

agramogo universiteta. – 2018. – No. 4 (162). – S. 168-172.

4. A.s. 1355298 SSSR V 07 V 1/06. Tsentrobezchno-reshetnyy separator / N.I. Strikunov, A.I. Klimok, B.T. Tarasov. – No. 4083233/29-03; zayavl. 16.04.86; opubl. 30.11.87, Byul. No. 44.

5. Goncharov, E.S. Mekhaniko-tekhnologicheskoe obosnovanie i razrabotka universalnykh vibrotsentrobezhnykh zernovykh separatorov: avtoref. diss... d-ra tekhn. nauk / VIM. – Moskva, 1986. – 34 s.

6. Stepanenko, S.P. Research pneumatic gravity separation grain materials. International Scientific Journal. Mechanization in Agriculture, Conserving of the Resources. Scientific Technical Union of Mechanical Engineering Industry - 4.0 Bulgarian Association of Mechanization in Agriculture. Issue 2. Bulgarian. - 2017. S. 54-56.

7. Palamarchuk I.P. Rozvitok konstruktivnykh skhem vibrovidtsentrovnykh skhem tekhnologichnykh mashin dlya realizatsii protsesiv mekhanichnoy obrobki silskogogospodarskoy sirovini / I.P. Palamarchuk, I.G. Lipoviy, V.P. Yanovich // Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnologiyakh. – 2009. – No. 2 (54). – S. 105-115.

8. Strikunov, N.I. Obosnovanie osnovnykh parametrov plastinchatogo barabana tsentrobezchno-reshetnogo separatora / N.I. Strikunov, S.V. Lekanov, S.A. Cherkashin // Vestnik VSGUTU. – 2017. – No. 2 (65). – S. 47-51.

9. Spravochnik konstruktora selskokhozyaystvennykh mashin: v 2-kh tomakh / pod red. A.V. Krasnichenko. – Moskva: Gosudarstvennoe nauchno-tekhnicheskoe izdatelstvo mashinostroitelnoy literatury, 1961. – T. 2. – 862 s.



УДК 631.362

С.С. Щербаков, С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов
S.S. Shcherbakov, S.V. Lekanov, N.I. Strikunov

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА САМОСОРТИРОВАНИЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

THE STUDY OF THE PROCESS OF GRAIN MATERIAL SELF-GRADING

Ключевые слова: самосортирование, сыпучее тело, глубина погружения, путь скольжения частиц, пшено, дробь, зерновой слой, активный слой.

При механизированной уборке кроме зерна, основной культуры, в ворохе имеются различные засорители (мелкие и крупные), а также зерна в пленке, дробленые, травмированные и щуплые. Такой состав исходного материала, как правило, поступает в завальные ямы приемных отделений зерноочистительно-сушильных комплектов. Уже на этом этапе возникают процессы самосортирования при движении зернового материала по откосам завальной ямы. Наибольший интерес процесса самосортирования представляет при сепарации сыпучих зерновых материалов на различных рабочих поверхностях зер-

ноочистительных машин. Проведенный анализ уже имеющихся исследований показывает, что совершенствование технологического процесса центробежных подсевных решет при выделении мелких примесей следует вести в направлении интенсификации двухстадийной модели сепарирования сыпучих материалов.

Keywords: self-grading, granular material, submer-sion depth, particle gliding path, millet, grain, grain layer, active layer.

During mechanized harvesting, in addition to the grain of the main crop, the heap contains various foreign particles (small and large) as well as unthreshed, crushed, injured and thin grain. The source material of

such composition, as a rule, is loaded into the intake pits of grain cleaning and drying plants. Already at this stage, self-grading occurs during the movement of grain material along the slopes of the intake pit. The self-grading process is of the greatest interest at the separation of bulk grain materials on various working surfaces of grain

cleaning machines. The analysis of the existing studies shows that the improvement of the technological process of centrifugal cleaning screens in the separation of fine impurities should be carried out in the direction of intensification of the two-stage model of bulk material separation.

Щербаков Сергей Сергеевич, аспирант, каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: serch1995.ru@mail.ru.

