

исследовательскую модель малогабаритной молотковой кормодробилки.

Ключевые слова: молотковые измельчители, разновидности молотков, патенты, полезные модели, классификация дробилок.

Korotov Yu., Braginet M. Creation on the basis of researches fundamentally new working body of small-sized hammer feed grain forage

The development inculcated in an useful model on the basis of researches of types of hammers that is presented in the article, used in technology of growing of grain-growing forage shallow, it is patented and created fundamentally new original workers by organs that set on the scientifically experienced model. The basis of our useful model is the task of providing the livestock complex with a small universal feed corn for the preparation of grain mix with the minimum normal disturbances of zootechnical requirements for the preparation of grain feed, grinding of hay and straw. Reduced wear of working bodies, changing the way of loading the crushed material, increasing productivity, eliminating design flaws that complicate maintenance and repair, installation of shockproof elements in the working chamber feed mill.

The task is solved due to the fact that in the design of a small-sized universal feed mill, hammers with bits are installed which, due to their construction, reduce the frequency of their replacement in the grain crusher and bits that perform the cutting process in certain optimal regimes, a speed variator that allows grain products to be crushed at different modes and perform the cutting process.

Also, due to the shape of the hammers are reversible, which further increases the life of the operation, and the chains on the hammer on both sides increase the amount of destruction of the grains simultaneously with the impact, thus increasing the productivity

Keywords: hammer grinding down, varieties of hammers, patents, useful models, classification of crushers.

Дата надходження до редакції: 19.08.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Ревенко І.І.

УДК 621.928.13

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕПАРИРОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ СМЕСЕЙ
ВИБРОЦЕНТРОБЕЖНЫМИ РЕШЕТКАМИ С РАЗРЫХЛИТЕЛЯМИ**

М. В. Пивень

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

В статье представлены результаты экспериментальных исследований эффективности процесса сепарирования зерновых смесей цилиндрическими виброцентробежными решетками с разрыхлителями. Установлено влияние конструктивных параметров разрыхлителей, удельных нагрузок решета, размеров проходных частиц на эффективность сегрегации. Для паспортных режимов работы виброцентробежных сепараторов обоснованы конструктивные параметры разрыхлителей. Проведено сравнение теоретических и экспериментальных результатов исследования процесса сегрегации. Удельная производительность виброцентробежного сепаратора с разработанными решетками на очистке семенного и продовольственного зерна возросла на 20-25%.

Ключевые слова: виброцентробежный сепаратор, цилиндрические решета, зерновые смеси, сегрегация, разрыхлители, пористость.

Постановка проблемы. Эффективность сепарирования зерновых смесей (ЗС) определяется не только пропускной способностью отверстий решета, но и интенсивностью сегрегации - продвижением мелких частиц из слоя к рабочей поверхности. Если они не успеют выделиться из слоя и достигнуть поверхности решета, то не смогут просеяться через его отверстия. В результате засоренность зернового материала возрастает, качество разделения снижается. Сепарирование в поле центробежных сил сопровождается уплотнением смеси, что снижает интенсивность сегрегации и эффективность процесса в целом. Таким образом, повышение эффективности виброцентробежного сепарирования путем интенсификации сегрегации является ак-

туальной задачей.

Анализ результатов последних исследований. Анализ исследований процесса сепарирования представленный в работе [1] показывает, что интенсификация сегрегации осуществляется сообщением ЗС дополнительных механических воздействий, увеличением частоты колебаний решета, применением восходящего воздушного потока. Однако перечисленные способы ухудшают процесс просеивания семян сквозь отверстия решет, и, тем самым, снижают эффективность сепарирования ЗС. Кроме того, кинематические режимы, оптимальные для сегрегации, не являются таковыми для просеивания. Наиболее рационально интенсифицировать сегрегацию применением разрыхлителей ЗС. Они сообщают

щуют дополнительные воздействия в смесь, разрыхляют ее и не препятствуют прохождению зерен сквозь отверстия решет.

В работе [2] получены уравнения описывающие движение зернового потока по внутренней поверхности вертикального цилиндрического виброцентробежного решета вращающегося вокруг и колеблющегося вдоль вертикальной оси. В качестве разрыхлителей ЗС применялись оречения в виде наваренных на поперечных перемычках металлических проволоч.

В работе [3] получены уравнения, определяющие радиальную и осевую составляющие относительной скорости движения проходовой частицы в слое ЗС, сепарируемой виброцентробежным решетом с разрыхлителями. Впервые учтены закономерности пористости и скорости полойного движения ЗС, различие проходвых и сходовых частиц по крупности, влияние конструктивных параметров разрыхлителей.

