

## НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ЗЕРНА

Э.И. Левданский, докт. техн. наук, профессор, А.Э. Левданский, докт. техн. наук, доцент, Д.И. Чиркун, канд. техн. наук, ст. преподаватель (БГТУ)

### Аннотация

*В статье проанализированы существующие способы и оборудование для очистки зерна после уборки и перед посевом, выявлены их основные недостатки. Предложены новые конструкции машин для очистки и подготовки зерна к посеву, разработанные на основе многокаскадного пересыпного сепаратора и эффективно работающие во многих СПК Республики Беларусь.*

*The existing ways and equipment for grain clearing after harvesting and before planting are analyzed and their main shortcomings are revealed in the article. A new machine design for clearing and preparing the grain for planting are suggested, which are developed on the basis of multicascade strewing separator and effectively implemented in many agricultural enterprises of the Republic of Belarus.*

### Введение

По существующей технологии, для достижения высокого качества, зерно после уборки подвергают многократной очистке. Сначала, перед подачей в сушилку, оно проходит предварительную очистку, после сушки производят окончательную очистку, а семенное зерно подвергается дополнительной сортировке и калибровке.

При предварительной очистке стремятся удалить из вороха зерна, прежде всего, крупные примеси, такие как солома, стебли трав, колосья, головки осота и другие, а также некоторое количество мелких примесей. Так как влажность таких примесей значительно выше влажности зерна, то удаление их позволяет снизить на 1-3% влажность зернового материала, поступающего на сушку [1]. Следовательно, при сушке зерна, прошедшего предварительную очистку, снижается расход теплоносителя и увеличивается производительность сушилки. Кроме того, в шахтных сушилках, где зерно движется по криволинейным каналам (например, сушилка М 819 производства Польши), исключается забивка каналов крупными примесями, подвисание зерна, его перегрев и возможное возгорание. Зерно, прошедшее предварительную очистку, в течение более длительного срока храниться на токах в ожидании сушки без биологических изменений, отрицательно сказывающихся на его качестве.

Особо высокие требования предъявляются к очистке семенного материала. Здесь, кроме удаления семян сорных растений, необходимо удалить все неполноценные, щуплые, незрелые и битые зерна. Многочисленными опытами установлено, что применение высококачественного калиброванного зерна в качестве семенного материала повышает его всхожесть, энергию прорастания, силу роста и, в конечном итоге, значительно повышает (до 10 центнеров с 1 га) урожайность [2].

### Основная часть

В настоящее время зерноочистительные машины изготавливаются многими фирмами различных стран, принцип их работы основан на воздушной сепарации и грохочении на ситах с необходимым размером отверстий.

Грохочение на ситах является основным рабочим процессом очистки зерна, с помощью которого происходит разделение вороха зерна на крупную и мелкую фракции. Те зерна или частицы, размеры которых меньше отверстий сит, проходят через отверстия, а крупные остаются на поверхности. Для продвижения материала сита устанавливают под небольшим наклоном, с углом, не превышающим 15°, и с помощью привода им сообщается колебательное или вибрационное движение. Если в старых конструкциях машин ситам сообщалось возвратно-поступательное движение, то в более новых конструкциях ситовая система движется по горизонтальной круговой траектории (например, в одной из последних конструкций сепаратора К 560 фирмы «Петкус»). Следует отметить, что первые зерноочистительные машины с круговым колебательным движением сит появились на мелькомбинатах, и изготавливались они в соответствии с патентом швейцарской фирмы «Бюлер». Машины с круговым движением сит имеют ряд преимуществ, а именно:

а) значительно упрощается система самого привода, так как отсутствуют кривошипно-шатунные механизмы, а круговые колебания осуществляются за счет вращения шкива с дисбалансом, установленного непосредственно на самом ситовом кузове, что приводит к снижению расхода электроэнергии;

б) улучшается качество разделения зерна на ситах и увеличивается производительность машины;

в) система очистки сит от забивки значительно упрощается.

В настоящее время производство зерноочистительных машин с круговым колебательным движением ситовых кузовов, кроме фирм «Бюлер», «Петкус», освоили фирмы Российской Федерации, Бельгии, Польши и других стран.