Леканов Сергей Валерьевич, к.т.н., доцент, зав. каф. растениеводства, переработки и механизации, Алтайский институт повышения квалификации руководителей и специалистов агропромышленного комплекса, г. Барнаул. Тел.: (3852) 52-79-57. E-mail: serrg333@mail.ru.

Стрикунов Николай Иванович, к.т.н., доцент, каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-60. E-mail: agau@asau.ru.

Shcherbakov Sergey Sergeevich, post-graduate student, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. E-mail: serch1995.ru@mail.ru.

Lekanov Sergey Valeryevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai Institute of Professional Development of Managers and Specialists of Agricultural Industry Complex, Barnaul. Ph.: (3852) 52-79-57. E-mail: serrg333@mail.ru.

Strikunov Nikolay Ivanovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-60. E-mail: agau@asau.ru.

Введение

Существующие машины для сепарации зерна не отвечают современным требованиям. Создание новой, более совершенной, зерноочистительной техники и использование ее при послеуборочной обработке зерна встречает ряд достаточно известных в настоящее время трудностей. Эти трудности следующего характера:

- значительное многообразие сепарируемых материалов и способов сепарирования;
- сложность протекания технологических процессов и разнообразие механических взаимодействий частиц сепарируемых материалов друг с другом и рабочими органами машины;
- требуется дальнейшее развитие теоретических основ сепарирования и инженерных методов расчёта параметров процесса сепарирования и параметров машин.

Изучение сущности протекания различных технологических процессов сепарирования необходимо для разработки новых современных машин, что позволит расширить наши научные представления.

Цель работы – исследовать процесс самосортирования зернового материала в подвижном слое применительно к двухстадийной модели сепарирования сыпучих материалов.

Задачи исследований:

- 1) разработать лабораторную установку по определению параметров движения зерна в активном слое;
- 2) установить основные закономерности проникновения мелких частиц сквозь поры сыпучего тела, находящегося в активном слое.

Основная часть

Возможные признаки разделения, имеющие различные движение частицы, существенно влияют на эффективность сепарирования смеси [1, 2].

Большое значение придаётся процессу решётного сепарирования, представляющего две стадии: самосортирование и просевание частиц. При работе решета частицы, находясь на поверхности слоя, проходят по всей толщине образующегося сыпучего те-

ла. Чтобы выделить проходовые частицы, они, участвуя вместе со всем сыпучим телом в относительном движении по решетке, должны в результате самосортирования опуститься на поверхность решета.

Вторая стадия характеризуется тем, что проходовые частицы, продолжая относительное движение в нижнем слое сыпучего тела, проходят над отверстиями решета и при наступлении благоприятных условий просеиваются. В случае если в зерновой смеси проходовых частиц (мелких примесей) немного, а толщина сыпучего тела в несколько раз больше размеров частицы, то через решето просеиваются частицы, находящиеся в нижнем слое, в который они попадают в результате самосортирования. В этом случае самосортирование приобретает первостепенное значение.

Движение мелких частиц в активном слое позволяет повысить вероятность проникновения их через поры за счёт увеличения интенсивности изменения размеров и формы этих пор и носит случайный характер [3]. Это означает, что чем выше интенсивность послойного движения, тем больше можно выделить мелких примесей (при работе подсевных решёт).

Задачи по исследованию пор ранее решались несколько упрощённо. Исследователем В.С. Маркиным предпринята попытка учесть одновременно пересечение пор и изменение их сечения по длине [5].

Интенсификация самого процесса самосортирования, то есть уменьшение времени осаждения частиц при послойном движении, является перспективным направлением исследований. В этих исследованиях (применительно к центробежно-решётному сепаратору) необходимо учитывать кинематику движения решётного блока, толщину сыпу-

чего материала в межпластинчатом пространстве и толщину активного слоя.

Методика проведения экспериментальных исследований

Для подтверждения основных теоретических положений данной работы были разработаны частные методики экспериментальных исследований. Выполнение таких исследований стало возможным после создания лабораторной установки (рис. 1).