Динамика проходовой частицы в слое ЗС исследована в работах [4, 5]. Получены траектории внутрислового движения, закономерности радиальной и осевой составляющих скорости проходвых частиц. Исследовано влияние кинематических параметров виброцентробежного решета, его удельной загрузки, глубины слоя, конструктивных параметров разрыхлителей, физико-механических свойств частиц на скорость их движения внутри слоя ЗС.

Эффективность процесса сегрегации ЗС на цилиндрическом виброцентробежном решете исследована в работе [6]. Определены значения пористости и градиента скорости смеси обеспечивающие наибольшую эффективность процесса. Установлено, что применение разработанных разрыхлителей интенсифицирует сегрегацию и повышает ее эффективность на 35...40%. Для паспортных режимов работы виброцентробежных сепараторов обоснованы конструктивные параметры разрыхлителей.

Однако, данные результаты получены путем теоретических исследований и не подтверждены экспериментально. Отсутствуют исследования влияния разрыхлителей на производительность процесса виброцентробежного сепарирования.

Цель исследований – проведение экспериментальных исследований эффективности процесса сепарирования ЗС виброцентробежными решетами с разрыхлителями.

Результаты исследований. Исследование процесса сепарирования ЗС выполнялось на лабораторном виброцентробежном сепараторе (рис.1, 2).

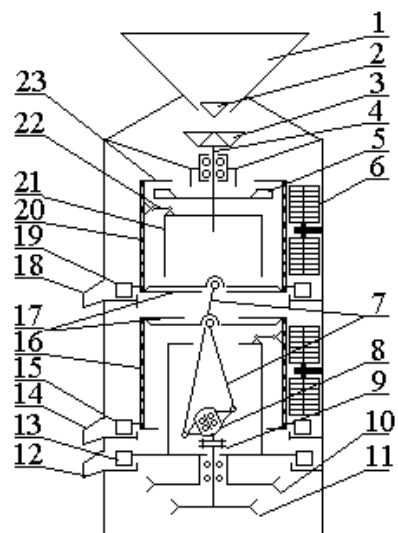


Рис. 1. Конструктивная схема лабораторного виброцентробежного сепаратора: 1 – бункер; 2 – заслонка; 3 – разбрасыватель конический; 4 – вал; 5 – разбрасыватель дисковый; 6 – очиститель копирующий дисковый; 7 – шатуны; 8 – вибровозбудитель; 9 – соединение фланцевое; 10, 11 – шкивы; 12, 14, 18 – лотки; 16 – решето сортировальное; 17 – траверсы; 13, 15, 19 – скребки; 20 – решето подсевное; 21 – ротор; 22 – подвески; 23 – барабаны цилиндрические

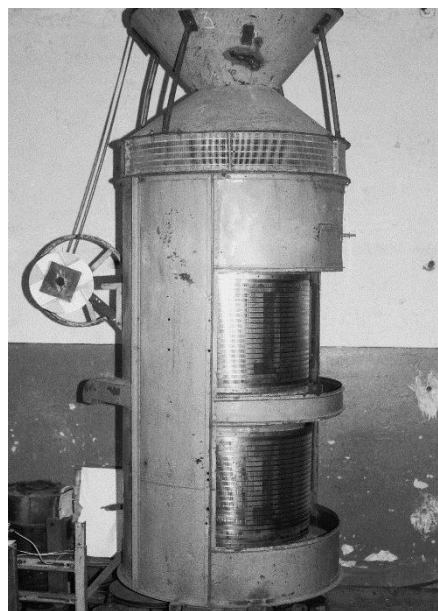


Рис. 2. Лабораторный виброцентробежный сепаратор

Сепаратор состоит из ротора 21, к которому посредством подвесок 22 прикреплены верхний и нижний цилиндрические барабаны 23. На верхний барабан устанавливается цилиндрическое подсевное решето 20, а на нижний – сортировальное 16. Барабанам сообщается вращательное движение вокруг вертикальной оси и колебательное движение через шатуны 7 и траверсы 17 от вибровозбудителя 8, который выполнен в виде качающейся шайбы. Приводы вращения и колебаний осуществляются соответственно от шкивов 10 и 11. При открытии заслонки 2 ЗС из бункера 1 поступает на конический

разбрасыватель 3, а затем на дисковый – 5, после которого равномерным слоем подается на внутреннюю поверхность подсевного решета. Под действием центробежных сил ЗС прижимается к поверхности решета и образует кольцевой слой, который под действием силы тяжести и осевых колебаний движется сверху вниз вдоль образующей. Мелкие примеси и дробленое зерно просеиваются сквозь отверстия подсевного решета 20 и его скребками 19 выгружаются в верхний лоток 18. Остальные – поступают на сортировальное решето 16. Мелкие зерна просеиваются сквозь его отверстия и скребками 15 выгружаются в средний лоток 14, а крупные зерна идут сходом с решета в нижний лоток 12. Для очистки отверстий решет от застрявших зерен в корпусе

сепаратора установлены дисковые копирующие очистители 6.

