



УДК 631.362.3

**С.В. Леканов, Н.И. Стрикунов, С.А. Черкашин**  
**S.V. Lekanov, N.I. Strikunov, S.A. Cherkashin**

**К ВОПРОСУ КЛАССИФИКАЦИИ СПОСОБОВ  
 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА  
 ЦЕНТРОБЕЖНО-РЕШЕТНЫХ СЕПАРАТОРОВ  
 С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ**

**THE CLASSIFICATION OF GRAIN PRECLEANING TECHNIQUES  
 FOR CENTRIFUGAL-SCREEN SEPARATORS WITH VERTICAL ROTATION AXIS**

**Ключевые слова:** зерновой ворох, зерновая смесь, зерновой материал, сепаратор, аспиратор, цилиндрическое решето, сходовая фракция, проходовая фракция, плоское решето, спираль.

В технологических линиях мехтоков широко применяется предварительная очистка зернового вороха. Выпускаемые ворохоочистители как с плоскими, так и цилиндрическими решетками имеют низкую эффективность очистки. Существенно повысить качество очистки зерна от грубых, соломыстых, мелких, легких примесей («мертвый сор») можно путем применения предварительной подготовки исходного зернового вороха перед поступлением на сепарирующие рабочие органы ворохоочистителей. Поэтому совершенствование технологического процесса предварительной подготовки зернового материала и разработка новых технических устройств являются актуальной задачей. В настоящее время ведется работа по созданию новых способов и устройств предварительной подготовки в центробежно-решетных сепараторах с вертикальной осью вращения. Научная информация, имеющаяся в трудах вышеприведенных ученых, требует упорядочения и совершенствования, поскольку на современном этапе развития центробежно-решетных сепараторов открываются новые возможности для исследования. По результатам выполненных широких аналитических исследований впервые предложена классификация применяемых способов и устройств предварительной подготовки зернового материала. Анализ показывает, что для различных центробежных сепараторов возможно применение одновремен-

но от одной до трех зон предварительной подготовки из представленных четырех. Приведены собственные исследования авторов по данной проблеме.

**Keywords:** grain heap, grain mix, grain material, separator, aspirator, cylindrical screen, tails sieve fraction, flat screen, spiral.

Grain heap precleaning is a common technological procedure at mechanized grain cleaning floors. The available precleaning separators with flat and cylindrical screens are of low separation efficiency. It is possible to increase the quality of grain separation from coarse, straw and fine impurities by means of preliminary preparation of grain heap before it comes to the separating working tools of precleaning separators. Therefore, it is crucial to improve the technological process of grain preparation and to develop new technological equipment. At present the efforts are made to develop new techniques and equipment for grain preparation for centrifugal-screen separators with vertical rotation axis. The information available in the literature needs to be systemized and improved because it is possible to conduct new research at the present state of centrifugal-screen separators development. As a result of the conducted analytical research, the classification of the techniques and equipment applied for grain preparation is proposed. The analysis shows that for different centrifugal separators it is possible to simultaneously apply one to three areas of preliminary preparation of the presented four. The authors' own research on the issue is also discussed.

**Леканов Сергей Валерьевич**, к.т.н., доцент, каф. сельскохозяйственных машин, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-83-60. E-mail: agau@asau.ru.

**Lekanov Sergey Valeryevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Machinery, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-60. E-mail: agau@asau.ru.

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

**Черкашин Сергей Анатольевич**, студент, Алтайский государственный аграрный университет.

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

**Cherkashin Sergey Anatolyevich**, student, Altai State Agricultural University. E-mail: agau@asau.ru.

### Введение

Предварительная очистка свежубранного зернового вороха, имеющего большое содержание сорных примесей и, как правило, повышенную влажность, является наиболее значимой технологической операцией при послеуборочной обработке зерна.

Многочисленные исследования показывают, что предварительная подготовка зернового вороха до поступления на основные органы машин повышает эффективность последующего сепарирования.

Патентные поиски показали, что известны технические решения по осуществлению предварительной подготовки зернового материала, часть из которых представлена в работе.

Поэтому совершенствование технологического процесса предварительной подготовки зернового материала и технических устройств является актуальной задачей.

**Цель работы** заключается в классификации способов предварительной подготовки зернового материала и рабочих органов, обеспечивающих повышение эффективности сепарирования центробежно-решетных сепараторов с вертикальной осью вращения.

