

УДК 631.362.3

## ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПНЕВМОСИСТЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

**Сайтов В.Е., Курбанов Р.Ф., Сайтов А.В.**

*ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», Киров,  
e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru*

В условиях рыночной экономики особое значение приобретают вопросы повышения качества и снижения затрат на послеуборочную обработку зерна. Большинство зерно- и семяочистительных машин для очистки зернового материала от примесей имеют невысокую эффективность технологического процесса. Поэтому поиск, разработка и использование технических решений, направленных на совершенствование конструкций и основных рабочих органов данных машин с целью повышения эффективности их работы, являются актуальными. На основе теоретических и экспериментальных исследований разработаны технические решения по повышению эффективности функционирования пневмосистем зерноочистительных машин, приоритетная новизна которых защищена охранными документами на изобретения и полезные модели РФ. Данные исследования явились основой для выработки рекомендаций по совершенствованию технологического процесса зерноочистительных машин.

**Ключевые слова:** зерновой ворох, скорость витания частиц, коэффициент парусности частицы, устройство ввода зерновой смеси, пневмосепарирующий канал, пневматический сепаратор, зерноочистительная машина

## TECHNICAL SOLUTIONS TO IMPROVE EFFICIENCY FUNCTIONING PNEUMATIC WINNOWER MACHINES

**Saitov V.E., Kurbanov R.F., Saitov A.V.**

*Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru*

In a market economy, issues of particular importance to improving the quality and reducing the cost of postharvest processing of grain. Most of the grain cleaning machines for cleaning grain material from impurities have low efficiency of the process. Therefore, the search, development and use of technical solutions aimed at improving the design and basic working of these machines in order to increase the efficiency of their work is important. On the basis of theoretical and experimental studies developed technical solutions to improve the efficiency of pneumatic winnower machines, the priority of which is protected by the novelty of security documents for inventions and utility models of the Russian Federation. These studies were the basis for the development of recommendations for improving the process of grain cleaners.

**Keywords:** grain heap, weighing speed in the air stream of particles, factor sail particles, an input device of the cereal mixture, air channel, pneumatic separator, grain cleaning machine

В условиях рыночной экономики особое значение приобретают вопросы повышения качества и снижения затрат на послеуборочную обработку зерна, которые составляют, по научным данным до 40–50% общих затрат на его производство [1].

Большинство применяемых зерно- и семяочистительных машин для очистки зернового материала от примесей в производственных условиях имеют невысокую эффективность технологического процесса. Это обстоятельство обуславливает поиск, разработку и использование технических решений, направленных на совершенствование конструкций и основных рабочих органов данных машин с целью повышения эффективности их работы.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработан ряд технических решений, направленных на повышение эффективности технологического процесса зерноочистительных машин, приоритетная новизна ко-

торых защищена охранными документами на изобретения и полезные модели РФ [2].

### **Предложения по повышению эффективности технологического процесса пневмосистем зерноочистительных машин**

На основании анализа рабочего процесса зерноочистительных машин разработан ряд технических решений, направленных на повышение эффективности технологического процесса их пневмосистем путем применения пневмофракционной технологии.

Использование пневмофракционной технологии предлагается уже на этапе приема свежубранного зернового вороха при перемещении его к зерноочистительным машинам аэродинамическим транспортом с отдельным выделением фракций зерна, крупных солоmistых и легких примесей [3].

Предложены фракционные пневмосепараторы с замкнутым циклом работы воз-

душного потока [4, 5, 6, 7], схема одного из которых приведена на рис. 1.

Отличительной особенностью данного пневмосепаратора является то, что фракции среднего и фуражного зерна дополнительно продуваются в камере 5 воздушным потоком для отвода выделенных пылевидных примесей по каналу 3 в осадочную камеру 6. Это обстоятельство обуславливает более качественное выделение фракций среднего и фуражного зерна.

Уменьшение удельной энергоемкости пневмосепарации, металлоемкости конструкции и улучшение санитарно-гигиенических условий труда обслуживающего персонала достигаются в машинах для очистки и фракционирования зерновых

материалов [8, 9], схема одной из которых приведена на рис. 2.