Для проведения исследований приняты следующие значения кинематических, конструктивных и режимных параметров виброцентробежного решета рекомендуемых Е.С. Гончаровым [4]: амплитуда колебаний решета $r_{\text{кол}}=0,006$ м, круговая частота колебаний $\omega_{\text{кол}}=94,2$ рад/с, угловая скорость вращения решета $\omega=11,3$ рад/с; радиус цилиндрического решета $R=0,3075$ м, длина $L=0,5$ м; удельная загрузка $q=110...180$ кг/час·дм².

Разработанные цилиндрические оребренное и рифленое решета представлены на рис. 3, а, б.

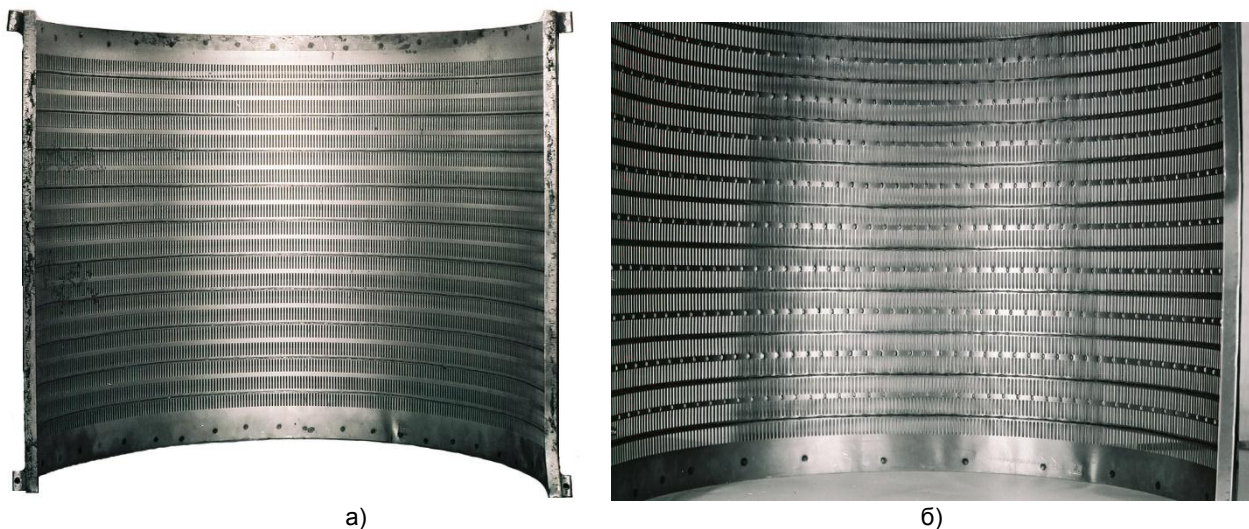


Рис.3. Разработанные цилиндрические решета с разрыхлителями: а) ребрами; б) рифлями

Они состоят из двух полуцилиндров, изготовленных из решетчатых полотен марок 2а-1.7×16-7-0.8, 2а-2.2×16-7-0.8 ТУ 23.2.2068-94, шириной $B=990$ мм, длиной $L=490$ мм и толщиной 0,8 мм. Материал полотен – холоднокатаная листовая сталь по ГОСТ 16523-97. Размеры прямоугольных отверстий $1,7 \times 16$ мм² – для подсевного решета и $2,2 \times 16$ мм² – для сортировального.

На рабочей поверхности оребренного решета, на поперечных перемышках, закреплены ребра в виде наваренных металлических проволок диаметром $d_{\text{реб}}$ с расстоянием между ними $l_{\text{реб}}$. Использована стальная низкоуглеродистая проволока общего назначения по ГОСТ 3282-74, материал проволоки сталь 15 ГОСТ 1050-88. Закрепление проволоки осуществлялось электродуговым контактным способом по ГОСТ 15879-79. На рабочей поверхности рифленого решета, на его поперечных перемышках расположены продолговатые рифли, выполненные штамповкой. Продольная ось рифлей направлена вдоль движения ЗС. В поперечном сечении рифли имеют форму полукруга. При работе решета, ребра и рифли создают дополнительное сопротивление движению

элементарному слою, увеличивая интенсивность послыного движения.