Установка выполнена из двух отдельных узлов: приводной станции и несущей рамы. Приводная станция состоит из конической пары шестерён с ручным приводом. Несущая рама предназначена для крепления на ней основных узлов лабораторной установки: внутреннего подвижного барабана и внешнего неподвижного цилиндра. На наружной поверхности внутреннего барабана имеются цилиндрические впадины и выступы. Внутренняя поверхность неподвижного цилиндра, набранного из колец толщиной 10 мм в количестве 10 шт., имеет профрезерованные пазы. Кольца наружного цилиндра надёжно крепятся стяжками к несущей раме. Установка дает возможность проводить измерения основных параметров при проведении экспериментов.

Для проведения опытов в качестве основного материала брали пшеницу сорта Алтайская-75, которую предварительно просеяли через решето с диаметром отверстий 3,0 мм. Масса 1000 зёрен данной пшеницы составляла 35,1 г. Пшеницей заполняли кольцевое пространство между цилиндром и вращающимся барабаном ($h_a=10$ мм). В качестве исследуемого материала использовали пшено трёх фракций, отличающихся размером частиц, и дробь также трёх фракций. В опытах масса частиц пшена составляла 10 г, а дроби – 70 г.

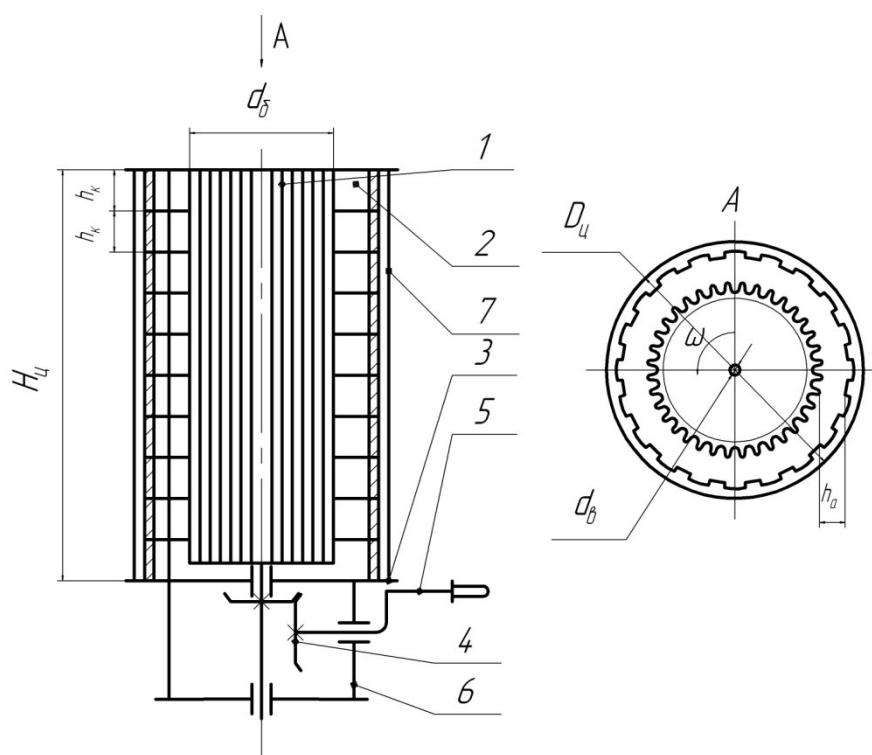


Рис. 1. Схема лабораторной установки:
 1 – внутренний барабан; 2 – наружный цилиндр; 3 – плита;
 4 – коническая пара; 5 – рукоятка; 6 – рама; 7 – стяжка

Исследуемые материалы, предварительно взвесив, равномерно распределяли по поверхностному слою пшеницы, расположенной в кольцевом пространстве. Далее приводили во вращение внутренний барабан, поворачивая его на $n=0,25$, $n=0,5$, $n=1,0$ и $n=1,5$ оборота.

