

оптимизации ресурсного обеспечения отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. О мерах по реализации республиканской программы развития молочной отрасли в 2010-2015 гг.: пост. Совета Министров Респ. Беларусь, 12 нояб. 2010 г., № 1678.

2. Попков, Н. Пути развития отраслей животноводства в Респ. Беларусь / Н. Попков, И. Петрушко //

Аграрный вестник Причерноморья. – [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biол/avpчh/Sg/2011_58.html. – Дата доступа: 21.11.2011.

3. Кулагин, Ю. Кормление КРС. Новая концепция / Ю. Кулагин // Белорусская Нива, 2013. – 18 января.

4. Кукреш, Л., Шлапунов, В. Сытный ли рацион у коров и что сделать для его улучшения / Л. Кукреш, В. Шлапунов // Белорусская Нива, 2013. – 19 февраля.

УДК 664.726.9

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 23.01.2013

РАЗДЕЛЕНИЕ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ ПО УДЕЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ НА СЕПАРАТОРЕ ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ

В. М. Поздняков, канд. техн. наук, доцент, С. А. Зеленко, аспирант (БГАТУ)

Аннотация

В статье рассмотрены технологические особенности процесса разделения компонентов зерновой смеси по удельной плотности под воздействием вибрации и восходящих потоков воздуха. Описана конструкция разработанного сепаратора вибропневматического принципа действия с новыми конструктивными решениями, позволяющими значительно повысить эффективность разделения компонентов зерновой массы по удельной плотности. В результате проведенных исследований установлено, что энергия прорастания и всхожесть во многом зависят от биологической ценности семян, при этом биологическую ценность семян характеризует не столько геометрические параметры, сколько удельная плотность, которая связана со спелостью и натурой семени.

The article deals with the technological features of the separation process components of the cereal mixture on the specific density under the influence of vibration and updraft. The design of the separator developed pneumatic vibration principle of the new design solutions was described that allow significantly improve the efficiency of separation of the components of the grain mass for the specific density. The studies found that the germination energy and germination depends on the biological value of the seed, and the biological value of the seed is characterized not only by the geometrical parameters as relative density, which is associated with ripeness and the kind of seed.

Введение

Зерновое производство в нашей стране традиционно является одним из основных и наиболее значимых направлений сельского хозяйства, от развития которого в значительной мере зависит обеспеченность населения продуктами питания, а отрасли животноводства – качественной кормовой базой. Определяющим этапом в единой технологической цепочке зернового производства является качественная подготовка семенного материала. Хорошо выполненные полноценные семена, обладающие наибольшей удельной плотностью, имеют необходимый запас всех питательных веществ и лучше сформированный зародыш, что обеспечивает образование более мощных проростков. Это увеличивает полевую всхожесть, дает возможность получить более мощные растения, сокращает выпадение их в период вегетации.

Вопрос влияния удельной плотности семян злаковых культур на их биологическую ценность, а также возможность разделения зерновой массы в потоке на фракции по различию плотностей в пределах 10-15 % на машинах вибропневматического принципа дей-

ствия изучен не достаточно, что и послужило целью исследований.

Основная часть

Исследования и практика показывают, что фракционный состав семян по физиологическому состоянию и биологическим качествам (энергии прорастания, всхожести, силе начального роста и др.) неоднороден. Поэтому при сортировании ставится задача выделить из партии не только непригодные мелкие и щуплые семена, но и другие малоценные фракции, которые имеют по тем или иным причинам низкие посевные качества и не могут быть использованы для посева, т.к. урожайность во многом зависит от качества семян, их биологической ценности. Биологическую ценность семян характеризует не столько геометрические параметры, сколько их удельная плотность, которая связана со спелостью и натурой семени. Семена с наибольшей удельной плотностью обладают высокой энергией прорастания, всхожестью и, соответственно, дают максимальный урожай [1].