Отличительной особенностью машины является то, что наличие регулируемого жалюзийного решета 3 питающего устройства 14 способствует ожижению зернового материала, увеличению порозности слоя материала и тем самым улучшению равномерности распределения зернового материала по глубине и ширине пневмосепарирующего канала 12. Это повышает качество процесса пневмосепарации.

Для повышения качества очистки зернового материала за счет фракционного разделения предложены зерноочистительные машины [10, 11, 12, 13], схема одной из которых представлена на рис. 3.

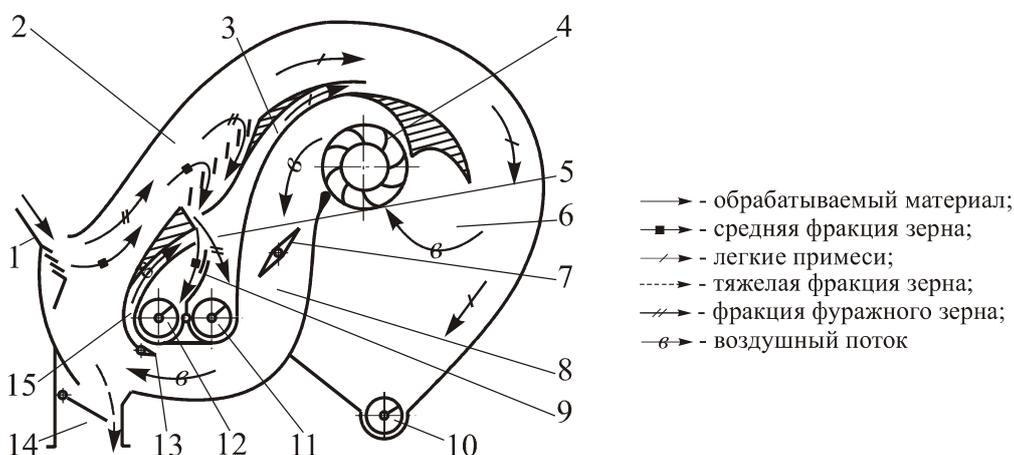


Рис. 1. Технологическая схема фракционного пневмосепаратора с замкнутым циклом воздушного потока: 1 – питатель; 2, 3, 8, 15 – пневмосепарирующий, пылеотводящий, нагнетательный и воздухоподводящий каналы; 4 – диаметральный вентилятор; 5, 6 – разделительная и осадочная камеры; 7, 13 – заслонки; 9 – перегородка; 10, 11, 12, 14 – устройства вывода фракций

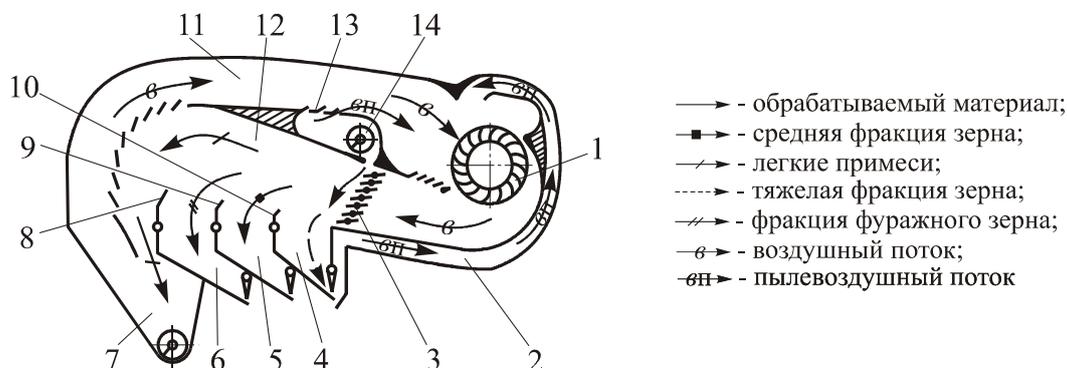


Рис. 2. Технологическая схема машины для очистки и фракционирования зерновых материалов: 1 – вентилятор; 2, 11, 12 – пылеотводящий, воздухоподводящий каналы и пневмосепарирующий каналы; 3 – жалюзийное решето; 4, 5, 6, 7 – приемники фракций; 8, 9, 10 – поворотные плоскости; 13 – жалюзийная решетка; 14 – питающее устройство