С помощью ситового грохочения при правильно подобранных ситах можно достичь высокого качества очистки зерна. Однако отдельные примеси, которые имеют близкую по величине с зерном площадь поперечного сечения и не сильно отличающиеся от зерен по длине (например, куколь, полевой горошек, битое зерно, овсюг, овес и т.д.), ситовой очисткой удалить практически невозможно. Для выделения таких примесей применяют барабанные агрегаты с ячеистой рабочей поверхностью, так называемые, триеры, а также машины вибропневматического сепарирования [3]. Но, несмотря на широкое распространение, эти машины отличаются низкой производительностью и не могут удалить те примеси, которые по геометрическим размерам очень близки к очищенному зерну. Кроме того, как ситовым грохочением, так и с помощью триеров, нельзя удалить из общей зерновой массы неполноценное, более легкое, незрелое и щуплое зерно.

Извлечение из зерновой массы трудноотделяемых примесей и неполноценного зерна возможно высокоэффективной воздушной сепарацией. Однако существующие на всех серийно выпускаемых зерноочистительных машинах системы воздушной очистки практически однотипны, далеко не совершенны, и поэтому осуществлять на них качественную подготовку семян достаточно сложно. Первым и самым главным недостатком для таких систем воздушной очистки является то, что в них воздушный поток воздействует на движущуюся зерновую массу однократно. Так как в сепарационной камере всегда будут наблюдаться местные завихрения, неоднородность скорости потока по сечению, трение и столкновение отдельных зерен и другие случайные явления, то, естественно, однократный контакт зерна с воздушным потоком не позволяет достичь высокой четкости разделения. В сепарационных камерах воздушной очистки движение потока зерна и воздуха поперечно-поточное, то есть зерно движется сверху вниз, а воздух пронизывает его в горизонтальном направлении. Поэтому силы, действующие на легкие зерна или примеси, направлены не противоположно, а, следовательно, даже незначительное повышение скорости воздуха приводит к большому уносу качественного зерна с легкой фракцией и наоборот.

Проблемы качественной классификации не менее актуальны и для других отраслей, таких как горно-обогательная, химическая, производство строительных материалов и т.д. Здесь часто приходится измельчать кусковые материалы и далее осуществлять классификацию полученного продукта по размерам, плотности или массе. Применительно к этим

отраслям весьма активно проводятся исследования по созданию новых высокоэффективных конструкций классификаторов, в том числе и воздушных сепараторов. Из разработанных сепараторов для классификации крупнозернистых материалов (0,2–10 мм) наиболее широкое применение в названных отраслях нашли две конструкции, схематично представленные на рис. 1а и 1б. Конструкция воздушного сепаратора (рис. 1а) разработана в Уральском политехническом университете под руководством профессора М. Д. Барского [4], а конструкция (рис. 1б) разработана известной немецкой фирмой «Альпине».

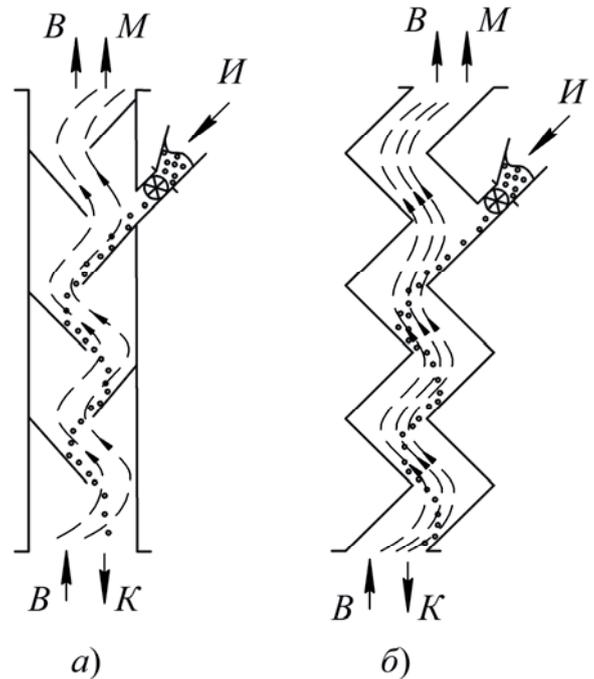


Рис. 1. Схемы воздушных сепараторов:  
И – исходный материал; В – воздух; К – крупная фракция; М – мелкая фракция