Материалом исследования являлись ЗС семейства злаковых:

1. Озимая пшеница сорта “Мироновская-30”, урожая 2015 года (Каплуковское ЧСП, Краснокутского района, Харьковской области): сортовая чистота – 99,45%; семян основной культуры – 98,74%; отход – 1,26% в том числе семян других культурных растений в шт. на 1кг – 1, семян сорняков в шт. на 1кг – 2; влажность – 10,4%; масса 1000 семян – 39,2 г.

2. Ячмень сорта “Одесский-115”, урожая 2015 года (Каплуковское ЧСП, Краснокутского района Харьковской области): сортовая чистота – 100%; семян основной культуры – 99,18%; отход – 0,82% в том числе семян других культурных растений в шт. на 1кг – 9, семян сорняков в шт. на 1кг – нет; влажность – 10,3%; масса 1000 семян – 49,4 г.

Зерна этих культур были выровнены по размерам и представляли собой сходовую фракцию – несущую среду для проходových частиц. В качестве проходových частиц использовалось дробленое и мелкое зерно разных размеров и

плотностей.

Программой экспериментальных исследований предусматривалось: исследование влияния конструктивных параметров ребер и рифлей, удельных нагрузок разработанных решет, размеров проходных частиц на эффективность сегрегации; сравнение зависимостей эффективности сегрегации полученных теоретическим и экспериментальным путем; определение удельной производительности разработанных виброцентробежных решет на очистке посевного и продовольственного зерна.

Эффективность сегрегации определяется соотношением L/L_x , где L – длина решета, L_x – проекция траектории проходной частицы на решето от свободной поверхности слоя на входе до соприкосновения с решето. При $L_x=L$ все проходные частицы достигнут поверхности решета, и эффективность будет $\eta=1$ (100%). При $L_x>L$, не все частицы успеют выделиться из слоя и эффективность будет $\eta<1$. При $L_x<L$, все частицы выделяются из слоя на меньшей длине решета – $\eta>1$.

Исследование траекторий движения проходных частиц в слое смеси проводилось с помощью видеосъемки через прозрачную радиальную стенку ступенчатого изгиба цилиндрического решета по методике изложенной в работе [8].

На рис. 4 приведены графические зависимости эффективности сегрегации от конструктивных параметров ребер и рифлей. Из анализа графиков следует, что с увеличением диаметра ребер $d_{реб}$ эффективность η возрастает до максимального значения, а затем уменьшается. Уменьшение эффективности объясняется возрастающим разрыхлением ЗС при увеличении диаметра ребер, что приводит к виброкипению смеси и ухудшению сегрегации. При уменьшении расстояния между ребрами $l_{реб}$ эффективность возрастает. Наибольшая эффективность сегрегации при паспортной нагрузке виброцентробежного решета достигается при диаметре ребер 1,5 мм и расстоянии между ними 21 мм.

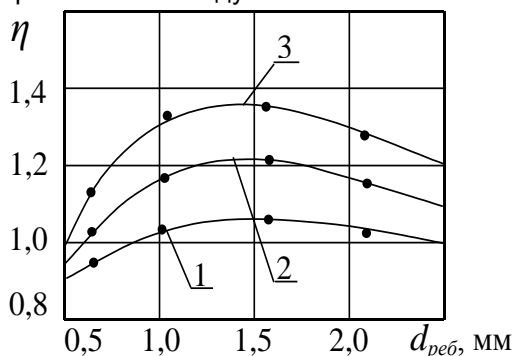


Рис. 4. Зависимости эффективности сегрегации η от конструктивных параметров ребер цилиндрического решета: 1 – $l_{реб}=63$ мм; 2 – $l_{реб}=42$ мм; 3 – $l_{реб}=21$ мм; ($\omega_{кол}=94,2$ рад/с; $\omega=11,3$ рад/с; $q=110$ кг/час·дм²)

Эффективность сегрегации зависит от величины удельной нагрузки решета. Как видно из

рис. 5, с увеличением удельной нагрузки эффективность снижается. Применение оребренных решет повышает эффективность сегрегации, при постоянной удельной нагрузке, до 30%. При диаметре ребер свыше 1,5 мм повышение эффективности сегрегации не наступает. Зерна нижнего элементарного слоя не могут преодолеть ребра и образуют малоподвижную зону, что снижает интенсивность воздействий разрыхлителей на слой.