Сопряжение выходного канала 3 диаметального вентилятора 4 непосредственно с пневмосепарирующим каналом 13 и сообщением выгрузного патрубка 12 конвейерно-роторного решета 14 непосредственно с осадочной камерой 8, а также установка приемников 6, 10, 11 продуктов разделения зернового материала над осадочной камерой 8, нижние части которых входят в ее

верхнюю часть, достигается упрощение конструкции, укорачивание длины воздушного тракта машины, обуславливающие уменьшение аэродинамического сопротивления сети и, соответственно, снижение затрат энергии на генерирование воздушного потока, а также уменьшение габаритных размеров и снижение металлоемкости зерноочистительной машины.

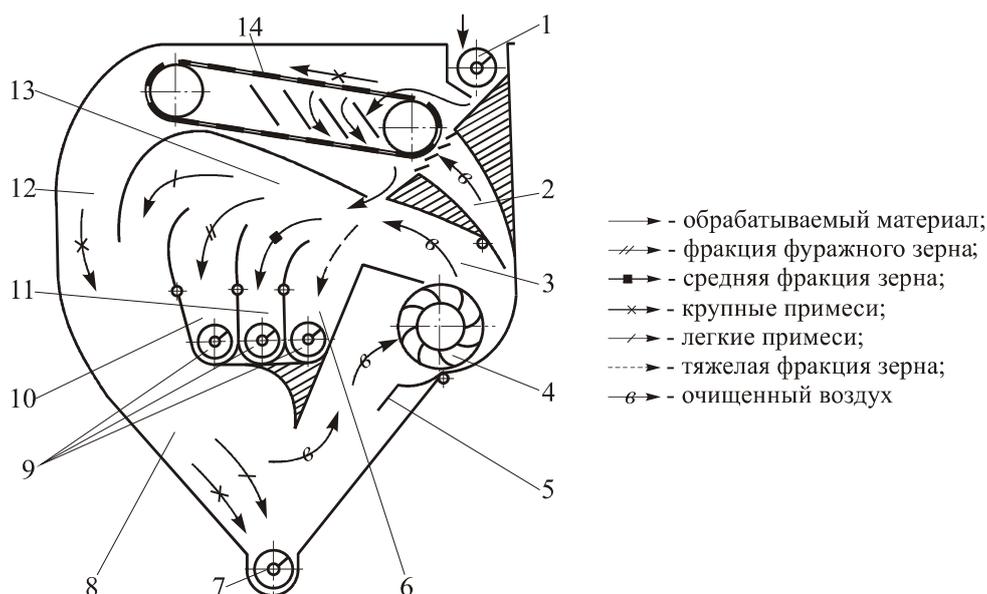


Рис. 3. Технологическая схема зерноочистительной машины для очистки и фракционного разделения зернового материала: 1 – питатель; 2, 12 – патрубки; 3, 13 – выходной канал и ПСК; 4 – вентилятор; 5 – заслонка; 6, 10, 11 – приемники фракций; 7, 9 – устройства вывода фракций; 8 – осадочная камера; 14 – решето