Конструкция сепаратора (рис. 1а) представляет собой вертикальную колонну прямоугольного сечения с пересыпными полками. Исходный материал из бункера с помощью питателя подается в колонну на одну из полок, ближе к верху, опускается вниз, падает на нижележащую полку, установленную с противоположной стороны колонны, и, таким образом, пересыпаясь с полки на полку, движется вниз. Воздух в камеру подается снизу и, двигаясь зигзагообразно вверх, многократно пронизывает падающий поток материала, выхватывая мелкие частицы и унося с собой. Наличие нескольких полок выше места ввода исходного материала исключает унос с воздухом случайно подхваченных крупных частиц. Таким образом, в камере происходит многократное воздействие воздушного потока на материал, подвергаемый классификации. Устанавливая в камере необходимое количество полок, и создавая оптимальную скорость воздуха,

можно достичь высокой эффективности разделения материала, как по размерам, так и по плотности.

Сепаратор фирмы «Альпине» (рис. 1б) представляет собой каскад наклоненных патрубков прямоугольного сечения, которые соединены между собой, образуя зигзагообразную камеру. Принцип работы данной конструкции аналогичен предыдущему сепаратору. Сравнительные испытания обеих конструкций [5] показали, что эффективность классификации в них практически одинаковая. С точки зрения технологии изготовления, по мнению авторов, следует отдать предпочтение первой конструкции, представленной на рис. 1а.

Применительно к процессам очистки и калибровки зерна авторами публикации разработана конструкция зерноочистительной машины (рис. 2), где для воздушной классификации используется многокаскадный полочный сепаратор [6].

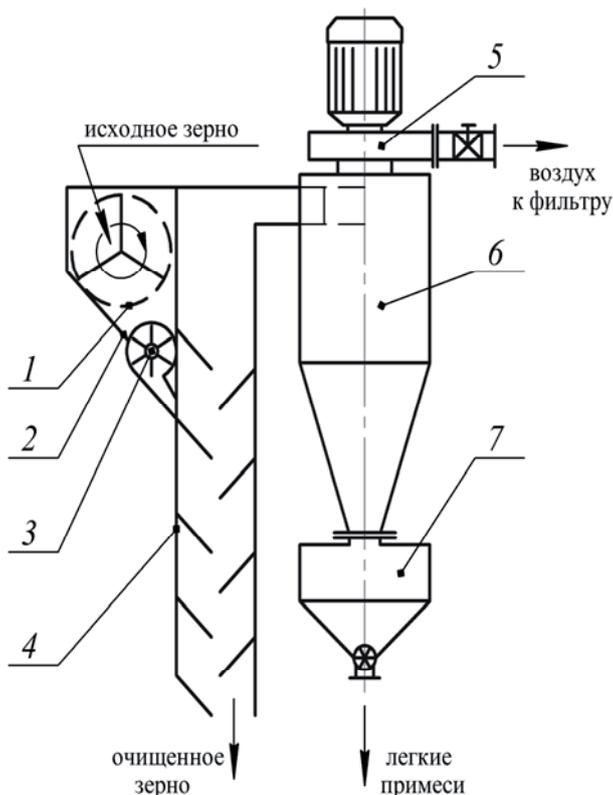


Рис. 2. Зерноочистительная машина с многокаскадным полочным сепаратором: 1 – перфорированный барабан; 2 – камера; 3 – питатель; 4 – полочный сепаратор; 5 – вентилятор; 6 – циклон; 7 – бункер

В данной конструкции на первой ступени предусмотрена очистка от крупных примесей, а на второй – от легких и мелких. Очистка от крупных примесей осуществляется во вращающемся перфорированном барабане 1, внутрь которого по течке подается зерно. Естественно, под каждую культуру должен быть свой барабан с определенным размером отверстий перфораций. Так как барабан установлен с наклоном в сто-

рону, противоположную от загрузочного торца, то при его вращении зерно с ворохом будет перемещаться вдоль барабана. При движении зерно и мелкие примеси будут просыпаться через отверстия барабана в камеру 2. Оставшиеся в барабане крупные примеси, достигнув противоположного торца барабана, выпадают из него и по лотку удаляются из машины. Из камеры 2 зерно с мелкими примесями питателем 3 подается в многокаскадный полочный сепаратор 4, где, пересыпаясь с полки на полку, будет опускаться вниз. В то же время вентилятором 5 через сепаратор 4 снизу вверх просасывается воздух, который будет многократно пронизывать потоки зерна, падающего под углом с каждой полки. Так как вентилятор может обеспечить высокую производительность по воздуху, то скорость воздуха в криволинейных каналах полочного сепаратора можно устанавливать близкой к скорости витания полноценных зерен, не боясь их уноса, так как полки, находящиеся выше питателя 3, исключают это явление. Скорость воздуха в многокаскадном полочном сепараторе может регулироваться заслонкой или вентиляем, установленным на выходном патрубке вентилятора 5. Мелкие и легкие фракции, унесенные воздухом из сепаратора, поступают в циклон, где отделяются от воздуха и опускаются вниз, а воздух отправляется на фильтрование или сбрасывается в атмосферу.