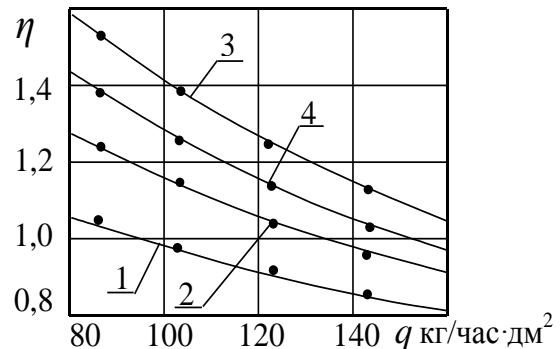


Рис. 5. Зависимости эффективности сегрегации η от удельной нагрузки q цилиндрического решета при разных диаметрах ребер: 1 – серийное решето; 2 – оребренное $d_{реб}=1,0$ мм, $l_{реб}=21$ мм; 3 – оребренное решето $d_{реб}=1,5$ мм, $l_{реб}=21$ мм; 4 – оребренное решето $d_{реб}=2,0$ мм, $l_{реб}=21$ мм; ($\omega_{кол}=94,2$ рад/с; $\omega=11,3$ рад/с;)

На рис. 6,7 приведены графические зависимости эффективности сегрегации от конструктивных параметров рифлей цилиндрического решета.

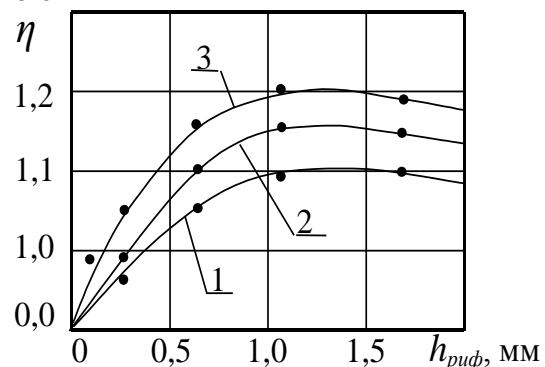


Рис. 6. Зависимости эффективности сегрегации η от конструктивных параметров рифлей цилиндрического решета: 1 – $l_{риф}=63$ мм; 2 – $l_{риф}=42$ мм; 3 – $l_{риф}=21$ мм; ($\omega_{кол}=94,2$ рад/с; $\omega=11,3$ рад/с; $q=110$ кг/час·дм²)

С увеличением высоты рифлей $h_{риф}$ и уменьшением расстояний между ними l^* и их рядами $l_{риф}$ эффективность сегрегации возрастает (рис.6). Превышение высоты рифлей более $h_{риф} \geq 1,3$ мм приводит к уменьшению эффективности сегрегации, что объясняется снижением подвижности частиц. При высоте рифлей больше указанного значения, частицы нижнего элементарного слоя огибают рифли и тем самым не сообщают радиальных импульсов вышележащим слоям.

Повышение удельной нагрузки рифленого решета приводит к снижению эффективности

сегрегации (рис.7), однако по сравнению с серийным она выше на 15-20%.

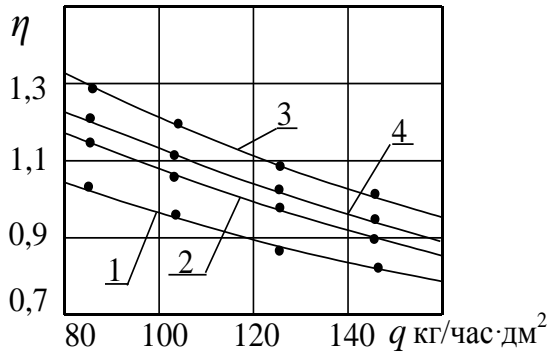


Рис. 7. Зависимости эффективности сегрегации η от удельной загрузки q цилиндрического решета при разной высоте рифлей $h_{риф}$: 1 – серийное решето; 2 – рифленое $h_{риф}=1,0$ мм, $l_{риф}=21$ мм; 3 – рифленое $h_{риф}=1,3$ мм, $l_{риф}=21$ мм; 4 – рифленое $h_{риф}=1,5$ мм, $l_{риф}=21$ мм; ($\omega_{кол}=94,2$ рад/с; $\omega=11,3$ рад/с)

Оптимальное расстояние между рифлями в ряду составляет $l^*=12...14$ мм (рис. 8). Расположение рифлей со смещением в каждом последующем ряду (в шахматном порядке) дополнительно повышает эффективность.

