



Scientific quarterly journal e-ISSN 2449-5999

**Agricultural Engineering**

2015: 2(154):89-98

Homepage: <http://ir.ptir.org>



DOI: <http://dx.medra.org/10.14654/ir.2015.154.124>

## ECOLOGICAL PROBLEMS OF POST-HARVEST SEED PROCESSING

Vasilij Sysuev<sup>a</sup>, Petr Savinyh<sup>a\*</sup>, Viktor Saitov<sup>a</sup>, Andrzej Marczuk<sup>b</sup>, Maciej Kuboń<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Zone Scientific and Research Institute of North East Agriculture in Russia

<sup>b</sup> Department of Agricultural and Transport Machines, University of Life Sciences in Lublin

<sup>c</sup> Institute of Agricultural Engineering and Computer Sciences, University of Agriculture in Krakow

\* Contact details: ul. Lenina 164/43, 610017, Kirov, Rosja; e-mail: [peter.savinyh@mail.ru](mailto:peter.savinyh@mail.ru)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: March 2015

Received in the revised form:

April 2015

Accepted: May 2015

#### Keywords:

seed  
dust  
seed purification  
air stream

### ABSTRACT

Elimination of light additives in the dust form from seed material is a significant problem of post-harvest seed processing since leakage of pneumatic machines systems for cleaning seeds enables dust to get outside which deteriorates the ecological condition of the surroundings. The article presents a developed machine for initial seeds cleaning, which divides air waste into fractions of seed and waste additives and purifies the air which circulates in the closed pneumatic system from silt additives, which deposit in the depositions chamber with difficulties. Models of regression of the functioning process of the developed machine were presented. Rational parameters of the inlet window of a dust collector ( $\Delta = 0.03$  m,  $\delta_z = 0.012$  m,  $S_z = 0.16$  m,  $\beta_P = 155^\circ$ ) and the edge of the partition wall of compartments of light fractions deposition ( $x = 0.21...0.23$  m and  $y = 0.160...0.175$  m) were determined. The developed machine improves the ecological condition of the environment concerning post-harvest seed processing systems.

## Введение

Ворох зерновых культур, поступающий на пункты послеуборочной обработки, из-за упрощения технологии возделывания зерновых культур, недостаточно высокого качества технологического процесса зерноуборочных комбайнов содержит пылевидную, сорную, а также зерновую примеси. Поэтому возникает необходимость уже на стадии предварительной обработки зерна выделения примесей и фракционного разделения их на сорные и зерновые, причем последние представляют ценный кормовой продукт для сельскохозяйственных животных. В результате своевременное и качественное выполнение данной технологической операции будет способствовать повышению семенных и продовольственных качеств зерна, снижению его потерь и увеличению пропускной способности поточных линий (Сайтов, 2012, Sysuev и др., 2014, Marczuk и др., 2013).

Второй проблемой при послеуборочной обработке зерна является удаление из зернового материала легких, пылевидных примесей, которые при работе зерно-

семяочистительных машин через неплотности пневмосистем, находящиеся под избыточным атмосферным давлением, поступают наружу. В результате этого повышается запыленность рабочего места обслуживающего персонала и окружающей среды. Одним из решений данной проблемы является применение зерноочистительных машин с замкнутым циклом работы воздушного потока и нагнетание вентилятором в участок воздушного тракта, находящегося под избыточным атмосферным давлением, уже очищенного от пылевидных примесей воздуха (Саитов, 2014).

**Цель исследований** - разработка и исследование машины предварительной очистки зерна с фракционным разделением компонентов зернового вороха и очисткой циркулирующего в замкнутой пневмосистеме воздуха от трудноосаждаемых в осадочной камере пылевидных примесей.