Для определения оптимальных технологических и конструктивных параметров зерноочистительной машины были проведены ее теоретические исследования.

Процесс очистки зерна от крупных примесей во вращающемся перфорированном барабане аналогичен процессу просеивания на ситах, подробно изложенному во многих литературных источниках [7]. Здесь приведем лишь зависимость для определения оптимального числа оборотов барабана  $n_6$ , об/с

$$n_6 = \frac{0,2}{\sqrt{R}}, \quad (1)$$

где  $R$  – радиус барабана, м.

Процесс отделения легких и мелких примесей от зерна в полочном сепараторе является, в сущности, многократной гравитационной классификацией исходного полидисперсного материала по плотности и размеру частиц. В этом случае частицы, взвешенные в движущемся газе, под действием сил тяжести и аэродинамического сопротивления перемещаются в зоне разделения в разных направлениях, отделяясь друг от друга. Одним из основных показателей процесса классификации является граничный размер разделения  $\delta_{гр}$ . Если размер частицы больше  $\delta_{гр}$ , то сила тяжести, действующая на нее, превышает силу аэродинамического сопротивления, и частица движется вниз против движения потока. Если размер

частицы меньше  $\delta_{гр}$ , то сила аэродинамического сопротивления больше силы тяжести, поэтому частица движется вместе с потоком. Таким образом, оценить граничный размер разделения можно из соотношения силы тяжести  $G = mg$  и силы аэродинамического сопротивления

$$F_B = \xi k_r S \frac{\rho v_{отн}^2}{2}, \quad (2)$$

где  $\xi$  – коэффициент аэродинамического сопротивления, зависящий от режима обтекания;  $k_r$  – коэффициент формы;  $S$  – миделево сечение частицы,  $m^2$ ;  $\rho$  – плотности частиц,  $kg/m^3$ ;  $v_{отн}$  – скорость частицы относительно потока,  $m/s$ .

Однако, как показывает практика и работы других исследователей [5], теоретический расчет граничного размера разделения по соотношению вышеуказанных сил для многокаскадных сепараторов существенно расходится с результатами экспериментов. Причиной этого является неоднородность профиля скоростей воздушного потока в рабочем объеме сепаратора вследствие зигзагообразного движения, возникновения вихревых потоков. Поэтому было решено смоделировать процесс разделения в сепараторе как стационарное двухфазное течение текучей среды с твердыми частицами численным способом.

Движение воздуха через сепаратор можно описать при помощи уравнения движения Навье-Стокса, которое в векторном виде записывается как

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -(\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} + \nu \Delta \vec{v} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \vec{f}, \quad (3)$$

где  $\nabla$  – оператор Гамильтона;  $\Delta$  – оператор Лапласа;  $t$  – время,  $s$ ;  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости,  $m^2/s$ ;  $\rho$  – плотность,  $kg/m^3$ ;  $p$  – давление,  $Pa$ ;  $\vec{v}$  – векторное поле скоростей;  $\vec{f}$  – векторное поле массовых сил.