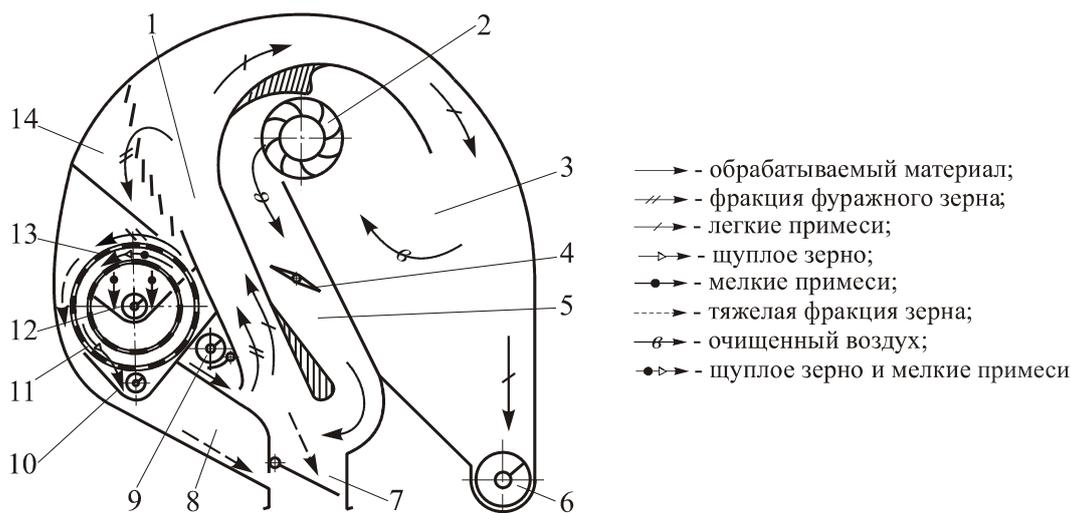


Рис. 4. Схема устройства для очистки зернистых материалов: 1, 5, 14 – пневмосепарирующий, воздухоподводящий и отводной каналы; 2 – вентилятор; 3 – осадочная камера; 4 – регулировочная заслонка; 6, 7, 10, 12 – устройства вывода фракций; 8 – сходовая часть отводного канала; 11, 13 – цилиндрические решета

В то же время в машинах предварительной очистки зерна актуальное значение имеет также выделение мелкой фракции (подсева). В связи с этим одним из устройств, учитывая отмеченные выше их качества, могут быть применены цилиндрические решета (скальператоры). Повышение качества очистки зерновой смеси достигается устранением попадания в очищенное зерно щуплого, дробленого зерна, частиц минерального и органического происхождения. Скальператор разделяет от полноценного зерна, имеющего ценные биологические и продовольственные качества, щуплое и дробленое зерно, частицы минерального и органического происхождения (фуражная фракция) и выводит их наружу. По данной схеме работают устройства для очистки зернистых материалов [14, 15, 16], технологическая схема одной из которых представлена на рис. 4.

Применение в отводном канале 14 вращающихся цилиндрических решет 11 и 13, установленных один в другом, обеспечивает выделение и отвод в разгрузочный патрубок 7 вынесенной части полноценного зерна от примесей, а также разделение последних на зерновую (щуплое и дробленое зерно) и сорную (частицы минерального и органического происхождения) фракции. Такое конструктивное исполнение решет является наиболее рациональным вариантом по сравнению с каскадом плоских или колеблющихся плоских решет, обуславливающих увеличение габаритных размеров машины и, соответственно, ее металлоемкости, появление динамических сил, отрицательно сказывающихся на сроке службы машины.

Ряд разработок также направлен на снижение удельной энергоемкости процесса пневмосепарации, металлоемкости машины и улучшение санитарно-гигиенических условий труда обслуживающего персонала [17, 18, 19, 20, 21–22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31].

### Заключение

Таким образом, повышения эффективности функционирования зерноочистительных машин с минимальными материальными затратами можно достичь применением в них пневмофракционных технологий при использовании высоких скоростей воздушного потока в зоне сепарирования с последующим выделением тяжелой и фуражной фракций, а также совершенствованием основных рабочих органов пневмосистем. Данные исследования явились основой для выработки рекомендаций по совершенствованию технологического процесса зерноочистительных машин.