### **Материал и методы исследований**

С учетом вышеотмеченных аспектов на основании анализа исследований рабочего процесса зерноочистительных машин разработана и изготовлена экспериментальная установка для машины предварительной очистки зерна МПО-50Ф (рисунок 1), обуславливающая повышение эффекта очистки зерна за счет интенсификации пневмосепарации зернового вороха и последующего фракционного разделения воздушных отходов на фракции зерновых и сорных примесей (а.с. 1623796 СССР, 1991; пат. 2199402 РФ, 2003), а также очистку циркулирующего в замкнутой пневмосистеме воздуха от трудноосаждаемых в осадочной камере пылевидных примесей (пат. 2266433 РФ, 2005).

Установка изготовлена в продольно-вертикальной плоскости в натуральную величину, а ширина  $B_{\text{л}}$  ее проточной части составляла 0,2 м. Рабочее колесо диаметального вентилятора имеет наружный диаметр  $D_2 = 0,4$  м и частоту вращения  $n = 690$  мин<sup>-1</sup>. Глубина  $h$  пневмосепарирующего канала (ПСК) равнялась 0,24 м, величина  $h_B$  входного окна пневмокамеры пневмоожигающего устройства (ПОУ) ввода ПСК - 0,04 м, а длина  $l_B$  направляющей решетки данного устройства – 0,13 м. Осадочная камера машины оборудована пневмотранспортирующим каналом (ПТК).

При работе установки очищаемый ворох подается через клапан-питатель 3 на сетчатый транспортер 4, с которого сходом идут крупные и соломистые примеси и через патрубок 5 выводятся наружу, а проходовая фракция поступает в пневмосистему. Компоненты зернового вороха, псевдоожигаясь на решетке ПОУ ввода 6, поступают в ПСК 7, где подвергаются воздействию восходящего воздушного потока, создаваемого диаметральным вентилятором 1. Воздушный поток в этом канале выделяет из зерновой смеси легкие сорные и зерновые примеси и выносит их в осадочную камеру 19.

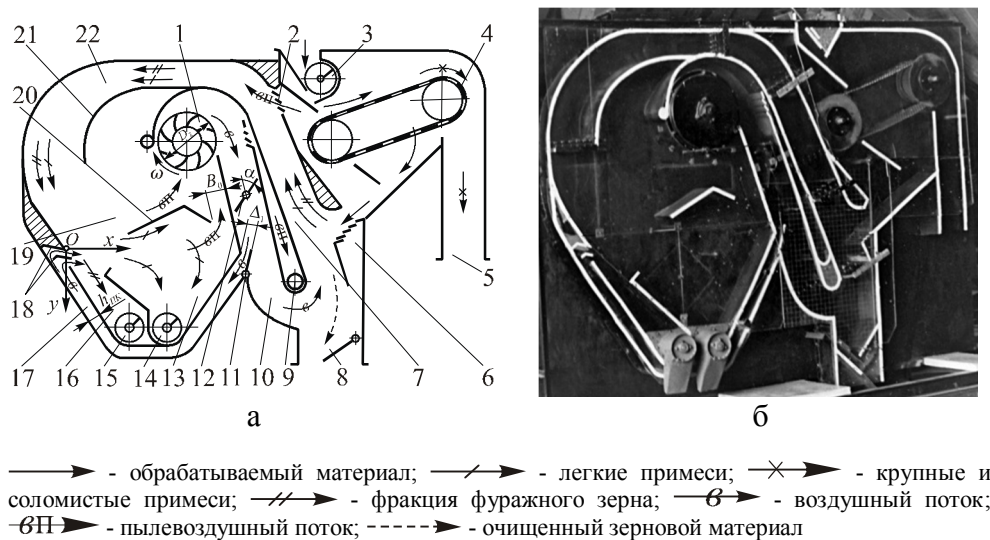


Рисунок 1. Технологическая схема (а) и общий вид (б) экспериментальной установки для машины предварительной очистки зерна МПО-50Ф: 1 – диаметральный вентилятор; 2 – жалюзийное окно; 3 – клапан-питатель; 4 – сетчатый транспортер; 5, 8, 14, 15 – устройства вывода фракций; 6 - ПОУ ввода ПСК; 7, 10, 17, 22 – ПСК, воздухоподводящий и перепускной каналы, ПТК; 9 – пылеотделитель; 11, 12 – поворотная и регулировочная заслонки; 13, 16 – отсеки осаждения фракций; 18 – направляющие пластины; 19 – осадочная камера; 20 – осадитель; 21 – криволинейная плоскость