Уравнение Навье-Стокса дополняется уравнением неразрывности потока

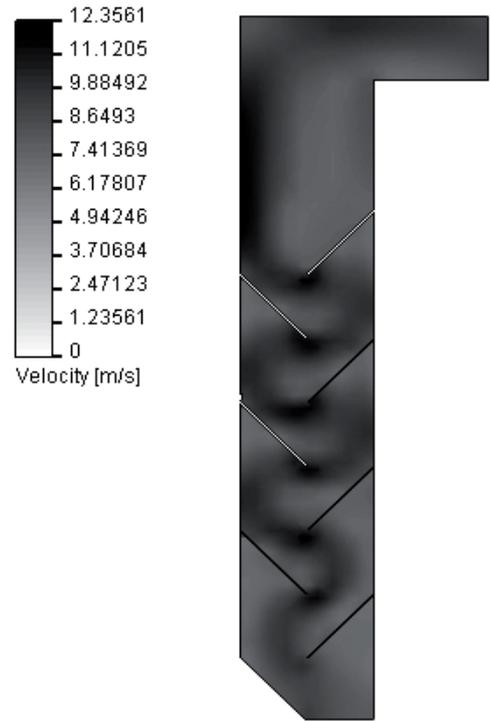
$$\nabla \cdot \vec{v} = 0, \quad (4)$$

и уравнением состояния идеального газа

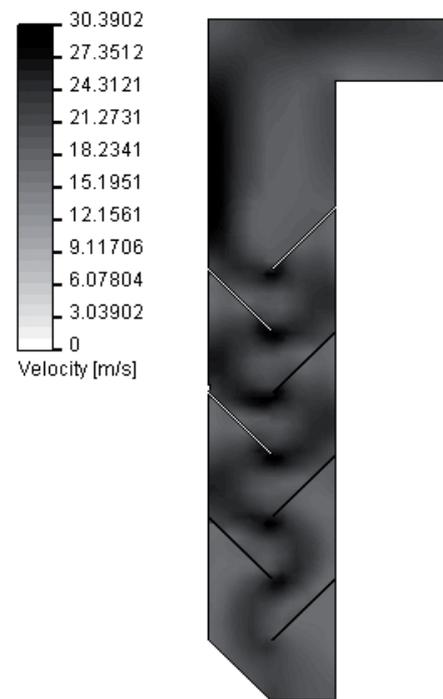
$$p = \rho RT. \quad (5)$$

Уравнения (3-5) решались численным способом в программе COSMOSFloWorks. Результаты решения позволили получить профили скоростей воздушного потока в сепараторах различного размера при разных расходах воздуха. Одни из характерных профилей показаны на рис. 3.

Результаты, представленные на рис. 3, получены для модели сепаратора со следующими геометрическими параметрами: размеры поперечного сечения –  $200 \times 200$  мм, количество пересыпных полок – 8, угол на-



а)



б)

Рис. 3. Профили скоростей воздушного потока в сепараторе:

а) – скорость воздуха на сечение сепаратора – 2 м/с (расход  $0,08 m^3/c$ ); б) – скорость воздуха на сечение сепаратора – 5 м/с (расход  $0,2 m^3/c$ )

клона полок – 45°, полки расположены в шахматном порядке и наполовину перекрывают сечение аппарата. Размеры поперечного сечения рекомендуется принимать не более 300×300 мм, так как иначе возникают проблемы равномерного распределения материала по сечению сепаратора, отгеснения материала к стенкам [5].

Установлено, что изменение расхода воздуха практически не влияет на структуру профиля скоростей воздуха в сепараторе. В то же время в локальных областях скорость воздуха может в несколько раз превышать среднюю скорость на сечение аппарата (рис. 3), либо, наоборот, снижаться практически до нуля. Это еще раз доказывает, что проводить расчет граничного размера разделения по средней скорости из соотношения массовых и аэродинамических сил не следует.

Размеры поперечного сечения сепаратора от 50×50 мм до 300×300 мм при сохранении геометрического подобия расположения пересыпных полок также на структуру профиля скоростей влияют незначительно.

После исследования профиля скоростей в расчетную модель вводился поток материала, и движение воздуха уже моделировалось как двухфазное стационарное течение, при этом силовым воздействием частиц на движущийся воздух пренебрегали. Это допущение не вносит существенной погрешности в расчет, так как оптимальная концентрация твердой фазы по результатам экспериментальных исследований таких сепараторов [5] не превышает 2-3 кг/кг воздуха. Коэффициент сопротивления частиц рассчитывался по формуле Хендерсона [8], которая в диапазоне рабочих скоростей воздуха в сепараторе будет иметь вид

$$\xi = \frac{24}{Re} + \frac{4,12}{1 + 0,03 Re + 0,48\sqrt{Re}} + 0,38, \quad (6)$$

где Re – число Рейнольдса.

Отличие продолговатой формы зерен от шарообразной учитывалось коэффициентом формы  $k_r = 1,76$  [7]. Эквивалентный диаметр зерен рассчитывался как среднее геометрическое трех измерений  $d_s = \sqrt[3]{l b h}$ . Контакт зерен с корпусом сепаратора и наклонными полками учитывался коэффициентом восстановления  $k_v = 0,4$ .