### Основная часть

Установка дополнительного аспиратора типа «КОМ» фирмы Raf (Польша) позволяет повысить эффективность очистки в целом на 8-10% (рис. 1 а). Разрабатывался аспиратор для совместной работы с сепараторами CZA-50 фирмы Agaj (польский аналог сепаратора БЦС-50). Однако в настоящее время находят применение и для других зерноочистительных машин, в том числе и плоскорешетных [1]. Выпускается аспиратор с производительностью 25, 40, 60 т/ч. Датская фирма Cimbria разработала высокоэффективный аспиратор CR 163 для совместной работы с центробежно-решетными сепараторами серии Verticlean с производительностью 40, 60 и 100 т/ч (рис. 1 б). Итальянская фирма Zanip выпускает аспираторы серии PA двух типов: I и T (рис. 1 в, г), соответственно, производительностью 30, 50, 80, 100, 120 и 25, 40, 60, 80, 120.

Аспираторы типа «КОМ» применяются также в современных зерносушилках, в частности финского производства фирм Meru и Antti-Teollisuus, как в мобильном, так и в стационарном исполнении [2].

Установка домолачивающего устройства позволяет значительно уменьшить количество

потерь зерна, а также машина может эффективно работать на очистке вороха, полученного с использованием технологий сбора «Невейка» или очесывания растений на корню, так как такой ворох содержит значительное количество невымоленных колосьев и их частей (рис. 2 а, д) [3, 4].

Зерновой ворох, поступающий с поля или с открытых площадок, после дополнительной просушки, содержит большое количество грубых примесей (камни, ветки и т.д.), которые могут повредить центробежно-решетный сепаратор. Поэтому целесообразно установить плоское решето над сепаратором для задержания данных примесей [5], возможна также установка наклонной доски с сеткой и аспирацией [6] (рис. 2 ж). С этой же целью устанавливается нормализатор вороха, выполненный в виде шнека с подшнековой решетчатой поверхностью, заключенного в кожух, нижняя часть которого выполнена жалюзийной, для регулирования размера отверстий (рис. 2 е) [7].

Известно, что в момент подачи зерновой смеси на внутреннюю поверхность вертикального виброцентробежного решета имеет место неустойчивость траекторий движения частиц, т.е. не сразу частицы начинают двигаться сверху вниз по образующим цилиндрического решета.

Используя идею транспортирующей спирали, разработанную Б.Т. Тарасовым для центробежного сепаратора, в Харьковском институте механизации и электрификации сельского хозяйства Д.И. Мазоренко и Л.Н. Тищенко усовершенствовали виброцентробежный сепаратор с вертикальной осью вращения [8, 9]. В данном сепараторе спираль была закреплена на ободах решета, а решето снабжено приводом для сообщения продольных колебаний. Спираль со стороны загрузки имела прямолинейный участок, параллельный образующей решета, что исключало возможность вмешательства витка в процесс сепарации в зонах загрузки и интенсивного просеивания смеси (рис. 3 в). Это значительно снижало процент проходовых частиц в сходовой фракции. Кроме повышения эффективности работы решета данное решение снизило трудоемкость при замене решет.

Профессор В.М. Дринча, также используя идею, установил спираль с постоянным зазором относительно решета, угол наклона выполнен монотонно увеличивающимся от

загрузочного конца к разгрузочному [10]. Толщина спирали была больше размера отверстий решета (рис. 3 а). Стабилизации движения в верхней части решета также служит внутренний эластичный шнек, касающийся решета (рис. 3 е) [7].

С целью торможения зернового слоя в виброцентробежном сепараторе в верхней части решета авторы [11] предлагают использовать фрикционную поверхность, причем дальнейшее движение частиц будет происходить между пластинами, установленными радиально вдоль образующей на внутренней стороне решета. Устройство решета из отдельных секций, установленных с зазором, позволяло выделять короткую фракцию (рис. 3 г). Другой вариант стабилизации скорости зерновой смеси заключается в установке в верхней части подсевного решета радиальных лопаток, при этом в верхней части решета установлена коническая обечайка с целью уменьшения давления в нижележащих слоях (рис. 3 б) [12].

Следующим вариантом подготовки материала является использование неперфорированного верхнего участка цилиндрических решет, который имеет конусообразные выступы, направленные вершинами к оси вращения решет и размещены в шахматном порядке, при этом конусообразные выступы имеют высоту не менее 0,015 м, угол при вершине конуса около одного радиана, а

расстояние между вершинами соседних выступов составляет не менее двух высот конусообразного выступа (рис. 3 д) [13].

На кафедре сельскохозяйственных машин предложены варианты выделения дополнительной подготовительной зоны, находящейся между зоной пневмосепарации и первым решетом центробежно-решетного сепаратора. В первом варианте используется коническое делительное решето с конусным питателем, а во втором – конус-расплетитель с гонками и коническим питателем [14, 15].