Примеси, вынесенные воздушным потоком из ПСК 7, в осадочной камере 19 под действием силы реакции  $\vec{R}$  воздушного потока и силы тяжести  $\vec{G}$  движутся возле криволинейной стенки, а в зоне выходного окна ПТК 22 воздушной струей, подведенной через перепускной канал 17 из воздухоподводящего канала 10, подвергаются фракционированию. Легкие сорные примеси выделяются и выносятся из слоя зерновых примесей в отсек осаждения 13. Очищенные зерновые примеси от легких сорных примесей за счет инерционных сил и сил тяжести  $\vec{G}$  поступают в отсек осаждения 16. Трудноосаждаемые легкие примеси, выносимые воздушным потоком из осадочной камеры 19 через вентилятор 1, в последующем улавливаются пылеотделителем 9, а затем через его патрубок поступают в циклон, из которого отводятся наружу. Продукты фракционного разделения в осадочной камере 19 из отсеков осаждения 13 и 16 выводятся отводящими устройствами 14 и 15. При закрытии заслонкой 11 перепускного окна в стенке воздухоподводящего канала 10 пневмосистема установки переводится в режим безфракционного сбора и вывода воздушных отходов (Саитов, 2007).

Технологическую эффективность разработанной установки оценивали: производительностью  $G$  – количеством обрабатываемого зернового вороха в единицу времени,  $\text{кг}\cdot(\text{м}^2\cdot\text{с})^{-1}$ ; эффективностью  $E$  отделения зерна от примесей, %; эффективностью  $E$  осаждения примесей в осадочной камере, %; потерями полноценного  $P_3$ , мелкого и щуплого  $P_{щз}$  зерна в отходы, (%); содержанием  $a_1$  зерновых примесей в фуражной фракции, %; коэффициентом  $\varepsilon$  улавливания примесей пылеотделителем, %.

Графические зависимости полученных экспериментальных данных аппроксимировали по методу наименьших квадратов (Бронштейн и Семендяев, 1980), при этом статистическая оценка достоверности полученных линейных моделей осуществлялась коэффициентом корреляции  $r$ , криволинейных моделей - корреляционным отношением  $R^2$  (Сысуев и др., 1997, Сысуев и др., 2008, Сысуев и др., 2009).

## Результаты и их обсуждение

Для проведения экспериментальных исследований использовали искусственно приготовленную зерновую смесь пшеницы сорта Ленинградка влажностью 15%, приближенную по качественному составу к зерну, поступающему от комбайнов на пункты послеуборочной обработки. Полигоны относительных частот компонентов приготовленной зерновой смеси по скорости  $v_{вит.}$  витания представлены на рисунке 2, а их содержание и статистические параметры приведены в таблице 1. Законы распределения полноценных зерен основной культуры и щуплых, битых, дробленых зерен близки к нормальному.

Таблица 1.

*Содержание и статистические параметры компонентов в зерновой смеси пшеницы сорта Ленинградка по скорости  $v_{вит.}$  витания*

Наименование компонентов зерновой смеси	Содержание компонентов, (%)	Скорость витания	
		$v_{вит.ср.}$ , м/с	$\sigma$ , м/с
Полноценные зерна основной культуры	85	9,5	0,999
Щуплое, дробленое и битое зерно основной культуры	5	6,2	1,142
Семена сорняков, органические и минеральные примеси	10	3,7	2,32

Проверка гипотезы о нормальном распределении частиц каждой фракции по скоростям  $v_{вит.}$  витания свидетельствует, что наблюдаемые значения критерия Пирсона  $\chi^2_{набл.10} = 0,64$ ,  $\chi^2_{набл.20} = 0,44$ ,  $\chi^2_{набл.30} = 8,94$  меньше их табличных критических значений  $\chi^2_{крит.10} = 3,84$ ,  $\chi^2_{крит.20} = 3,84$ ,  $\chi^2_{крит.30} = 11,1$  для уровня значимости 0,05 и 1 степени свободы для полноценного и щуплого зерна и 5 степени свободы для сорных примесей. Поэтому гипотеза о нормальном законе распределения полноценных зерен основной культуры, зерновых примесей (щуплых,

дробленых и битых зерен основной культуры) и сорных примесей (семян сорняков, минеральных и органических примесей) принимается (Кремер, 2004).