### Список литературы

1. Бурков А.И. Совершенствование пневмосистем зерно- и семяочистительных машин / А.И. Бурков. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 1997. – 83 с.
2. Сайтов В.Е. Повышение эффективности функционирования зерноочистительных машин путем совершенствования их основных рабочих органов и пневмосистем с фракционной сепарацией: дис. ... докт. техн. наук. – Киров, 2014. – 519 с.
3. Аэродинамический транспортер для сыпучих материалов: пат. 2283268 Рос. Федерация: МПК7 В65G 53/20 / Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2004135577/11; заявл. 06.12.04; опубл. 10.09.06, Бюл. № 25. – 5 с.
4. Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей: пат. 2279933 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02, А01F 12/44 / Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Вятская ГСХА». – № 2005100115/03; заявл. 11.01.05; опубл. 20.07.06, Бюл. № 20. – 5 с.
5. Зерноочистительная машина: пат. 2172217 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02, А01F 12/44 / Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2000110083/03; заявл. 19.04.00; опубл. 20.08.01, Бюл. № 23. – 5 с.
6. Зерноочистительная машина: пат. 2279932 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02, А01F 12/44 / Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Вятская ГСХА». – № 2005100114/03; заявл. 11.01.05; опубл. 20.07.06, Бюл. № 20. – 6 с.
7. Зерноочистительная машина: пат. 2347353 Рос. Федерация: МПК8 В07В 4/02, А01F 12/44 / Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Вятская ГСХА». – № 2007124989/12; заявл. 02.07.07; опубл. 27.02.09, Бюл. № 6. – 6 с.
8. Зерноочистительная машина: пат. 2204445 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02, А01F 12/44 / Сайтов В.Е., Дудин Г.П.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2001130303/13; заявл. 08.11.01; опубл. 20.05.03, Бюл. № 14. – 4 с.
9. Зерноочистительная машина для очистки и фракционирования зернового материала: пат. 2194580 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02 / Сайтов В.Е., Сычугов Н.П., Гагауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2000131252/13; заявл. 13.12.00; опубл. 20.12.02, Бюл. № 35. – 4 с.
10. Зерноочистительная машина: пат. 2233714 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/00 / Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2003103802/03; заявл. 10.02.03; опубл. 10.08.04, Бюл. № 22. – 5 с.
11. Зерноочистительная машина: пат. 2245746 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/00 / Сайтов В.Е., Гагауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2003103803/03; заявл. 10.02.03; опубл. 10.02.05, Бюл. № 4. – 6 с.
12. Зерноочистительная машина: пат. 2280514 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02, А01F 12/44 / Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Вятская ГСХА». – № 2004135687/13; заявл. 06.12.04; опубл. 27.07.06, Бюл. № 21. – 5 с.
13. Зерноочистительная машина: свидетельство 25436 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/00 / Сайтов В.Е., Сычугов Н.П., Гагауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2001126745/20; заявл. 09.10.01; опубл. 10.10.02, Бюл. № 28. – 1 с.
14. Зерноочистительная машина: а.с. 1634339 СССР: МКИ5 В07В 4/02 / Н.П. Сычугов, А.И. Бурков, В.Е. Сайтов, И.В. Тимофеев, Н.И. Одинцов (СССР). – № 4664794/03; заявл. 21.03.89; опубл. 15.03.91, Бюл. № 10. – 4 с.
15. Устройство для очистки зернистых материалов: пат. 2134167 Рос. Федерация: МПК6 В07В 4/00 / Сычугов Н.П., Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель Вятская гос.

с.-х. академия. – № 96106331/03; заявл. 02.04.96; опубл. 10.08.99, Бюл. № 22. – 6 с.

16. Устройство для очистки зернистых материалов: пат. 2167726 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/00 / Болотов А.К., Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 99127389/03; заявл. 21.12.99; опубл. 27.05.01, Бюл. № 15. – 6 с.

17. Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей: пат. 2400053 Рос. Федерация: МПК9 А01F 12/44, В07В 4/02 / Сайтов В.Е., Гатауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Вятская ВГСХА». – № 2009119286/21; заявл. 21.05.09; опубл. 27.09.10, Бюл. № 7. – 6 с.