На основании вышесказанного нами предлагается классификация способов предварительной подготовки зернового материала центробежно-решетных сепараторов с вертикальной осью вращения (рис. 4). В данной классификации выделено четыре зоны предварительной подготовки материала:

- зона предварительной подготовки материала № 1: расположена в верхней части сепаратора (в зоне загрузки зернового материала в сепаратор);
- зона пневмосепарации;
- зона предварительной подготовки материала № 2: расположена между зоной пневмосепарации и первым решетом центробежно-решетного сепаратора;
- зона загрузки: расположена в верхней части первого решета центробежно-решетного сепаратора с вертикальной осью вращения.

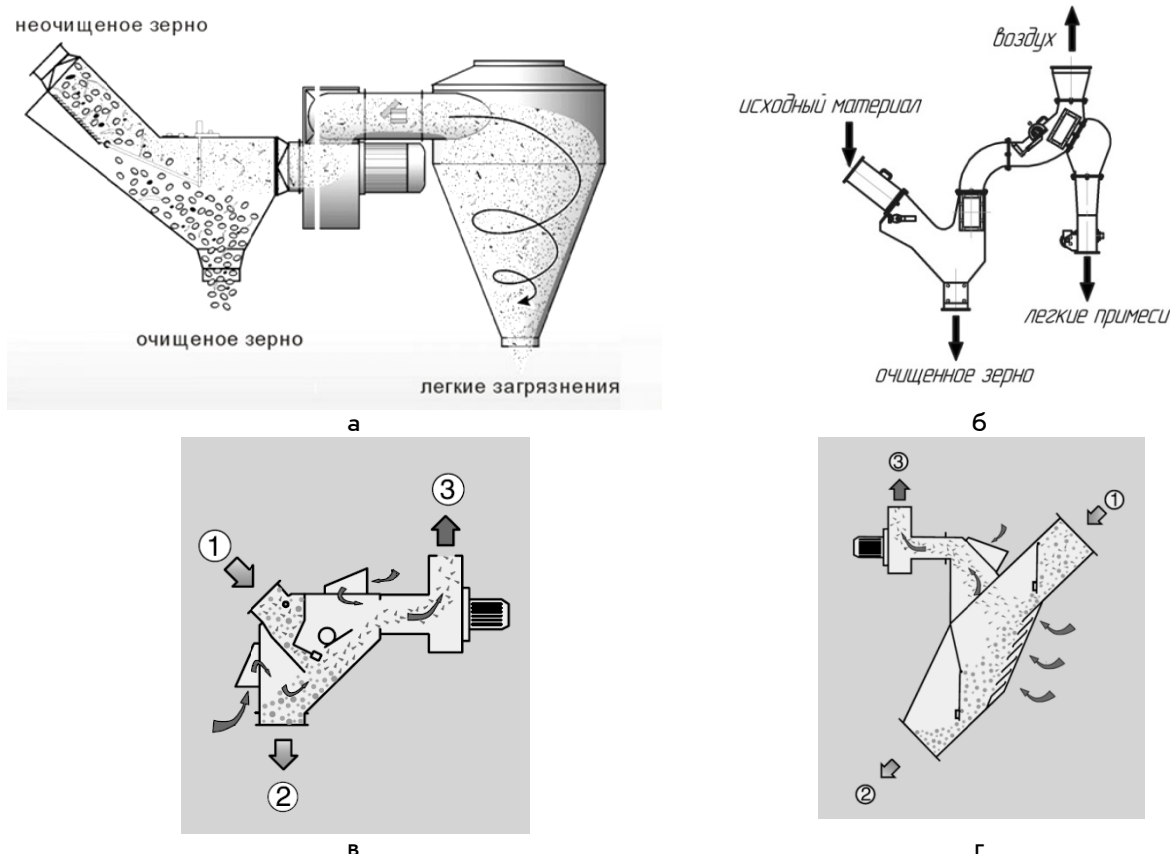