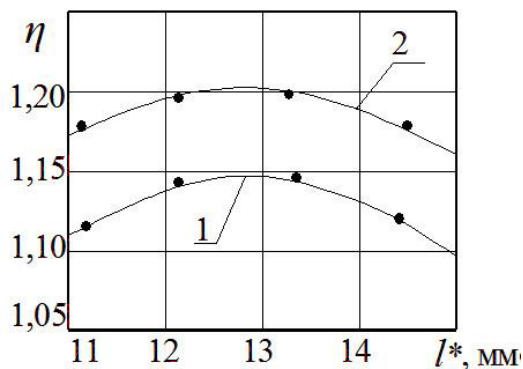


Рис. 8. Зависимости эффективности сегрегации η от расстояния между рифлями l^* и расположения их на цилиндрическом решете: 1 – без смещения; 2 – в шахматном порядке; ($\omega_{кол}=94,2$ рад/с; $\omega=11,3$ рад/с; $q=110$ кг/час·дм²)

Для паспортных кинематических режимов работы цилиндрического виброцентробежного решета установлены следующие оптимальные значения разрыхлителей: $d_{реб}=1,4...1,6$ мм, $l_{реб}=21$ мм, $h_{риф}=1,2...1,4$ мм, $l_{риф}=21$ мм, $l^*=12...14$ мм.

Эффективность сегрегации разработанными решетками зависит от размеров проходов частиц. Так, при малых размерах частиц эффективность сегрегации оребренным решетом выше, чем рифленным, а при размерах близких к сродовым – эффективность сегрегации рифленным решетом выше, чем оребренным (рис.9). Из этого следует, что ребра рационально применять на подсевном решете, проходовыми частицами которого являются мелкие примеси, а рифли – на сортировальном, проходовыми частицами которого являются зерна основной культуры меньших

размеров.

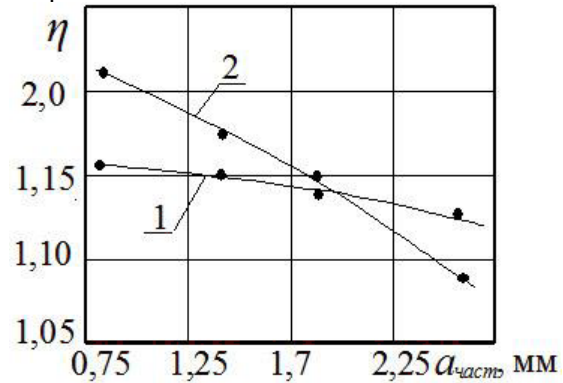


Рис. 9. Зависимости эффективности сегрегации η от размеров проходов частиц $a_{частиц}$ при сепарировании разработанными цилиндрическими решетками: 1 – рифленое решето $h_{риф}=1,3$ мм, $l_{риф}=21$ мм, $l^*=12$ мм; 2 – оребренное $d_{реб}=1,5$ мм, $l_{реб}=21$ мм; ($\omega_{кол}=94,2$ рад/с; $\omega=11,3$ рад/с; $q=110$ кг/час·дм²)

На рис. 10, приведены графические зависимости эффективности сегрегации виброцентробежных решет полученных расчетным и экспериментальным путем.

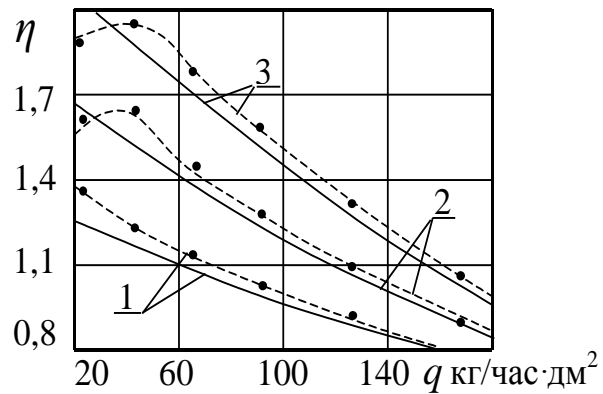


Рис. 10. Зависимости эффективности сегрегации η от удельных загрузок решет: 1 – серийного, 2 – рифленого, 3 – оребренного; — — — теоретическая зависимость, - - - экспериментальная

Как видно, наибольшее совпадение теоретических и экспериментальных результатов имеет место при удельных нагрузках соответствующих толщине слоя $h=8...16$ мм. Это объясняется наличием внутрислоевых процессов при такой толщине слоя, которые достаточно хорошо описываются разработанной математической моделью [3]. При малых удельных нагрузках, когда толщина слоя смеси приближается к размеру зерна, внутрислоевые процессы отсутствуют и расхождение между результатами возрастает.

Наличие экстремумов кривых 2, 3 объясняется интенсивным воздействием разрыхлителей на слой малой толщины и возникновением виброкипения смеси, а возрастание удельной загрузки исключает его, что повышает эффективность процесса до некоторого значения. Дальнейшее увеличение загрузки приводит к

уплотнению смеси и снижению эффективности сегрегации.