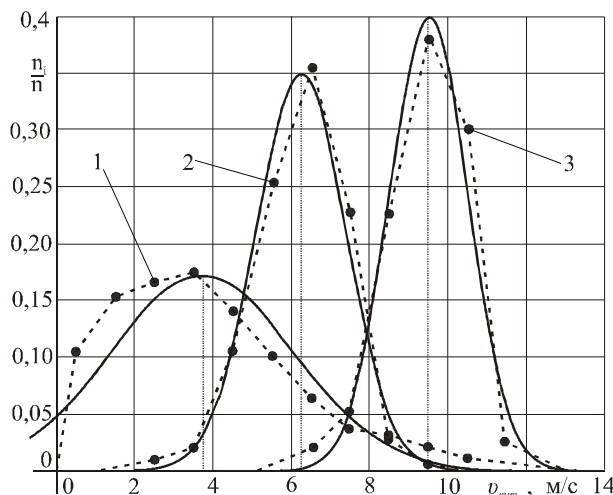


Рисунок 2. Полигоны относительных частот компонентов зерновой смеси пшеницы сорта Ленинградка по скорости  $v_{внт.}$  витания (•) и соответствующие им нормальные кривые распределения (—): 1 – сорные примеси (семена сорняков, органические и минеральные примеси); 2 – щуплые, дробленые и битые зерна пшеницы; 3 – полноценные зерна пшеницы

Экспериментальные изыскания по определению рациональных параметров входного окна пылеотделителя, расположенного в выходном канале диаметрального вентилятора (Рисунок 1), осуществляли использованием однофакторного эксперимента, применением метода симплексного планирования и реализацией трехфакторного почти ротатабельного плана Бокса-Бенкина второго порядка (Мельников и др., 1980). В результате реализации планов и обработки опытных данных методом регрессионного анализа (Фестер и Ренц, 1983) определены уравнения, связывающие параметры входного окна пылеотделителя ( $\Delta$  ( $x_1$ ) – глубина входного окна,  $S_{ж}$  ( $x_3$ ) – длина жалюзийного участка,  $\delta_{ж}$  ( $x_2$ ) – зазор в жалюзи) с коэффициентом  $\varepsilon$  улавливания им примесей, а также режимов технологического процесса пневмосистемы.

Зафиксировано максимальное значение критерия оптимизации  $\varepsilon=0,98$  при  $\Delta=0,03$  м и начальном угле установки входного окна пылеотделителя  $\varphi_{Г}=25^\circ$  в области  $\delta_{ж}=0,012$  м и  $S_{ж}=0,16$  м в результате применения трехфакторного почти ротатабельного плана Бокса-Бенкина второго порядка (Рисунок 3):

$$Y_\varepsilon = 0,97 + 0,02x_1 + 0,035x_2 - 0,02x_3 - 0,043x_1x_2 - 0,023x_1x_3 + 0,023x_2x_3 - 0,046x_1^2 - 0,026x_2^2 - 0,051x_3^2. \quad (1)$$