В результате обработки полученных при моделировании данных были построены графические зависимости граничного размера разделения  $\delta_{гр}$  для зерен различных культур от скорости воздуха на сечение сепаратора, представленные на рис. 4. Гранич-

ный размер разделения  $\delta_{гр}$  на графиках соответствует среднегеометрическому размеру зерна  $d_s$ .

Полученные зависимости (рис. 4) справедливы для таких зерновых культур как пшеница, рожь и ячмень при плотности зерен от 1200 кг/м<sup>3</sup> до 1400 кг/м<sup>3</sup>. Результаты вышеприведенных расчетов можно использовать и при сепарации других зерновых культур.

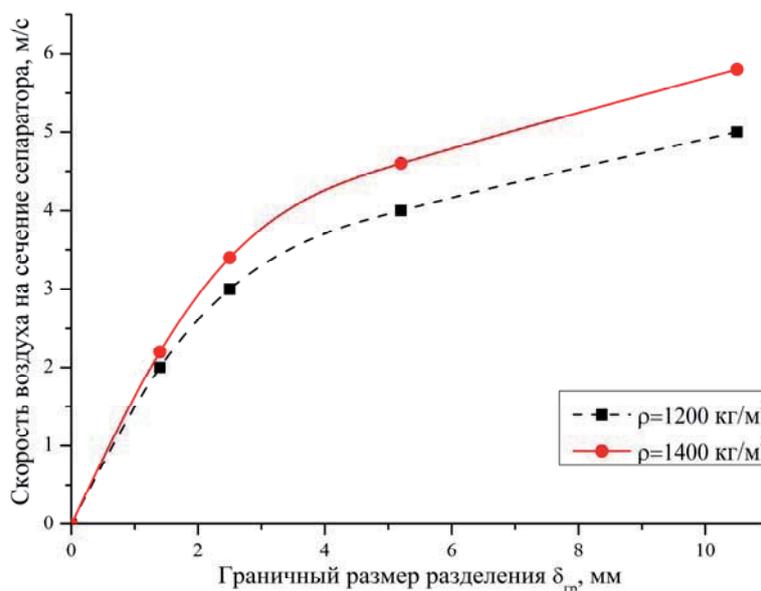


Рис. 4. Зависимость граничного размера разделения зерновых культур от скорости воздуха на сечение сепаратора

Таким образом, по зависимостям на рис. 4 можно определять необходимую величину скорости воздуха, отнесенную к поперечному сечению сепаратора, при требуемой величине граничного размера разделения. Частицы размером больше  $\delta_{гр}$  будут ссыпаться вниз, а частицы размером меньше  $\delta_{гр}$  или меньшей плотности, чем зерно, будут увлекаться воздушным потоком вверх.

По известной скорости воздуха и принятым размерам поперечного сечения сепаратора рассчитывается необходимый расход воздуха. Сопротивление многокаскадных полочных сепараторов не превышает 3-4 кПа. По требуемому расходу и сопротивлению подбирается вентилятор. Предельная производительность по исходному материалу определяется из соотношения не более 3 кг исходного материала на 1 кг проходящего через сепаратор воздуха. Если производительность по исходному материалу недостаточна, то в таких случаях рекомендуют не увеличивать размеры поперечного сечения, а секционировать сепаратор из нескольких отдельных колонок с размером сечения, как правило, не более 200×200 мм [5]. Количество колонок, работающих параллельно, рассчитывают из соотношения требуемой производительности и предельной для одной секции.

Для проведения производственных испытаний были разработаны два варианта зерноочистительных машин с многокаскадными полочными сепараторами. Первый вариант, производительностью 3 тонны в час, предназначен для подготовки высококачественного семенного материала. Сепаратор данной машины имеет по высоте 9 наклонных полок, исходный материал подается на третью сверху полку. Авторами публикации проведены исследования данной машины с целью определения возможности удаления неполноценных легких зерен из семенного материала. Для этого использовалось зерно ячменя и рапса, которое прошло окончательную очистку на машине «Петкус» и было подготовлено как семенной материал. При исследовании скорость воздуха в многокаскадном сепараторе изменялась в широком диапазоне, что позволяло отбирать в виде легкой фракции от 5 до 40% более легкого зерна. Высокая эффективность удаления неполноценных легких зерен с фракцией, уносимой воздухом вверх, была хорошо видна визуально уже при отборе 5% зерна. Однако для получения более точных данных авторами был использован известный способ определения массы 1000 зерен. Для этого определялась масса 1000 зерен исходного материала, а также масса такого же количества зерен, унесенных вверх с воздухом и опустившихся вниз в виде тяжелой фракции. При этом для всех опытов определялась процентная доля отбираемого зерна в виде легкой фракции от общего количества зерна, подаваемого на очистку.