Рис. 1. Аспираторы предварительной подготовки материала

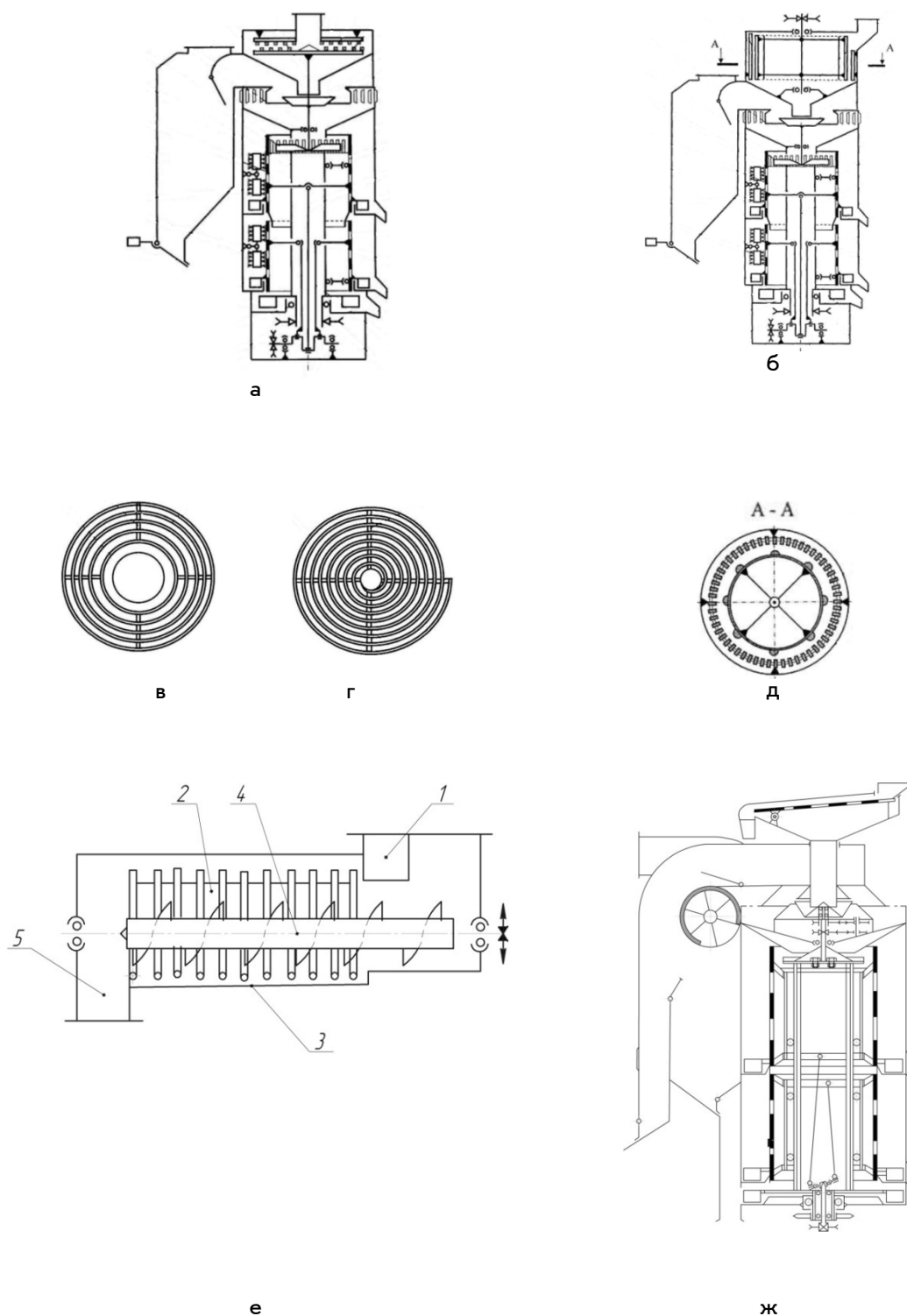


Рис. 2. Устройства для дополнительного обмолота и выделения крупных примесей:  
 1 – загрузочная горловина; 2 – подшнековая решетчатая поверхность; 3 – кожух; 4 – шнек;  
 5 – патрубок вывода крупных примесей

### Выводы

Нами выявлены четыре зоны, в которых возможна предварительная подготовка материала в центробежно-решетных сепараторах с вертикальной осью вращения.

Предложенная классификация способов предварительной подготовки зернового материала позволяет упорядочить знания и наметить новые пути интенсификации процесса сепарации на центробежно-решетных сепараторах с вертикальной осью вращения.