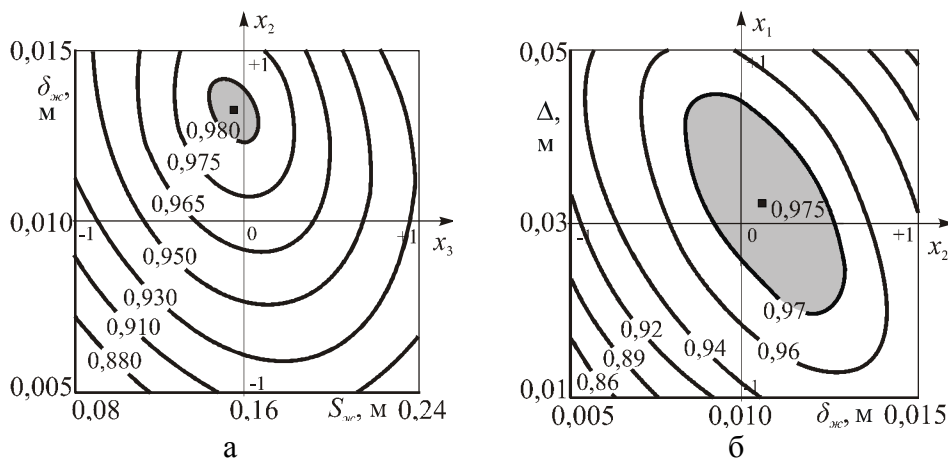


Рисунок 3. Двумерные сечения поверхностей отклика, характеризующие коэффициент  $\varepsilon$  улавливания примесей пылеотделителем, оснащенным входным окном с жалюзийным участком, при  $x_1 = 0$  (а), и  $x_3 = 0$  (б):  – область максимальных значений ( $q_{y0}=38,07 \text{ кг}\cdot(\text{с}\cdot\text{м}^2)^{-1}$  и  $Q = 0,48 \text{ м}^3\cdot\text{с}^{-1}$ )

При этом оптимальное отношение расхода воздуха  $Q_n$ , отводимого через пылеотделитель наружу из пневмосистемы, к расходу воздуха  $Q$ , проходящего через диаметральный вентилятор, составляет 0,08...0,10, а зависимость коэффициента  $\psi$  полного давления от коэффициента  $\phi'$  подачи воздуха диаметральной вентилятором имеет нисходящую ветвь, что свидетельствует о стабильной подаче им воздуха в сеть установки.

При выделении зерновых примесей из фракции легких отходов воздушной струей, подведенной в зону выходного окна ПТК, реализован трехфакторный почти ротатабельный план Бокса-Бенкина второго порядка:  $x(x_1), y(x_2)$  - координаты кромки разделительной стенки отсеков осаждения сорных примесей и фуражной фракции по оси  $x$  и  $y$ ;  $v'_{cp}(x_3)$  - скорость воздушного потока в зоне фракционного разделения отходов. Полученные адекватные регрессионные модели ( $F$ -критерий Фишера, вероятность  $p = 0,95$ ) содержания  $a_1$  зерновых примесей в фуражной фракции, потерь полноценного  $\Pi_3$ , мелкого и щуплого  $\Pi_{щз}$  зерна в отходы (%)

$$Y_{a_1} = 79,0 - 3,25x_1 + 3,125x_2 + 5,625x_3 + 3,0x_1x_2 - 3,5x_1x_3 + 3,25x_2x_3 - 2,625x_1^2 - 4,375x_2^2 - 2,875x_3^2, \quad (2)$$

$$Y_{\Pi_3} = 0,019 - 0,008x_1 + 0,022x_2 + 0,032x_3 - 0,008x_1x_2 - 0,015x_1x_3 + 0,018x_2x_3 + 0,007x_2^2 + 0,034x_3^2, \quad (3)$$

$$Y_{\Pi_{щз}} = 0,294 - 0,123x_1 + 0,331x_2 + 0,481x_3 - 0,127x_1x_2 - 0,225x_1x_3 + 0,273x_2x_3 + 0,112x_2^2 + 0,516x_3^2 \quad (4)$$

анализировались методом построения двумерных сечений поверхности отклика. С точки зрения достижения максимального значения  $a_1=80\%$  и наименьших потерь  $P_3=0,025...0,042\%$  оптимальные значения координат кромки разделительной стенки отсеков осаждения фракций составили  $x = 0,21...0,23$  м ( $x_1 = -(0,25...0,75)$ ) и  $y=0,160...0,175$  м ( $x_2 = 0...0,36$ ) при  $v'_{cp} = 8,5$  м/с ( $x_3 = 0$ ). Потери  $P_{из}$  незначительны –  $0,35...0,65\%$ . Эффективность осаждения примесей в рассматриваемой камере при работе в режиме фракционного разделения отходов составляет  $90\%$ , а при безфракционном их сборе и выводе –  $97\%$ , что свидетельствует о вполне удовлетворительной ее работе (Саитов, 1995).