Хорошо выполненные полноценные семена, обладающие наибольшей удельной плотностью, имея

необходимый запас всех питательных веществ и лучше сформированный зародыш, обеспечивают образование более мощных проростков. Это увеличивает полевую всхожесть, дает возможность получить более мощные растения, сокращает время их в период вегетации. Мелкие, плохо выполненные семена, неполноценны и, безусловно, не могут быть использованы на посев. Проведенными ранее исследованиями установлено, что и самые крупные семена, содержание которых в семенной партии обычно не превышает 3-5 %, нередко бывают дефектными, особенно при наливе их в условиях высокой влажности и низкой температуры [2]. Эти семена обладают небольшой удельной плотностью, имеют рыхлое строение тканей, легко травмируются, а потому по урожайным свойствам могут уступать средним по величине семенам.

В науке и практике уже более столетия назад обращалось внимание на плотность семян как на признак, суммарно оценивающий их посевные и урожайные качества. Например, если семена тонули в воде, это с давних пор считалось признаком их доброкачественности. Комплексным признаком, наиболее полно характеризующим ценность семян, многие исследователи считают морфологию зародыша. Между удельной плотностью и типом зародыша существует зависимость. По существующей классификации имеется шесть типов зародышей. Только зерновки со вторым типом зародыша формируются преимущественно в средней части колоса во вторых цветках и в первых цветках нижней и верхней части колоса. Они обладают большей удельной плотностью ($\approx 1,328$ г/мл и выше) и являются более выполненными, т.е. существует зависимость между типом зародыша и местом формирования зерновки и ее удельной плотностью. После обмола колосьев зерновки обезличиваются, вследствие чего уже невозможно определить по внешнему виду место формирования их в колосе, а, следовательно, дать заключение о их биологической ценности.

На практике существуют и широко используются два основных способа сепарирования компонентов сыпучей массы по плотности: «мокрый» и «сухой». Первый получил широкое распространение в горнорудной промышленности. Меньшее распространение «мокрый» способ сепарирования сыпучих смесей по различию составляющих ее компонентов имеет в сельском хозяйстве для сепарирования зерна. «Сухой» способ сепарирования нашел широкое применение в вибропневмосортировальных машинах (пневмостолах): СПС-1,5, СПС-2,5, СПС-5,0. Основным рабочим органом данных машин является воздухопроницаемая поверхность (дека), имеющая наклон (противоточное разделение) или двойной наклон (веерное разделение) [3].

Анализ теоретических предпосылок процесса вибропневматического сепарирования двухкомпонентной сыпучей смеси показал, что машины, работающие по данному принципу, пригодны не только для выделения из сыпучей смеси трудноотделимых минеральных примесей, плотность которых значительно превышает плотность компонентов зерновой массы, но и для разделения сыпучей смеси на фракции, частицы которых обладают различным коэффициентом динамического трения по опорной поверх-

ности, а также отличаются по плотности и коэффициенту влияния воздушного потока.

В настоящее время зарубежными производителями зерноочистительного оборудования для разделения семян по удельной плотности рекомендуется использовать аэродинамические сепараторы, такие как «САД» и «Алмаз» [4, 5]. Отличительной особенностью данных машин является их способность разделять семенной материал на фракции по удельной плотности в воздушном потоке. Расслоение на фракции исходного материала происходит в свободном падении за счет силового высокочастотного сканирования струями генератора, главным образом по удельной плотности семян. Такой способ сепарации обеспечивает многократный, разноплановый подход к каждой из частиц сепарируемого потока, т.е. обеспечивается качественная (точная) многофракционная сепарация зерновых культур, как простой формы, так и сложной (неправильной). Однако несмотря на ряд преимуществ данных машин, стоит отметить их существенный недостаток. Принцип сепарирования, используемый в аэродинамических сепараторах, обладает низкой эффективностью, так как время нахождения частиц зерновой массы в воздушном потоке слишком мало, а расположение отдельной зерновки в сепарирующей камере носит случайный характер, что не позволяет обеспечить эффективное разделение по удельной плотности под воздействием восходящих воздушных потоков.