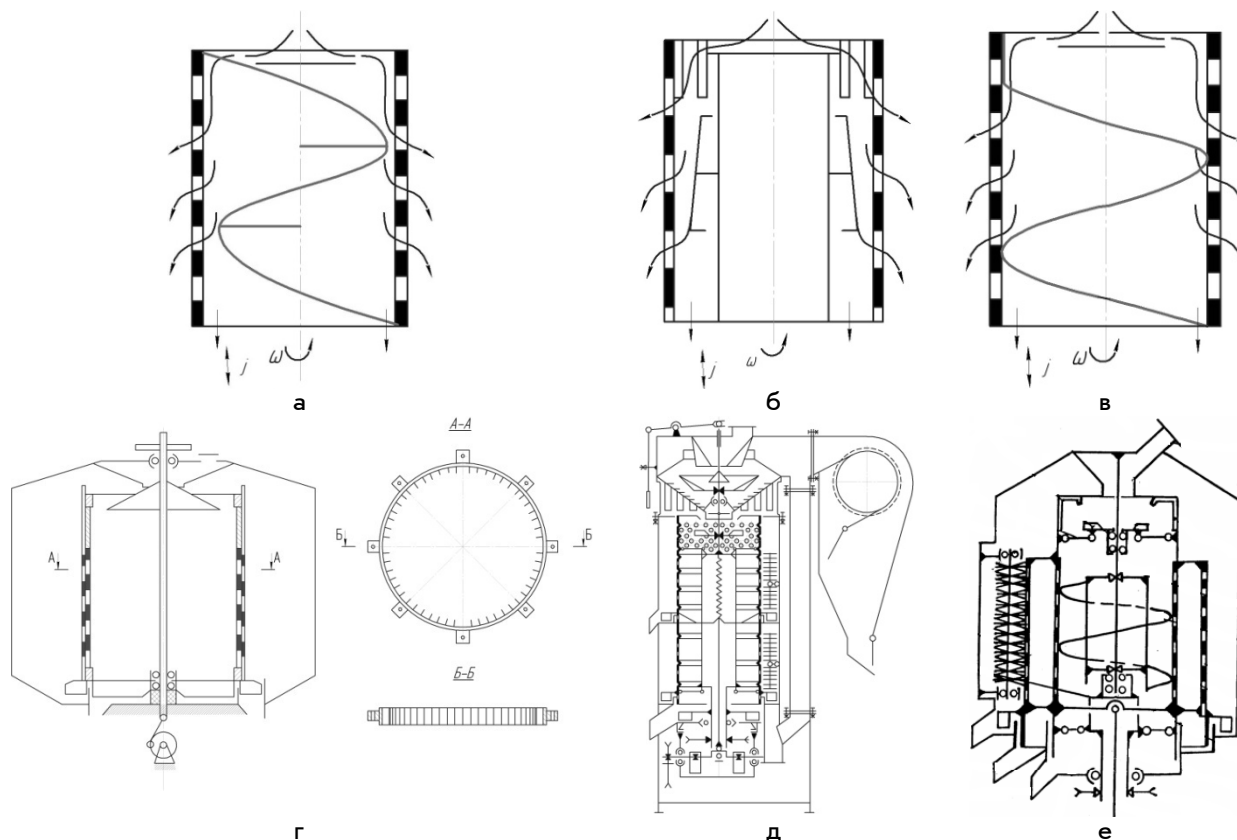


Рис. 3. Устройства для стабилизации зернового материала в верхней части цилиндрического решета