18. Зерноочистительная машина: пат. 2279931 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02, А01F 12/44 / Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Вятская ГСХА». – № 2005100113/03; заявл. 11.01.05; опубл. 20.07.06, Бюл. № 20. – 6 с.

19. Зерноочистительная машина: пат. 2283704 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02, А01F 12/44 / Сайтов В.Е., Гатауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Вятская ГСХА». – № 2004135685/03; заявл. 06.12.04; опубл. 20.09.06, Бюл. № 26. – 7 с.

20. Зерноочистительная машина: свидетельство 25436 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/00 / Сайтов В.Е., Сычугов Н.П., Гатауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2001126745/20; заявл. 09.10.01; опубл. 10.10.02, Бюл. № 28. – 1 с.

21. Пневмосепарирующее устройство зерноочистительной машины: пат. 2131784 Рос. Федерация: МПК6 В07В 4/02 / Сычугов Н.П., Сайтов В.Е., Гатауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 97118588/03; заявл. 04.11.97; опубл. 20.06.99, Бюл. № 17. – 5 с.

22. Пневмосепарирующее устройство зерноочистительной машины: пат. 2150339 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02 / Сычугов Н.П., Сайтов В.Е., Гатауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 99105773/13; заявл. 17.03.99; опубл. 10.06.2000, Бюл. № 16. – 4 с.

23. Пневмосепарирующее устройство зерноочистительной машины: пат. 2177842 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02 / Сайтов В.Е., Гатауллин Р.Г.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2000110084/03; заявл. 19.04.00; опубл. 10.01.02, Бюл. № 1. – 6 с.

24. Пневмосепарирующее устройство зерноочистительной машины: пат. 2189869 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02, А01F 12/44 / Сычугов Н.П., Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2001106583/03; заявл. 11.03.01; опубл. 27.09.02, Бюл. № 27. – 5 с.

25. Пневмосепарирующее устройство зерноочистительной машины: пат. 2387489 Рос. Федерация: МПК9 D07D 4/02 / Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Вятская ГСХА». – № 2009109559/03; заявл. 16.03.09; опубл. 27.04.10, Бюл. № 12. – 6 с.

26. Пневмосистема зерноочистительной машины: свидетельство 18242 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/00 / Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2000131451/20; заявл. 18.12.00; опубл. 10.06.01, Бюл. № 16. – 1 с.

27. Устройство для разделения зерновой смеси: пат. 2196011 Рос. Федерация: МПК7 В07В 4/02, А01F 12/44 / Сычугов Н.П., Сайтов В.Е.; заявитель и патентообладатель Вятская гос. с.-х. академия. – № 2001102696/03; заявл. 29.01.01; опубл. 10.01.03, Бюл. № 1. – 4 с.

28. Пневматический сепаратор сыпучих материалов: пат. 2525557 Рос. Федерация: МПК9 В07В 4/00 / Сайтов В.Е., Фарафонов В.Г., Суворов А.Н., Сайтов А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА. – № 2013109664/03; заявл. 04.03.2013; опубл. 20.08.2014, Бюл. № 23. – 6 с.

29. Зерноочистительная машина: пат. 2528346 Рос. Федерация: МПК9 В07В 4/00 / Сайтов В.Е., Гатауллин Р.Г., Сайтов А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА». – № 2013109666/03; заявл. 04.03.2013; опубл. 10.09.2014, Бюл. № 25. – 6 с.

30. Пневмосистема зерноочистительной машины: пат. 123692 Рос. Федерация: МПК9 В07В 4/00 / Сайтов В.Е., Гатауллин Р.Г., Нигматуллин И.Н., Сайтов А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА». – № 20121124214/03; заявл. 09.06.2012; опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1. – 3 с.

31. Устройство для сепарации зернового вороха: а.с. 1720752 СССР: МКИ5 В07В 4/00 / Г.Ф. Лукиных, А.С. Маликов, Р.Ф. Курбанов (СССР); заявитель и патентообладатель Кировский сельскохозяйственный институт. – № 4834252/03; заявл. 16.04.90; опубл. 23.03.1992, Бюл. № 11. – 3 с.