Мелкие частицы исследуемого материала начинают проникать в поры на некоторую глубину внутрь слоев пшеницы. Затем, убирая кольца и срезая массу зерна, находящуюся в кольцевом пространстве между цилиндром и барабаном, собирали ее в емкость. Путем просеивания собранного материала отделяли исследуемый материал и взвешивали на электронных весах. Так последовательно делали на всех кольцах.

Данные замеров заносились в таблицы и строились графики проникновения частиц исследуемого материала в зависимости от размеров частиц, числа оборотов барабана и пути скольжения.

Проводилась оценка влияния пути скольжения и диаметра частиц на среднюю глубину погружения (h_{cp}).

Путь скольжения определяли по формуле:

$$S_{cp} = 2\pi R_{cp} \cdot n, \quad (2)$$

где $R_{cp} = \frac{d_в + d_н}{4}$;

n – число оборотов внутреннего барабана.

Среднюю глубину погружения частиц определяем по формуле:

$$h_{cp} = \frac{\sum h_i \cdot P_i}{\sum P_i}, \quad (3)$$

где P_i – содержание исследуемого материала в каждом кольцевом слое в долях единицы от общего количества материала;

h_i – среднее расстояние от верха до середины кольцевого слоя.

Для каждого проведенного опыта рассчитывали глубину погружения исследуемых материалов пшеницы и дроби.

Результаты

экспериментальных исследований

Полнота выделения примесей зависит от того, насколько велики различия в признаках делимости между отдельными сорными примесями и семенами основной культуры. Следовательно, наибольший эффект очистки может быть достигнут при использовании того признака делимости, по которому различия между семенами основной культуры и сорняков выражены наиболее резко. Этому положению наиболее точно подходит работа подсевных решет при выделении мелких примесей.

Лабораторные исследования процесса самосортирования показывают, что максимальное содержание частиц проходовой фракции (пшено, дробь) в зерновом слое по глубине погружения составляет 25-40 мм (рис. 2).

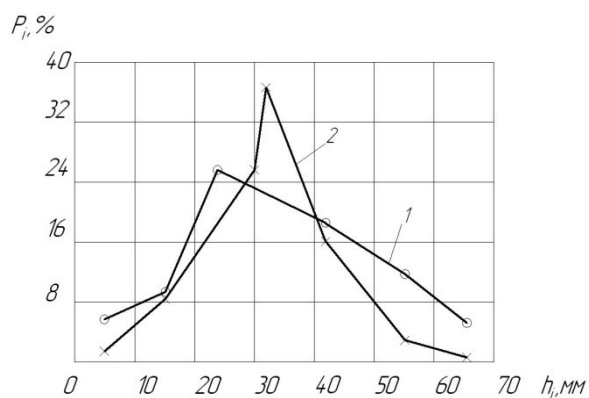


Рис. 2. График зависимости содержания частиц в слое от глубины погружения при максимальном пути скольжения $S_{ск}$: 1 – пшено $d=2,2$ мм; 2 – дробь $d=3,0$ мм

Отсюда следует, что при толщине зернового слоя, включая активный слой, в центробежно-решетном сепараторе мелкие примеси, преодолевая зерновой подвижный слой, будут активно подходить к сепарирующей поверхности решета. Высокая эффективность выделения мелких примесей на

подсевном решете сепаратора показана в исследованиях [4, 6, 7].

Опыты показывают, что диаметр мелких частиц (пшена и дроби) в исследуемом диапазоне не оказывает существенного влияния на среднюю глубину погружения (рис. 3), составляющую $h_{cp}=20-25$ мм. При этом размеры исследуемых фракций отличались по диаметру на 1,0 мм. Можно предположить, что увеличение среднего пути скольжения приведет к росту глубины погружения.