Комплексный анализ технологического оборудования для разделения компонентов зерновой массы по удельной плотности показал, что в настоящее время не существует достаточно эффективного оборудования, позволяющего производить разделение зерновой массы по удельной плотности и обеспечивающего возможность выделения полноценных зерновок с высокой точностью. Поэтому разработка конструкции новой отечественной машины, позволяющей разделять зерновую массу по удельной плотности с целью выделения семян с высоким потенциалом урожайности, является актуальной научно-технической задачей, решение которой позволит обеспечить республику высококачественными посевными и товарными семенами, и, соответственно, повысить урожайность возделываемых культур.

Для проведения экспериментальных исследований процесса разделения зерновой массы по удельной плотности был разработан экспериментальный стенд, основным звеном которого является сепаратор вибропневматического принципа действия, позволяющий производить сортировку зерновой массы на фракции, отличающиеся удельной плотностью с разницей 10-15 %. Схема экспериментального стенда представлена на рис. 1.

На начальном этапе разработки лабораторного сепаратора вибропневматического принципа действия с принципиально новыми конструктивными решениями рабочих узлов была создана его компьютерная трехмерная модель.

Конструкция лабораторного вибропневмосепаратора (рис. 2) позволяет регулировать следующие основные параметры:

– угол наклона сетчатой деки;

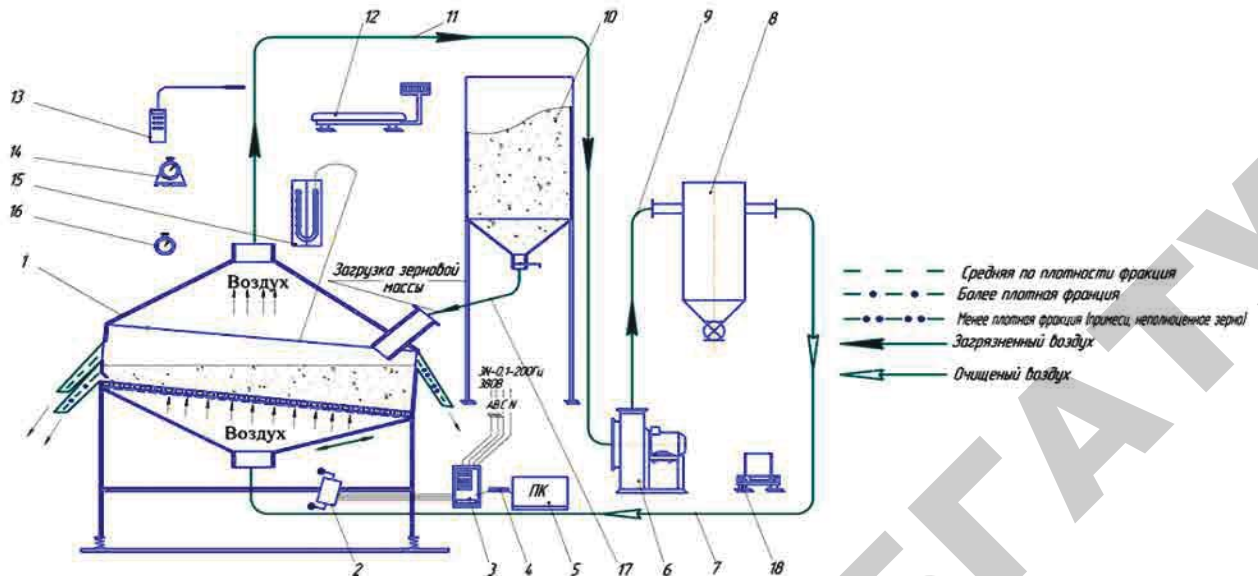


Рисунок 1. Схема экспериментального стенда:

1 – сепаратор вибропневматического принципа действия; 2 – электровибратор; 3 – частотный преобразователь; 4 – преобразователь интерфейса АС4; 5 – персональный переносной компьютер ASUS 1005 PX; 6 – вентилятор ВЦП-3; 7 – нагнетающий воздуховод; 8 – осадочная камера; 9 – воздуховод; 10 – бункер; 11 – всасывающий воздуховод; 12 – весы; 13 – анемометр; 14 – угломер маятниковый; 15 – U-образный манометр; 16 – секундомер; 17 – патрубок для подачи зерновой массы, 18 – анализатор влажности