Распределение статических давлений  $P_{sv}$  по длине  $L_{BT}$  воздушного тракта экспериментальной установки, снабженной пылеотделителем при  $Q_n/Q=0,10$ , удельной зерновой нагрузке  $q_{y\partial} = 38,07$  кг·(с·м<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> и разных расходах воздуха  $Q_{нк}$  через ПСК приведены на Рисунке 4.

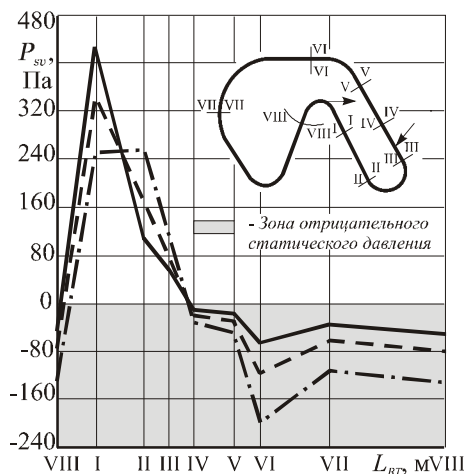


Рисунок 4. Распределение статических давлений  $P_{sv}$  по длине  $L_{BT}$  воздушного тракта экспериментальной установки при расходах воздуха  $Q_{нк} = 0,24$  м<sup>3</sup>/с (—),  $Q_{нк} = 0,34$  м<sup>3</sup>·с<sup>-1</sup> (---),  $Q_{нк} = 0,48$  м<sup>3</sup>·с<sup>-1</sup> (- - -)

При этом по оси абсцисс отложены обозначения сечений воздушного тракта, в которых производили замеры, пропорционально длине  $L_{BT}$  последнего. Результаты измерений статических давлений  $P_{sv}$ , произведенные при расходах воздуха в ПСК  $Q_{нк}=0,24$ ,  $0,34$  и  $0,48$  м<sup>3</sup>·с<sup>-1</sup>, показывают, что на участке от диаметрального вентилятора до ПОУ ввода давление  $P_{sv}$  избыточное, а по всей остальной длине  $L_{BT}$  пневмосистемы - отрицательное. Следует отметить, что нулевое значение давления  $P_{sv}$  находится в зоне ввода зерновой смеси. Это исключает выброс воздуха из пневмосистемы через питающее окно ПСК в приемную часть машины, а затем и

наружу. Исходя из изложенного необходимо заметить, что при наличии в верхней части стенки ПСК окна за счет вывода части воздуха из пневмосистемы через пылеотделитель возможен отсос воздуха с пылевидными примесями из приемной части в канал, а далее отвод их в осадочную камеру. При этом уменьшается выброс наружу пылевидных примесей через выводной патрубок крупных и солоmistых примесей, что улучшает санитарно-гигиенические условия обслуживающему персоналу. Выполнение окна жалюзийным обуславливает предотвращение срывов и создания вихревого движения воздушного потока на участке сообщения ПСК с приемной частью (а.с. 1794498 СССР, 1993). Наличие вихревого потока значительно будет ухудшать отвод пылевидных примесей вместе с воздухом из приемной части через окно в ПСК. Кроме того, подвод потребного количества воздуха через данное окно в пневмосистему обусловит снижение статического давления  $P_{sv}$  в осадочной камере. Зависимость статического давления  $P_{sv}$  в сечении VIII воздушного тракта установки от коэффициента живого сечения  $\mu_p$  жалюзийного окна описывается уравнением:

$$P_{sv} = 129,892 - 82,680\mu_p + 161,473\mu_p^2. \quad (5)$$

Адекватность уравнения выражается корреляционным отношением  $R^2$ , равным 0,93. Из данной зависимости следует, что оптимальное значение  $\mu_p$  жалюзийного окна должно быть не меньше 0,125, так как при  $\mu_p$ , больших 0,125, давление  $P_{sv}$  в сечении VIII воздушного тракта установки уже не снижается.