Наиболее показательной характеристикой процесса решетчатого сепарирования является зависимость полноты выделения ε проходовой фракции от удельной загрузки q сепарирующей поверхности. На рис.11 представлены зависимости полноты выделения ε_p проходовой фракции ЗС пшеницы (кривая 1) и ячменя (кривая 2) от удельной загрузки серийных и разработанных виброцентробежных решет.

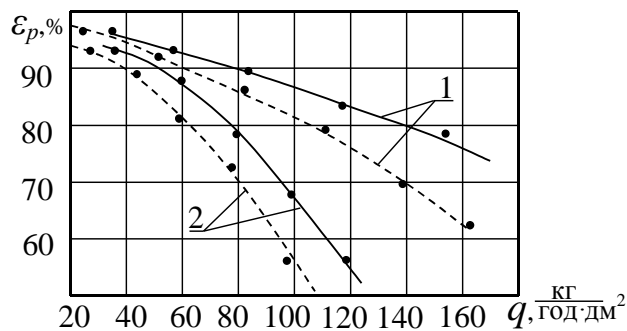


Рис. 11. Зависимости полноты разделения ε_p от удельной загрузки q виброцентробежного сепаратора: — с серийными решетками; - - - с разработанными; 1 – озимая пшеница; 2 – ячмень; ($\omega_{холл}=94,2$ рад/с; $\omega=11,3$ рад/с)

С повышением удельной загрузки полнота выделения проходовой фракции снижается. Однако разработанные решетки допускают большие удельные загрузки в сравнении с серийными при одинаковой полноте выделения, а значит и большую производительность. При одинаковой удельной загрузке полнота выделения разработанными решетками выше, чем серийными. При очистке посевного материала ($\varepsilon_p=90...95\%$) и продовольственного зерна ($\varepsilon_p=80\%$) удельные

загрузки виброцентробежного сепаратора с разработанными решетками составляют: $q=60...75$ кг/час·дм² и $q=125...140$ кг/час·дм² – для ЗС озимой пшеницы; $q=40...50$ кг/час·дм² и $q=70...80$ кг/час·дм² – для ЗС ячменя.

Удельная загрузка при заданной полноте разделения определяет удельную производительность процесса сепарирования. Как видно из рис. 11 удельная производительность виброцентробежного сепаратора с разработанными решетками возросла на 20...25%.

Выводы

1. Для паспортных кинематических режимов работы цилиндрического виброцентробежного решета установлены оптимальные конструктивные параметры разрыхлителей: диаметр ребер 1,4...1,6 мм, расстояния между ребрами 21 мм, высота рифлей 1,2...1,4 мм, расстояния между рядами рифлей 21 мм, расстояния между рифлями 12...14 мм. Ребра рационально устанавливать на подсевных решетках, а рифли – на сортировальных.

2. Наибольшее совпадение теоретических и экспериментальных результатов имеет место при толщине слоя смеси $h=8...16$ мм, соответствующей возникновению внутрислоевых процессов.

3. Удельная производительность виброцентробежного сепаратора с разработанными решетками на очистке семенного и продовольственного зерна соответственно составляет: $q=60...75$ кг/час·дм² и $q=125...140$ кг/час·дм² – для ЗС озимой пшеницы; $q=40...50$ кг/час·дм² и $q=70...80$ кг/час·дм² – для ЗС ячменя. В целом, удельная производительность процесса виброцентробежного сепарирования возросла на 20...25 %.

Список использованной литературы:

1. Тищенко Л.Н., Мазоренко Д.И., Пивень М.В., Харченко С.А., Бредихин В.В., Мандрыка А.В. Моделирование процессов зерновых сепараторов. – Харьков: Миськдрук, 2010. – 360 с.
2. Тищенко Л.Н., Пивень М.В. К исследованию динамики зернового потока на внутренней поверхности вертикального цилиндрического виброцентробежного решета // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Сучасні проблеми землеробської механіки.-Миколаїв: МДАУ, 2002.-Вип.4(18).Т.2.-С.144-154.
3. Тищенко Л.Н., Пивень М.В. К исследованию разделения фракций зерновой смеси при сепарировании на вертикальном цилиндрическом виброцентробежном решете // Всеукраинский научно-технический журнал. Вибрации в технике и технологиях.-2003.-№5(31).-С.40-43.
4. Тищенко Л.Н., Пивень М.В. Исследование внутрислоевого движения частиц зерновой смеси при виброцентробежном сепарировании // Вибрационные машины и технологии.- Курск: КГТУ.-2003.- С.150-156.
5. Тищенко Л.Н., Пивень М.В. Исследования скоростей внутрислоевого движения частиц зерновой смеси сепарируемой вибрационным решетом // Всеукраинский научно-технический журнал. Вибрации в технике и технологиях.-2016.-№3(83).- С. 219 – 224.
6. Тищенко Л.Н., Пивень М.В., Бредихин В.В. Обоснование процесса сегрегации зерновых смесей при сепарировании виброцентробежными решетками // Motrol. Motorization and power industry in agriculture. – Lublin, 2013. – Vol.18 D.7 2013 – С. 105-112.
7. Гончаров Е.С. Механико-технологическое обоснование и разработка универсальных виброцентробежных зерновых сепараторов: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01/ ВИМ. – М., 1986 – 34 с.