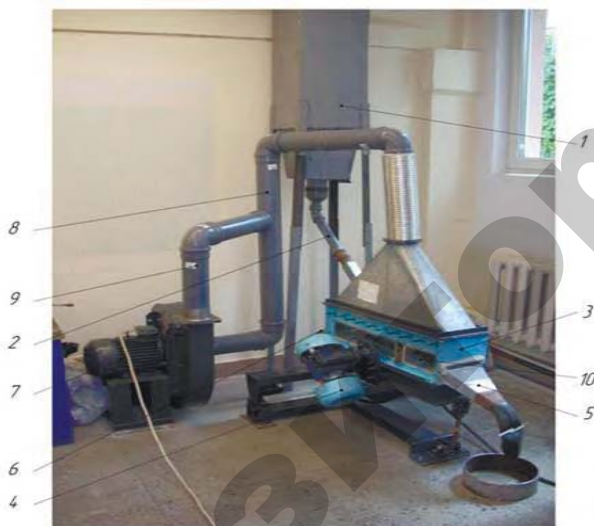


Рисунок 2. Общий вид экспериментального стенда для изучения процесса разделения зерновой массы по удельной плотности: 1 – бункер; 2 – загрузочный патрубок; 3 – сепаратор вибропневматического принципа действия; 4 – электровибраторы; 5 – патрубок для более плотной фракции; 6 – патрубок для менее плотной фракции; 7 – вентилятор ВЦП-3; 8 – всасывающий воздуховод; 9 – воздуховод; 10 – смотровое окно

- угол действия добавочной силы от электровибраторов;
- частоту колебаний сетчатой деки;
- амплитуду колебаний сетчатой деки;
- нагрузку на сетчатую деку;

– разрезание в рабочей камере вибропневмосепаратора.

Принцип действия лабораторного сепаратора вибропневматического принципа действия для разделения зерновой смеси по удельной плотности основан на избирательном транспортировании с последующим удалением отличающихся удельной плотностью частиц зерновой смеси в псевдооживленном слое.

Сепаратор для разделения семян по удельной плотности работает следующим образом. Неоднородную по плотности сыпучую смесь подают из бункера 1 через загрузочный патрубок для исходного продукта 2 в рабочую камеру сепаратора для разделения семян по удельной плотности 3. Сетчатой декой сепаратора при помощи двух спаренных электровибраторов 4 придают продольно-колебательное движение и одновременно продувают воздушным потоком, благодаря чему происходят два параллельных процесса: перемещение сыпучей смеси вдоль сетчатой деки и самосортирование компонентов смеси по удельной плотности. Сыпучая смесь делится по плотности, причем более плотная фракция (основное зерно), соприкасаясь с сетчатой декой, движется под уклон к выходному патрубку для более плотной фракции 5. Менее плотная фракция (легкие примеси и неполноценные семена) поднимается на поверхность основной массы продукта и перемещается против уклона в сторону выходного патрубка для менее плотной фракции 6, расположенного с противоположной стороны сетчатой деки относительно выходного патрубка для более плотной фракции 5, и далее выводится из устройства. Воздушный поток, создаваемый вентилятором 7, проходит сквозь зерновую массу и создает в рабочей ка-

мере сепаратора разрежение, при этом зерновая масса переходит в состояние псевдооживления, что создает условия для разделения на фракции. Воздушный поток, выходящий из рабочей камеры, проходит конфузор и через всасывающий трубопровод 8 выводится из сепаратора.