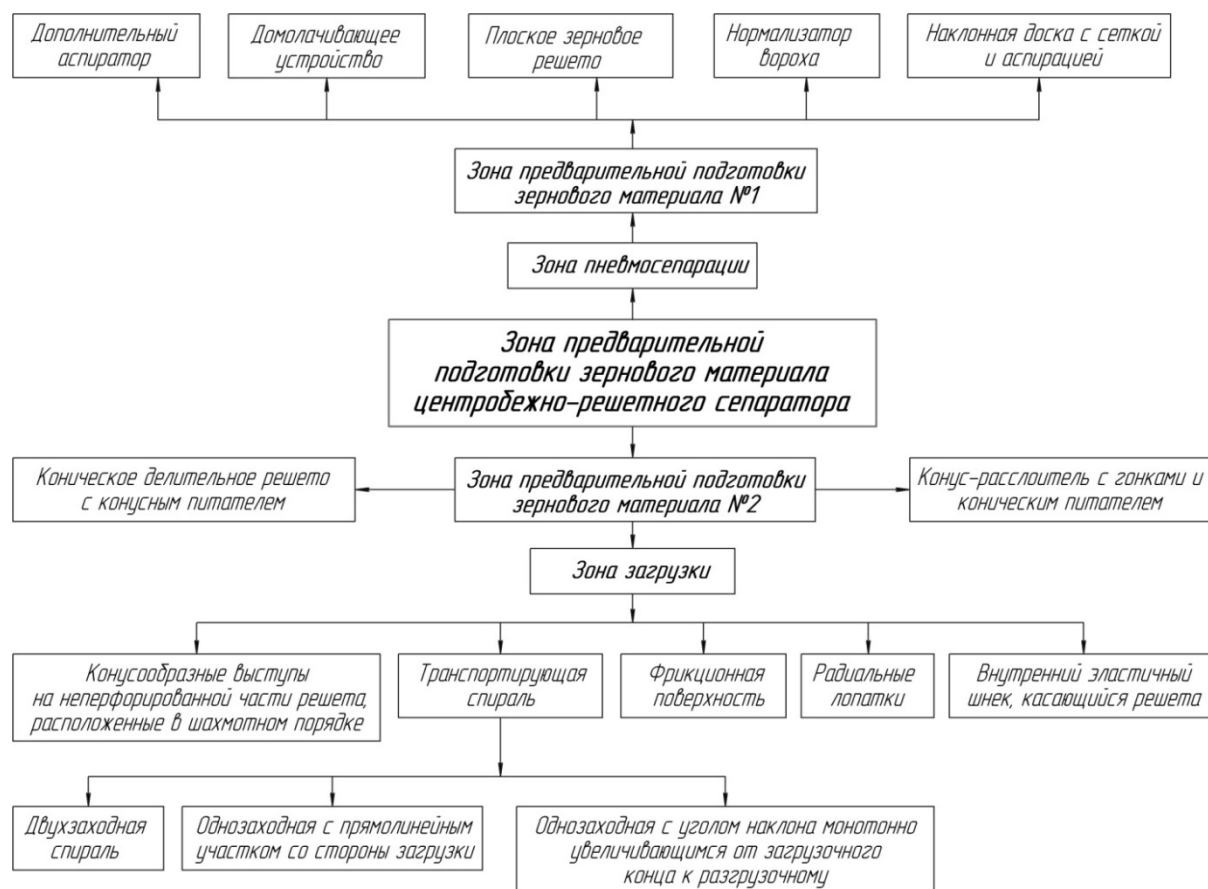


Рис. 4. Классификация способов предварительной подготовки зернового материала центробежно-решетных сепараторов с вертикальной осью вращения



**Библиографический список**

1. Волхонов М.С., Бушуев И.В. Совершенствование ударной очистки отверстий плоских решет // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 9. – С. 79-81.
2. Кулагин Я.В. Возможность применения микрогазотурбинных установок для мобильных зерносушилок // Инновации в сельском хозяйстве: сб. публ. 2-й конф. молодых ученых и специалистов отделения механизации, электрификации и автоматизации, посвящ. 145-летию академика ВАСХНИЛ В.П. Горячкина и 130-летию академика ВАСХНИЛ М.Г. Евреинова / ГНУВИЭСХ, 2013. – Вып. № 2 (4). – С. 4-8.
3. UA 67967 (51) МПК (2006) B07B 1/18, B07B 1/26. Машина попереднего очищения зерна / Малюта С.И.; – № u 201110061 заявка 15.08.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. № 5, 2012. 4 с.
4. UA 64624 МПК (2006) B07B 1/26. Машина попереднего очищения зерна / Малюта С.И.; – № u 201105228 заявка 26.04.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21, 2011. – 3 с.
5. А.с. 211198 А1 СССР Кл. 45е, В 07 В 7/44. Семеочистительная машина / Гончаров Е.С., Манойло Н.А., Олейников В.Д. и др. – 1102837/30-15; заявл. 12.09.66; опубл. 08.11.68, Бюл. № 7. 3 с.
6. А.с. 151142 СССР М.КлЗ. В 07 В 1/22. Машина для очистки и сортирования зерновых смесей центробежно-пневматического действия / Ахламов Ю.Д., Гринчук И.М., Сердечный А.Н. и др. – 748234/30-15; заявл. 16.10.61; опубл. 23.01.62, Бюл. № 20. – 3 с.
7. UA 33704 МПК (2006) A01F12/44. Ворохоочисник-зернометач / Прилуцкий А.Н.; – № 99031683; заявка 25.03.1999; опубл. 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001. – 6 с.
8. Тарасов Б.Т. Исследование процесса сепарации зерна по длине вертикальными цилиндрическими решетками при ориентации зерен в активном слое: дис. ... канд. техн. наук. – Барнаул, 1970. – 164 с.
9. А.с. 954045 СССР М.КлЗ А 01 F 12/44, В 07 В 1/26. Центробежная зерноочистительная машина / Мазоренко Д.И., Тищенко Л.Н. – № 3219907/30-15; заявл. 15.12.80; опубл. 30.08.82, Бюл. № 32. – 3 с.
10. А.с. 1630654 А1 СССР А 01 F 12/44, В 07 В 1/22. Центробежная зерноочистительная машина / Дринча В.М., Кучер Е.И., Зинь И.К.. – № 4485939/15; заявл. 22.09.88; опубл. 28.02.91, Бюл. № 8. – 2 с.
11. А.с. 1438857 А1 СССР М.КлЗ. В 07 В 1/22. Центробежный сепаратор / Нилов В.П., Коваленко Н.В., Токмаков Н.В. – 4210574/29-03; заявл. 16.03.87; опубл. 23.11.88, Бюл. № 43. – 2 с.
12. А.с. 1479140 А1 СССР, Вибрационно-центробежный сепаратор / Тищенко Л.Н.,