8. Тищенко Л.Н., Пивень М.В., Бредихин В.В. Исследование внутрислоевого движения частиц зерновых смесей // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. Вісник ХНТУСХ. - Харків: ХНТУСГ. – 2014. – Вип. 152. – С. 5-11.

Пивень М.В. Ефективність сепарування зернових сумішей вібровідцентровими решетами з розпушувачами

У статті представлені результати експериментальних досліджень ефективності процесу сепарування зернових сумішей циліндричними вібровідцентровими решетами з розпушувачами. Встановлений вплив конструктивних параметрів розпушувачів, питомих завантажень решета, розмірів проходових частинок на ефективність сегрегації. Для паспортних режимів роботи вібровідцентрових сепараторів обґрунтовані конструктивні параметри розпушувачів. Проведено порівняння теоретичних та експериментальних результатів процесу сегрегації. Питома продуктивність вібровідцентрового сепаратора з розробленими решетами на очищенні насінного і продовольчого зерна зросла на 20-25%.

Ключові слова: вібровідцентровий сепаратор, циліндричні решета, зернові суміші, сегрегація, розпушувачі, пористість.

Piven M.V. Efficiency of the grain mixtures separation performed by vibrocentrifugal sieves with looseners

The article presents the results of experimental studies of the efficiency of the grain mixtures separation process performed by cylindrical vibrocentrifugal sieves with looseners. The influence of the structural parameters of looseners, specific loads of the sieve, the size of the particle paths on the efficiency of segregation have been established. For optimal mode of operation of vibrocentrifugal separator constructional parameters of looseners have been substantiated. The theoretical and experimental results of the segregation process are compared. Specific productivity of the vibrocentrifugal separator with developed sieves for cleaning seed and food grains have been increased 20-25%.

Key words: vibrocentrifugal separator, cylindrical sieves, grain mixtures, segregation, looseners, porosity.

Дата надходження до редакції: 27.07.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Тарельник В.Б.

УДК 621.926.4/088.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДРОБЛЕННЯ ЗЕРНА УДАРНО-СЕПАРАЦІЙНИМ ПОДРІБНЮВАЧЕМ

В. В. Сердюк, аспірант

В. А. Руденко, к.т.н., доцент

Сумський національний аграрний університет

В статті наведені результати експериментальних досліджень процесу подрібнення зерна, визначення раціональних параметрів та режимів роботи подрібнювача при заданому модулю помелу. У роботі встановлена адекватність розрахункових показників продуктивності подрібнювача при обробці фуражного зерна для різних видів тварин потрібного ступеню подрібнення згідно зоотехнічних вимог.

Ключові слова: зерно, параметри, модуль помелу, подрібнення зерна, ступінь подрібнення.

Постановка проблеми: Подрібнене зерно підвищує ефективність його використання, тому що дрібні частинки корму повніше та швидше засвоюються тваринами. Зернові продукти займають головне місце в рецептурі комбикормів, а міцна кормова база є основою розвитку тваринництва і птахівництва.

У технології приготування кормів найпоширенішим і важливим процесом є подрібнення, обумовлене вимогами фізіології тварин. В результаті подрібнення утворюється безліч частинок з високорозвиненою поверхнею, що сприяє прискоренню процесів травлення і підвищенню засвоюваності і поживних речовин. За рахунок подрібнення зерна продуктивність тварин підви-

щується на 10 ...15% [1].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Визначити вплив конструктивних параметрів подрібнювача і режимів його роботи на ступінь подрібнення зерна, оптимальні конструктивні параметри та режими роботи ударного подрібнювача зерна, здатного забезпечити відповідний модуль помелу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Подрібнення зерна на існуючих лініях приготування комбикормів проводиться, в багатьох випадках, подрібнювачами ударної дії. Для визначення оптимального співвідношення показників якості кормів та витрат енергії на подрібнення зерна потрібні дослідження, так як кількість необхідної