## Выводы

Разработана конструкционно-технологическая схема машины предварительной очистки зерна, содержащей приемную часть, снабженную сетчатым транспортером, и пневмосистему, включающую диаметральный вентилятор с расположенным в его выходном канале пылеотделителем с жалюзийным входным окном, воздухоподводящий и пневмосепарирующий с ПОУ ввода каналы, осадочную камеру, оборудованную устройством для выделения зерновых примесей из фракции легких отходов, регулировочную заслонку и устройства вывода фракций.

Получены регрессионные модели процесса функционирования разработанной машины, из которых следует, что оптимальные параметры входного окна пылеотделителя составляют  $\Delta=0,03$  м,  $\delta_{жс}=0,012$  м,  $S_{жс}=0,16$  м,  $\beta_{IT}=155^\circ$ . Максимальное значение  $a_1=80\%$  ( $P_3 \leq 0,05\%$ ) достигается с параметрами размещения кромки разделительной стенки отсеков осаждения фракций  $x = 0,21 \dots 0,23$  м и  $y = 0,160 \dots 0,175$  м.

Результаты, полученные при решении поставленной научной задачи, явились основой для выработки рекомендаций при создании машины предварительной очистки зерна МПО-50 с фракционированием легких отходов в осадочной камере и очисткой циркулирующего в замкнутой пневмосистеме воздуха от трудноосаждаемых в осадочной камере пылевидных примесей. Применение разработанной машины в составе зерноочистительно-сушильного комплекса



позволяет снизить запыленность рабочего места обслуживающего персонала и окружающей среды на 10...15%.

## Литература

- А.с., 1623796 СССР, МКИ<sup>5</sup> В07В 4/02. (1991). *Пневмосистема зерноочистительной машины*. Н.П. Сычугов, А.И. Бурков, В.Е. Саитов, Н.В. Жолобов, Ю.П. Полунин, Н. И. Грабельковский, А.А. Гехтман, В.В. Антюхин (СССР). № 4649019/03, заявл. 13.02.89, опубл. 30.01.91 Открытия. Изобретения. № 4, 34-35.
- А.с., 1794498 СССР, МКИ<sup>5</sup> В07В 4/00. (1993). *Зерноочистительная машина*. Н.П. Сычугов, А.И. Бурков, В.Е. Саитов, А.А. Гехтман, В.В. Антюхин (СССР). № 4793937/03, заявл. 27.12.90, опубл. 15.02.93 Изобретения. № 6, 27.
- Бронштейн, И.Н., Семендяев, К.А. (1980). Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. М.: Наука, 976.
- Кремер, Н.Ш. (2004). *Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов*. ЮНИТИ-ДАНА, 573.
- Мельников, С.В., Алешкин, В.Р., Рощин, П.М. (1980). *Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов*. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос (Ленингр. отд-ние), 168.
- Пат. 2199402 РФ, МПК<sup>7</sup> В07В 4/02, А 01 F 12/44. (2003). *Пневмосистема зерноочистительной машины* / В.Е. Саитов (РФ). № 2001102102/03, заявл. 23.01.01, опубл. 27.02.03 Изобретения. Полезные модели. № 6, 340.
- Пат. 2266433 РФ, МПК<sup>7</sup> F04D 17/04. (2005). *Диаметральный вентилятор*. В.Е. Саитов (РФ). - № 2004110277/06, заявл. 05.04.04, опубл. 20.12.05 // Изобретения. Полезные модели. № 35(Ич.), 253.
- Саитов, В.Е. (1995). *Определение рационального положения разделительной стенки фракционной осадочной камеры машины МПО-50*. Сельскохозяйственная наука Северо-Востока европейской части России: сб. науч. тр. к 100-летию Вятской с.-х. опытной станции (НИИСХ Северо-Востока им. Н.В.Рудницкого) в 4-х томах НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого. Киров, Т. 4: Механизация, 105-110.
- Саитов, В.Е. (2007). Совершенствование машины предварительной очистки зерна. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. № 4, 17-20.
- Саитов, В.Е. (2012). *Инновации в послуборочной обработке зернового материала: Монография*. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 152.
- Саитов, В.Е. (2014). *Повышение эффективности функционирования зерноочистительных машин путем совершенствования их технологического процесса и основных рабочих органов*. Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф. в 3 томах. Минск: НППЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, Т.2, 109-114.
- Сысуев, В.А., Алешкин, А.В., Кормшиков, А.Д. (1997). *Методы механики в сельскохозяйственной технике*. Киров: Киров. обл. тип., 218.
- Сысуев, В.А., Алешкин, А.В., Савиных, П.А. (2008). *Кормоприготовительные машины. Теория. Разработка, эксперимент: В двух томах*. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, Т.1, 640.
- Сысуев, В.А., Алешкин, А.В., Савиных, П.А. (2009). *Кормоприготовительные машины. Теория. Разработка, эксперимент: В двух томах*. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, Т.2., 496.
- Фестер, Э., Ренц, Б. (1983). *Методы корреляционного и регрессионного анализа* / Пер. с нем. И предисл. В.М. Ивановой. М.: Финансы и статистика, 302.