С целью определения диапазона варьирования факторов для проведения многофакторного эксперимента по исследованию процесса вибропневмосепарирования зерновой массы была проведена серия отсеивающих экспериментов, на основании которой определены основные режимные и технологические факторы и их диапазоны варьирования: угол наклона сетчатой деки к горизонту $\alpha=4,5\div5,5^\circ$; угол действия добавочной силы от электровибраторов $\beta=40\div50^\circ$; скорость воздуха в рабочей камере вибропневмосепаратора $v_B=0,75\div1,1$ м/с; угловая частота колебаний

сетчатой деки $\omega=105\div157$ рад/с.

На начальном этапе проведения исследований процесса вибропневмосортирования зерновой массы была проведена серия опытов по оценке влияния удельной плотности на энергию прорастания и всхожесть семян. Для проведения серии опытов использовалась яровая пшеница сорта «Контеса». После сепарирования зерновой массы, по ГОСТу 12036-85 отбирались 4 пробы по 100 зерен для проращивания. Определение энергии прорастания и всхожести проводилось по ГОСТу 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».

В табл. 1 представлены данные влияния удельной плотности на энергию прорастания и всхожесть яровой пшеницы.

Полученные данные по 3 опытным образцам представлены на диаграммах (рис. 3).

Таблица 1. Результаты экспериментальных исследований

Результат анализа	Время проращивания семян, сут.	Количество проросших семян, %				Среднее значение, %	Масса ростков, г	Длина ростков, мм
		пробы						
		1	2	3	4			
Показатели качества семян с плотностью больше 1,15 г/см ³								
Энергия прорастания	3	90	92	88	87	89	3,49	120
Всхожесть	7	94	97	94	96	95		
Показатели качества семян контрольного образца								
Энергия прорастания	3	80	82	84	85	83	3,02	104
Всхожесть	7	86	88	87	90	88		
Показатели качества семян с плотностью меньше 1,15 г/см ³								
Энергия прорастания	3	67	64	72	65	67	2,73	78
Всхожесть	7	73	69	75	71	72		