Результаты данных исследований представлены на графиках (рис. 5).

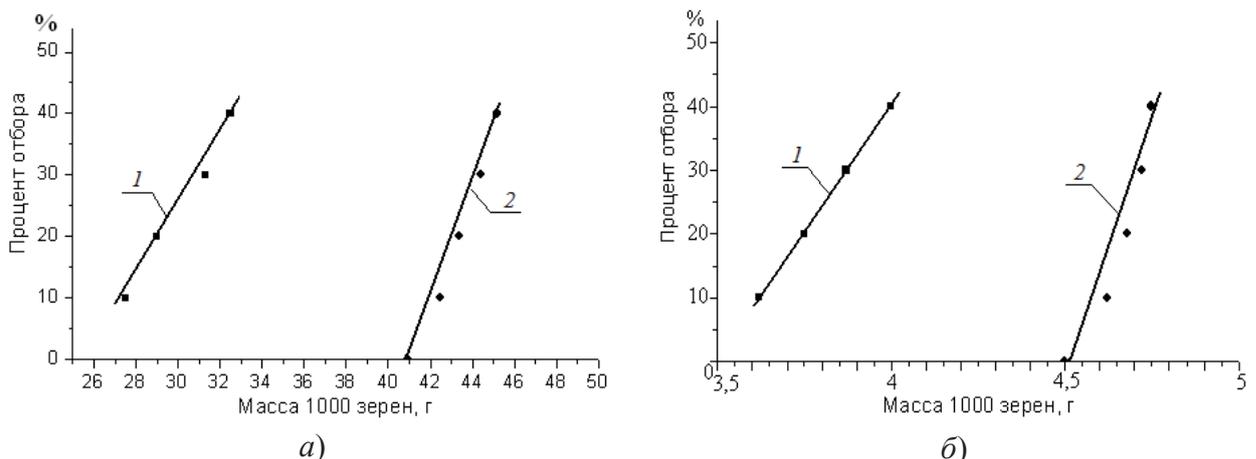
График на рис. 5а построен по результатам классификации ячменя, а график на рис. 5б – для рапса. Из графика (рис. 5а) видно, что начальная масса 1000 зерен ячменя составляла 40,5 грамм, а при отдувке 10% легких зерен плотность посевного материала стала 42,5 грамм. Плотность тысячи зерен, удаленной вверх, составляет всего 26,5 грамм и, естественно, ожидать большой урожайности от такого зерна не

приходится, поэтому его необходимо использовать на фуражные цели. При отборе в виде легкой фракции 40% зерна плотность тысячи зерен возрастает до 45,5 грамм, а легкой фракции – до 32,5 грамм.

Аналогичные данные получены при сепарации рапса, что наглядно видно из графика (рис. 5б), только здесь масса тысячи зерен почти в десять раз меньше массы зерен ячменя. В настоящее время два экземпляра машин данного варианта успешно эксплуатируются в хозяйствах.

Второй вариант зерноочистительной машины с многокаскадным полочным сепаратором предназначен для предварительной очистки зерна. Здесь производительность машины требуется значительно выше, поэтому многокаскадный сепаратор имеет ширину 1 метр, а по высоте установлено 6 наклонных полок с подачей зернового вороха в среднюю часть. Испытания данной машины показали, что она обеспечивает производительность при предварительной очистке зерна пшеницы, тритикале и ржи до 20 тонн в час, ячменя и овса до 16 тонн в час, а рапса – 8 тонн в час. При предварительной очистке зерна для отделения крупных примесей следует использовать барабан с отверстиями перфорации 12 мм, а при очистке рапса с отверстиями – 4 мм. Степень очистки всех зерновых культур составляет 75-80%. Особо значимые результаты получаются при очистке рапса. Здесь при начальной засоренности 20% в очищенном рапсе содержится менее 2% примесей, что исключает его повторную очистку после сушки, и его можно сразу отправлять на перерабатывающие предприятия. После предварительной очистки всех вышеуказанных культур унесенного зерна в отделенном ворохе не наблюдалось.