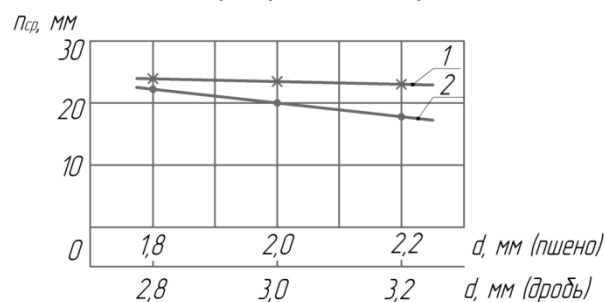


Рис. 3. График зависимости средней глубины погружения в зависимости от диаметра частиц при среднем пути скольжения: 1 – пшено; 2 – дробь

Проведенные опыты также показывают, что наиболее интенсивно идет погружение частиц при среднем пути скольжения равным 250 мм (рис. 4). Дальнейшее повышение пути скольжения не приводит к существенному увеличению средней глубины погружения.

Таким образом, опытами установлена возможность работы центробежно-решетного сепаратора на очистке зерна от мелких примесей. Помимо проведенных экспериментов, можно предположить, что есть еще пути интенсификации рабочего процесса подсевного решета сепаратора, которые требуют дальнейших исследований.

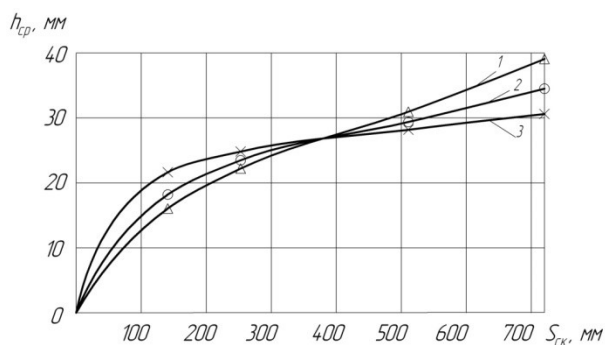


Рис. 4. График зависимости средней глубины погружения пшеницы от пути скольжения:
1 – $d=1,8$ мм; 2 – $d=2,0$ мм; 3 – $d=2,2$ мм

Заключение

Экспериментальное моделирование процесса самосортирования на разработанной установке позволяет определить основные параметры этого процесса. Полученные результаты исследований могут быть использованы для интенсификации процесса очистки зерна от мелких примесей в центробежно-решетном сепараторе.

Основываясь на результатах исследований устройства при определении параметров самосортирования сыпучего тела, установлены наиболее значимые факторы: путь скольжения частиц в подвижном слое и глубина их погружения.

Библиографический список

1. Гортинский, В. В. Процессы сепарирования зерна на зерноперерабатывающих предприятиях / В. В. Гортинский, А. Б. Демский, М. А. Борискин. – Москва: Колос, 1973. – 295 с. – Текст: непосредственный.
2. Гортинский, В. В. Сравнение эффективности просеивания при горизонтальных круговых и прямолинейных колебаниях плоских горизонтальных сит / В. В. Гортинский, И. Г. Благовещенский. – Текст: непосредственный // Труды ВНИИЗ. – Москва, 1977. – С. 47-61.

3. Евграфов, В. А. Вероятностная оценка структуры дисперсной среды / В. А. Евграфов. – Текст: непосредственный // Инженерно-физический журнал. – 1964. – № 10. – С. 121-127.

4. Леканов, С. В. Методика оценки эффективности очистки зерна на подсевном решете в центробежно-решетном сепараторе / С. В. Леканов. – Текст: непосредственный // Вестник АГАУ. – 2004. – Вып. № 2 (14). – С. 148-150.

5. Маркин, В. С. О капиллярном равновесии в модели пористого тела с пересекающимися порами переменного сечения / В. С. Маркин. – Текст: непосредственный // Доклады АН СССР. – Москва, 1963. – Т. 151, № 3. – С. 620-623.

6. Стрикунов, Н. И. Пути совершенствования подсевного решета центробежно-решетного сепаратора / Н. И. Стрикунов, Б. Т. Тарасов, С. В. Леканов. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей. В 3 кн. / Международная научно-практическая конференция. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – Кн. 2. – С. 293-296.

7. Хижников, А. А. Повышение эффективности очистки зерна на подсевном решете центробежно-решетного сепаратора / А. А. Хижников, Н. И. Стрикунов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 4 (66). – С. 72-76.

