А. Гулевский, В.И. Оробинский // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агрономический университет имени В.П. Горячкина». – 2018. – Вып. 3 (85). – С. 12–16.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

4. Ермольев Ю.И. Моделирование процесса фракционной очистки зерна в зерноочистительном агрегате / Ю.И. Ермольев, М.Ю. Кочкин, Г.И. Лукинов // Вестник Донского государственного технического университета. – 2010. – Т. 10, № 3 (46). – С. 386–396.
5. Ермольев Ю.И. Модельное прогнозирование показателей функционирования воздушно-решетной зерноочистительной машины от роста эффективности операции пневмосепарации / Ю.И. Ермольев, А.В. Бутовченко, А.А. Дорошенко // Вестник Донского государственного технического университета. – 2014. – Т. 14, № 1 (76). – С. 122–134.
6. Еров Ю.В. Новая система семеноводства зерновых, зернобобовых и крупынных культур в Республике Татарстан / Ю.В. Еров // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 11. – С. 22–25.
7. Зюлин А.Н. Фракционные технологии очистки семян зерновых / А.Н. Зюлин, В.М. Дринча, С.С. Ямпилов // Земледелие. – 1998. – № 6. – С. 39–41.
8. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян : монография / Ю.В. Еров, Э.Г. Нуруллин, Х.З. Каримов, Д.З. Салахиев. – Казань : Изд-во «Слово», 2009. – 104 с.
9. Опыт организации промышленного семеноводства зерновых культур в современных условиях / Ю.В. Еров и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 8. – С. 8–11.
10. Пивень В.В. Основные тенденции совершенствования фракционных технологий очистки зерна / В.В. Пивень, О.Л. Уманская // Проблемы современной науки и образования. – 2013. – № 1 (15). – С. 39–42.
11. Ульрих Н.Н. У истоков механизации предпосевной подготовки семян и послеуборочной обработки зерна / Н.Н. Ульрих // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980. – № 4. – С. 19–21.
12. Фракционные технологии и технические средства для качественной семенной очистки зерна / Ю.И. Ермольев и др. // Агро-Маркет. – 2006. – № 5. – С. 24–25.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Владимир Иванович Оробинский – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, декан агронженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: main@agroeng.vsau.ru.

Алексей Михайлович Гиевский – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: aleksej.gievskij@mail.ru.

Александр Павлович Тарабенко – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: smachin@agroeng.vsau.ru.

Алексей Викторович Чернышов – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: lex-a-c@yandex.ru.

Иван Васильевич Баскаков – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: vasich2@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 21.03.2019

Дата принятия к печати 26.04.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vladimir I. Orobinsky, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Dean of the Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: main@agroeng.vsau.ru.

Aleksey M. Gievsky, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: aleksej.gievskij@mail.ru.

Aleksander P. Tarasenko, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: smachin@agroeng.vsau.ru.

Alexey V. Chernyshov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: lex-a-c@yandex.ru.

Ivan V. Baskakov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: vasich2@yandex.ru.

Received March 21, 2019

Accepted April 26, 2019