На данной зерноочистительной машине можно производить и окончательную очистку зерна после сушки, однако в этом случае необходимо устанавливать барабан с размером отверстий перфорации 8 мм, и производительность при этом будет составлять 10 тонн в час. Установлено, что за счет многократного



**Рис. 5. Изменение массы зерен ячменя (а) и рапса (б) в зависимости от доли отбора с воздушным потоком в многокаскадном сепараторе:  
1 – легкая фракция; 2 – тяжелая фракция**

взаимодействия влажного зерна с воздухом в криволинейных каналах сепаратора влажность его снижается на 1-2%. В настоящее время более 30 машин предварительной очистки данной конструкции успешно эксплуатируются в СПК Республики Беларусь.

#### Заключение

Разработанная зерноочистительная машина обеспечивает высокое качество очистки зерна при незначительных эксплуатационных затратах, конструктивно проста, за счет чего имеет невысокую стоимость по сравнению со многими аналогами, надежна в эксплуатации. Проведенные исследования позволяют осуществлять подбор и расчет основных технологических и конструктивных параметров зерноочистительной машины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пиппель, Г. Эффективность послеуборочной обработки зерна на универсальных очистительных машинах фирмы «Петкус Вута» / Г. Пиппель // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1995. – №1. – С. 26–30.
2. Тарушкин, В. И. Эффективность диэлектрической сепарации семян / В. И. Тарушкин // Механиза-

ция и электрификация сельского хозяйства. – 1996. – №5. – С.11–13.

3. Бутковский, В. А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства / В. А. Бутковский, Е. М. Мельников. – М.: Агропромиздат. – 1989. – 464 с.

4. Барский, М. Д. Гравитационная классификация зернистых материалов / М. Д. Барский, В. И. Ревнивцев, Ю. В. Соколкин. – М.: Недра. – 1974. – 232 с.

5. Барский, М. Д. Фракционирование порошков / М. Д. Барский. – М.: Недра, 1980. – 327 с.

6. Пневмосепаратор: пат. 5061 Респ. Беларусь, МПК7 В 04 В 4/00 / Э. И. Левданский, А. Э. Левданский, С. Э. Левданский; заявитель Бел. гос. технолог. ун-т. – № а 19990403; заявл. 27.04.99; опубл. 30.12.99 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 1999. – № 4. – С. 45.

7. Сапожников, М. Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / М. Я. Сапожников. – М.: Высшая школа, 1971. – 382 с.

8. Henderson, C. B. Drag coefficients of spheres in continuum and rarefied flows/ C. B. Henderson // AIAA Journal. – 1976. –V. 14, №6, June. – P. 707-708.

УДК 639.3.043.2

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 2.06.2011

## ВЛИЯНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА КАРПА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

М.М. Радько, канд. эконом. наук, В.Н. Столович, канд. биолог. наук, Н.Н. Гадлевская, канд. с.-х. наук, Д.Е. Радько, ст. лаб. (РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»)

#### Аннотация

*В статье приведены результаты исследований по оценке влияния малькового комбикорма на рост и физиологическое состояние выращенных сеголетков. Установлено, что кормление мальков таким кормом в начале сезона обеспечивает более высокий темп роста рыбы. Биохимический и гематологический анализы показали повышенное содержание жира и белка в мышцах, белка – в сыворотке крови, что свидетельствует о высоком уровне физиологического состояния и повышенной зимостойкости опытного сеголетка.*

*The research results in the field of estimation the effect of baby fish fodder on the growth and physiological state of the young fish are presented in the article. It is established that using such a fodder at the beginning of the season for baby fish feeding results in higher fish growth. The biochemical and hematological tests showed the higher content of fat and protein in muscle, as well as protein in blood serum, that indicates the high level of physiological state and increased winter survival of the experimental young fish.*

#### Введение

Прудовое рыбоводство по-прежнему остается наиболее эффективным с экономической, рыбоводной, экологической и социальной точек зрения. Прудовая рыба является социально-значимым продуктом, рост стоимости которой ограничен ростом доходов населения, поэтому основное внимание на новом этапе следует уделить удешевлению получаемой рыбо-

продукции путем интенсивного применения энерго- и ресурсосберегающих технологий, основное преимущество которых – увеличение производства продукции при небольших материальных затратах.

Одним из важных резервов ресурсосбережения и снижения затрат на единицу продукции является перевод большей части прудовых площадей на ускоренное производство товарной рыбы, повышенных