Мазоренко Д.И., Проценко С.В., Солоновский Н.В. – № 4311385/29-03; заявл. 01.10.87; опубл. 15.05.89, Бюл. № 18. – 3 с.

13. UA 30208 А (51) МПК (2006) МПК A01F 12/44. Сепаратор зерна «Житич» / Прилуцкий А.Н. – № 98010389; заявка 23.01.1998; опубл. 29.12.1999, Бюл. № 6, 2000. – 5 с.

14. Стрикунов Н.И. Очистка зерна центробежно-решетным сепаратором с предварительной подготовкой на делительном решете: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Новосибирск, 1989. – 18 с.

15. Леканов С.В. Обоснование параметров цилиндрического подсевного решета с внутренним пластинчатым барабаном центробежно-решетного сепаратора с вертикальной осью вращения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Барнаул, 2006. – 23 с.

**References**

1. Volkhonov M.S., Bushuev I.V. Sovershenstvovanie udarnoi ochistki otverstii ploskikh reshet // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2011. – № 9. – S. 79-81.
2. Kulagin Ya.V. Vozmozhnost' primeneniya mikro gazoturbinnnykh ustanovok dlya mobil'nykh zernosushilok // Innovatsii v sel'skom khozyaistve: Sbornik publikatsii 2-i konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov Otdeleniya mekhanizatsii, elektrifikatsii i avtomatizatsii, posvyashchennoi 145-letiyu akademika VASKhNIL V.P. Goryachkina i 130-letiyu akademika VASKhNIL M.G. Evreinova. – Vyp. № 2 (4). – GNU VIESKh, 2013. – S. 4-8.
3. UA 67967 (51) MPK (2006) B07B 1/18, B07B 1/26. Mashina poperedn'ogo ochishchennya zerna / Malyuta S.I.; № u 201110061 zayavka 15.08.2011; opubl. 12.03.2012, Byul.№ 5, 2012. – 4 s.
4. UA 64624 MPK (2006) B07B 1/26. Mashina poperedn'ogo ochishchennya zerna / Malyuta S.I.; № u 201105228 zayavka 26.04.2011; opubl. 10.11.2011, Byul. № 21, 2011. – 3 s.
5. A.s. 211198 A1 SSSR Kl. 45e, V 07 V 7/44. Semeochistitel'naya mashina / Goncharov E.S., Manoilo N.A., Oleinikov V.D. i dr. – 1102837/30-15; zayavl. 12.09.66; opubl. 08.11.68, Byul. № 7. – 3 s.
6. A.s. 151142 SSSR M. Kl 3. V 07 V 1/22. Mashina dlya ochistki i sortirovaniya zernovykh smesei tsentrobezhno-pnevmaticheskogo deistviya / Akhlamov Yu.D., Grinchuk I.M., Serdechnyi A.N. i dr. – 748234/30-15; zayavl. 16.10.61; opubl. 23.01.62, Byul. № 20. – 3 s.
7. UA 33704 MPK (2006) A01F12/44. Vorokhoochisnik-zernometach / Priluts'kii A.N.; № 99031683 zayavka 25.03.1999; opubl. 15.02.2001, Byul.№ 1, 2001. – 6 s.
8. Tarasov B.T. Issledovanie protsessa separatsii zerna po dline vertikal'nymi

tsilindricheskimi reshetami pri orientatsii zeren v aktivnom sloe: diss. ... kand. tekhn. nauk. – Barnaul, 1970. – 164 s.

9. A.s. 954045 SSSR M. KI3 A 01 F 12/44, V 07 V 1/26. Tsentrobezhnaya zerno-ochistitel'naya mashina / Mazorenko D.I., Tishchenko L.N. – № 3219907/30-15; yayavl. 15.12.80; opubl. 30.08.82, Byul. № 32. – 3 s.