- Marczuk, A., V.A., Sysuev, V.A., Aleškin, A.V., Savinyh, P.A., Misztal, W., Baran, S. (2013). *Podjęcie systemowe w badaniach maszyn do przygotowania pasz*. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 176.
- Sysuev, V.A., Aleškin, A.V., Savinyh, P.A., Marczuk, A., Wrotkowski, K., Kuboń, M. (2014). *Studium procesu działania rozdrabniaczy bijakowych do ziarna*. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 162.
- Sysuev, V.A., Aleškin, A.V., Savinyh, P.A., Marczuk, A., Wrotkowski, K., Misztal, W. (2014). *Studium agregatów mieszalniczych pasz z transportem pneumatycznym*. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 163.

## **PROBLEMY EKOLOGICZNE POZBIOROWEGO PRZETWARZANIA ZIARNA**

**Streszczenie.** Jednym z istotnych problemów pozbiorowego przetwarzania ziarna jest eliminacja z materiału ziarnowego domieszek lekkich w postaci pyłu, ponieważ nieszczelność układów pneumatycznych maszyn do czyszczenia ziarna sprzyja przedostaniu się pyłu na zewnątrz, co pogarsza stan ekologiczny otoczenia. W artykule zaprezentowano opracowaną maszynę wstępnego oczyszczania ziarna, która dzieli odpady powietrzne na frakcje domieszek ziarnowych i śmieciowych oraz oczyszcza powietrze krążące w zamkniętym układzie pneumatycznym od domieszek w postaci pyłu, które są trudne do osadzania w komorze osadowej. Przedstawiono modele regresji procesu funkcjonowania opracowanej maszyny. Ustalono parametry racjonalne okna wlotowego odpylacza ( $\Delta=0,03$  m,  $\delta_z=0,012$  m,  $S_z=0,16$  m,  $\beta_p=155^\circ$ ) oraz krawędzi ścianki działowej przedziałów osadzania lekkich frakcji ( $x=0,21...0,23$  m i  $y=0,160...0,175$  m). Opracowana maszyna wpływa na poprawę stanu ekologicznego środowiska w otoczeniu zespołów pozbiorowego przetwarzania ziarna.

**Słowa kluczowe:** ziarno, pył, czyszczenie ziarna, strumień powietrza