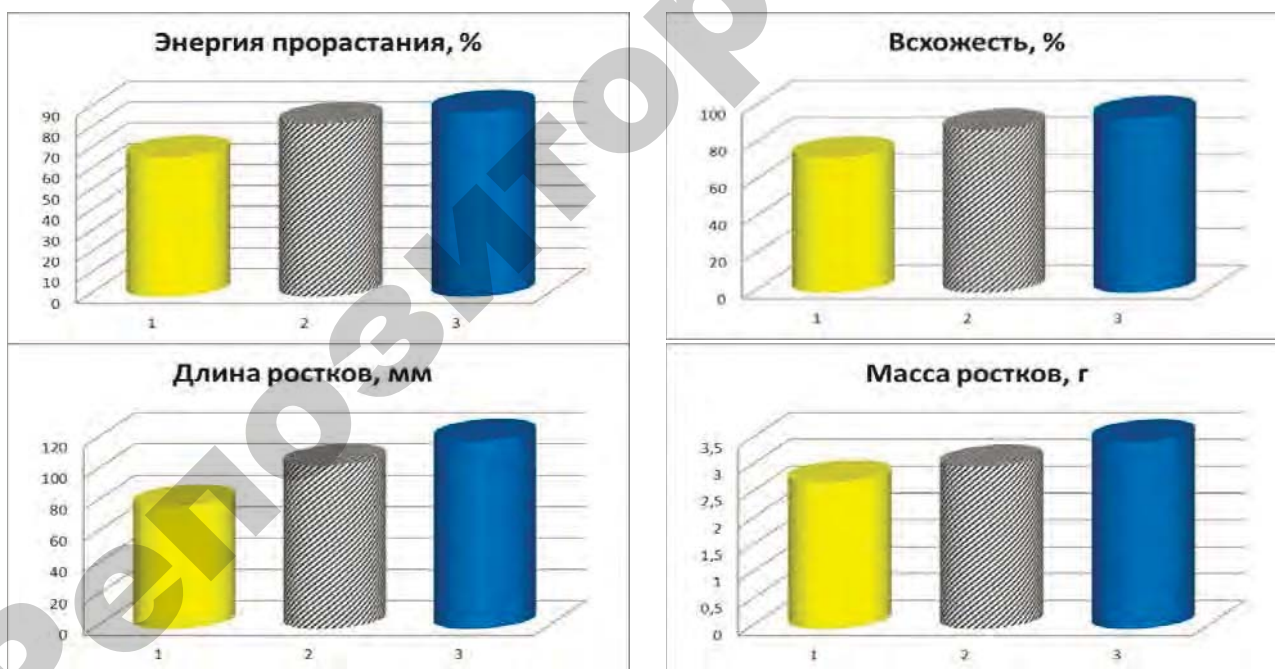


Рисунок 3. Диаграммы результатов эксперимента:

- Показатели качества семян с плотностью меньше 1,15 г/см³
- Показатели качества семян контрольного образца
- Показатели качества семян с плотностью больше 1,15 г/см³

Анализ опытных данных по определению всхожести семян показал, что семена с удельной плотностью более $1,15 \text{ г/см}^3$ по сравнению с семенами удельной плотностью менее $1,15 \text{ г/см}^3$ обладают повышенной биологической ценностью, а именно:

- энергия прорастания больше на 22 %;
- всхожесть больше на 23 %;
- масса 1000 зерен больше на 15,4 г;
- длина ростков больше на 42 мм;
- масса ростков больше на 0,76 г.

Таким образом, на основании опытных данных, доказано, что хорошо выполненные полноценные семена, обладающие наибольшей удельной плотностью, имея необходимый запас всех питательных веществ и лучше сформированный зародыш, обеспечивают образование более мощных проростков. Это увеличивает полевую всхожесть, дает возможность получить более мощные растения, и, в конечном итоге, повышает урожайность возделываемых культур.

Заключение

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований установлено, что сепарирование зерновой массы по удельной плотности позволяет более точно разделить семена по биологической ценности. Экспериментально доказано, что семена с высокой удельной плотностью обладают повышенной биологической ценностью.

Разработана схема и изготовлен экспериментальный стенд для изучения процесса сепарирования зерновой массы под воздействием вибрации и восходящих воздушных потоков. На основании серии отсеивающих экспериментов определены основные режимные и технологические факторы и их диапазоны

варьирования для проведения многофакторного эксперимента по исследованию процесса вибропневмосепарирования: угол наклона сетчатой деки к горизонту $\alpha=4,5\div5,5^\circ$; угол действия добавочной силы от электровибраторов $\beta=40\div50^\circ$; скорость воздуха в рабочей камере вибропневмосепаратора $v_B=0,75\div1,1 \text{ м/с}$; угловая частота колебаний сетчатой деки $\omega=105\div157 \text{ рад/с}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абидуев, А. А. Повышение качества очистки семян пшеницы [Текст] / А. А. Абидуев // Сиб. вестник с.-х. науки, 2007. – №10. – С. 73-77.
2. Поздняков, В. М. Сортирование семян по биологической ценности – основа будущего урожая / В. М. Поздняков, С.А. Зеленко // Наукові здобутки – вирішення проблем харчування людства у ХХІ столітті: 79 наук. конф. молодих учених і аспірантів, студентів. – Київ, 2013. – Ч. II. – С. 10-12.
3. Поздняков, В.М. Перспективы развития специализированного зерноочистительного оборудования / В.М. Поздняков, А.В. Иванов, А.И. Ермаков // Вестник МГУП, 2009. – № 2. – С. 85–90.
4. ООО «Росагро». Все модели сепараторов САД. – [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: http://rosagro2010.ru/vse_modeli_separatorov_sad_ooo . – Дата доступа: 15.06.2013.
5. Каталог машин для очистки зерна. – [Электронный ресурс]. – 2010 – 2013. – Режим доступа: <http://almazselmash.ru/production.html> . – Дата доступа: 20.06.2013.

“Агропанорама” - научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным наукам (зоотехния).

Журнал выходит раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842. Стоимость подписки на второе полугодие 2013 года: для индивидуальных подписчиков - 82350 руб., ведомственная подписка - 145404 руб.