10. A.s. 1630654 A1 SSSR A 01 F 12/44, V 07 V 1/22. Tsentrobezhnaya zernoochistitel'naya mashina / Drincha V.M., Kucher E.I., Zin'l.K. – № 4485939/15; yayavl. 22.09.88; opubl. 28.02.91, Byul. № 8. – 2 s.

11. A.s. 1438857 A1 SSSR M.KI3. V 07 V 1/22. Tsentrobezhnyi separator / Nilov V.P., Kovalenko N.V., Tokmakov N.V. – 4210574/29-03; yayavl. 16.03.87; opubl. 23.11.88, Byul. № 43. – 2 s.

12. A.s. 1479140 A1 SSSR, Vibratsionno-tsentrobezhnyi separator / Tishchenko L.N.,

Mazorenko D.I., Protsenko S.V., Solonovskii N.V. – № 4311385/29-03; yayavl. 01.10.87; opubl. 15.05.89, Byul. № 18. – 3 s.

13. UA 30208 A (51) MPK (2006) MPK A01F 12/44. Separator zerna "Zhitich" / Priluts'kii A.N. – № 98010389 yayavka 23.01.1998; opubl. 29.12.1999, Byul. № 6, 2000. – 5 s.

14. Strikunov N.I. Ochistka zerna tsentrobezhno-reshetnym separatorom s predvaritel'noi podgotovkoi na delitel'nom reshete: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01. – Novosibirsk, 1989. – 18 s.

15. Lekanov S.V. Obosnovanie parametrov tsilindricheskogo podsevnogo resheta s vnutrennim plastinchatym barabanom tsentrobezhno-reshetnogo separatora s vertikal'noi os'yu vrashcheniya: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01. – Barnaul, 2006. – 23 s.



УДК 633.34:664.0:636.084

**В.И. Земсков, Г.М. Харченко**  
V.I. Zemskov, G.M. Kharchenko

## СВОЙСТВА ФИЛЬТРУЮЩИХ ПЕРЕГОРОДОК ИЗ ПРИРОДНОГО ЦЕОЛИТА

### PROPERTIES OF FILTER BAFFLE PLATES MADE OF NATURAL ZEOLITE

**Ключевые слова:** растительные масла, центрифугирование, фильтровальная перегородка, цеолит, свойства, Сокирнит, проницаемость, определение.

Исследованиями доказано, что возможна очистка растительных масел в условиях сельскохозяйственных предприятий на вертикальных конических центрифугах для пищевых целей при использовании в качестве фильтрующего материала минерала – цеолита. Указывается на возможность использования цеолита в качестве кормовой добавки при кормлении животных, что позволит повысить эффективность процесса. Приводятся работы многих авторов, подтверждающих положительный эффект от использования цеолита в качестве кормовой добавки. Рассматриваются свойства цеолита с точки зрения его использования в качестве фильтровальных перегородок фильтрующих центрифуг. Обращается внимание на такие свойства цеолита «Сокирнит», как химическая и реактивная устойчивость, адсорбционные свойства (адсорбционная емкость по воде 34-38%) и наличие большого количества микропор (1-2 м<sup>2</sup>/г) и макропор (18-21 м<sup>2</sup>/г), подтверждающие его возможность использования в качестве материала фильтровальной перегородки фильтрующих центрифуг. Основным свойством фильтровальных перегородок является коэффициент проницаемости. Выводится формула для экспериментальной оценки коэффициента проницаемости, позволяющая уточнить теорию филь-

рования. Приводится схема экспериментальной установки для определения коэффициента проницаемости цеолита.

**Keywords:** vegetable oils, centrifugal separation, filter baffle plate, zeolite, properties, Sokirnit, penetrability, definition.

The research conducted by the authors proves that it is possible to clean edible vegetable oils at agricultural enterprises by means of vertical conical centrifuges with zeolite used as filter material. It is emphasized that zeolite may be used as feed supplement in livestock nutrition. The effect of zeolite as a feed supplement is proved by of many authors. The properties of zeolite from the viewpoint of its application as filter baffle plate material for filtering centrifuges are discussed. Such properties of "Sokirnit" zeolite as chemical and reagent stability, adsorptive properties (water adsorptive capacity 34-38%) and a great number of micropores (1-2 m<sup>2</sup> g) and macropores (18-21 m<sup>2</sup> g) are emphasized; they confirms the possibility of its application as a material for filter baffle plates for filtering centrifuges. The major property of a filter baffle plate is its permeability index. The formula is derived for experimental evaluation of permeability index, and it enables a more accurate definition of the filtering theory. The design of an experimental installation to define zeolite permeability index is presented.