References

1. Gortinskiy, V.V. Protsessy separirovaniya zerna na zernopererabatyvayushchikh predpriyatiyakh / V.V. Gortinskiy, A.B. Demskiy, M.A. Boriskin. – Moskva: Kolos, 1973. – 295 s.
2. Gortinskiy, V.V. Sravnenie effektivnosti prosevaniya pri gorizontalnykh krugovykh i pryamolineynykh kolebaniyakh ploskikh gorizontalnykh sit / V.V. Gortinskiy, I.G. Blagovesh-

chenskiy // Tr. VNIIZ. – Moskva, 1977. – S. 47-61.

3. Evgrafov, V.A. Veroyatnostnaya otsenka struktury dispersnoy sredy / V.A. Evgrafov // Inzhenerno-fizicheskiy zhurnal. – 1964. – No. 10. – S. 121-127.

4. Lekanov, S.V. Metodika otsenki effektivnosti ochistki zerna na podsevnom reshete v tsentrobezhno-reshetnom separatore / S.V. Lekanov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2004. – No. 2 (14). – S.148-150.

5. Markin, V.S. O kapillyarnom ravnesii v modeli poristogo tela s peresekayushchimisya porami peremennogo secheniya / V.S. Markin //

Doklady AN SSSR. – 1963. – T. 151. – No. 3. – S. 620-623.

6. Strikunov, N.I. Puti sovershenstvovaniya podsevnoy resheta tsentrobezhno-reshetnogo separatora / N.I. Strikunov, B.T. Tarasov, S.V. Lekanov // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik statey. V 3 kn. / Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – Kn. 2. – S. 293-296.

7. Khizhnikov, A.A. Povyshenie effektivnosti ochistki zerna na podsevnom reshete tsentrobezhno-reshetnogo separatora / A.A. Khizhnikov, N.I. Strikunov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – No. 4 (66). – S. 72-76.



УДК 621.926.72

У.Э. Карасартов, Ы.Д. Осмонов
U.E. Karasartov, Y.D. Osmonov

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЖЕРНОВЫХ КАМНЕЙ ДЛЯ МЕЛЬНИЦЫ

TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF MILLSTONES FOR A BURRMILL

Ключевые слова: *измельчение, жернова, мельница, рабочая поверхность, рабочие пояса, бороздки, размеры бороздки, охлаждение, аспирация, зерно, мука.*

Жерновые мельницы как машина является объектом длительного и постепенного развития, начиная от примитивных орудий первобытного человека. До 70-х годов прошлого столетия жерновой постав являлся основной измельчающей машиной на мукомольных мельницах. С появлением вальцевого станка роль жерновых поставов стала быстро падать, однако жерновые мельницы имеет ряд преимуществ перед современными машинами. В продукциях из жерновых мельниц сохраняются все минеральные вещества и витамины. На качество продукции однозначно влияет рабочий орган жерновых мельниц – это жерновые камни. В практике жерновые камни бывают искусственные и естественные. Для изготовления естественных жерновов применяются камни из твердых горных пород: кварцевые камни, гра-

нит, песчаник и порфиновые камни, содержащие минимальное количество острых кристаллов. Эффективность работы жерновых мельниц зависит от своевременной, правильной обработки и ремонта рабочих поверхностей. Обработка рабочих поверхностей жерновов заключается в своевременном углублении бороздок на жерновах и насечка рабочих поверхностей по мере сглаживания острошероховатости и в своевременном углублении «двора». Бороздки предназначены для вентилирования пространства между жерновами и охлаждения рабочего поверхности. При нанесении бороздок следует обязательно соблюдать тех правил, количество и размеры, которые указаны в статье. Для универсального станка ММП-150/50 предлагаются патенты на полезную модель «Жерновая мельница» № 1830 от 30.12.14 и № 1860 от 01.04.15, чтобы полностью решить процесс аспирации мельницы и охлаждения рабочего органа и экономить электроэнергию за счет увеличения охлаждающего воздуха.