

# Очистка семян овощных культур на пневмосортировальном столе

Cleaning of vegetable seeds on a pneumatic sorting table

Янченко А.В., Меньших А.М., Азопков М.И.,  
Голубович В.С., Федосов А.Ю.

Yanchenko A.V., Menshikh A.M., Azopkov M.I.,  
Golubovich V.S., Fedosov A.Y.

## Аннотация

## Abstract

Семенной ворох с поля никогда не бывает чистым. В процессе уборки семян в семенной ворох попадают различные примеси – семена сорняков, различные обломки частей растений, минеральные частицы: комочки земли, камешки и др. Очистка семенного вороха до регламентированных показателей, предусмотренных в нормативном документе, – основная задача послеуборочной доработки семян. Примеси, которые отличаются размером от семян основной культуры, легко удаляются на ветрорешетных машинах. Полностью удалить все примеси на ветрорешетных машинах невозможно. Поэтому существует необходимость во вторичной, более качественной очистке семенного вороха. Пневмосортировальные столы способны разделить семенной ворох по плотности семян. В результате дополнительной вторичной очистки семян можно повысить чистоту семян, которая необходима для безотказной работы современных высевающих аппаратов. Пневмосортировальный стол ПСС-1 имеет ряд настроек, которые меняются оператором в зависимости от культуры. Основные настройки: подача семян, регулировка заслонки вентилятора, изменение продольного и поперечного угла наклона рабочей деки, частота колебания рабочей деки, регулируемые заслонки приемника семян. Все настройки могут быть оперативно изменены оператором технологического процесса очистки. Использование пневмосортировального стола во вторичной очистке семенного вороха возможно на различных овощных культурах. В процессе очистки семян на пневмосортировальном столе из семенного вороха удаляются вместе с легковесными примесями, обломками стебельков, листьев, стручков и прочими, удаляются и легковесные невызревшие семена, что способствует повышению всхожести получаемых после очистки семян.

The resulting seed heap from the field is never clean. In the process of harvesting seeds, various impurities are found in the seed pile. As impurities in the seed heap, there may be weed seeds, various fragments of plant parts, mineral particles: lumps of earth, pebbles and others. Cleaning the seed pile to the regulated indicators provided for in the regulatory document is the main task of post-harvest seed refinement. Impurities that differ in size from the seeds of the main crop are easily removed by wind-screen machines. It is impossible to completely remove all impurities on windscreen machines. Therefore, there is a need for a secondary, better cleaning of the seed pile. Pneumatic sorting tables are able to divide the seed pile according to the density of seeds. Because of additional secondary cleaning of seeds, it is possible to increase the purity of seeds, which is necessary for the trouble-free operation of modern sowing machines. The PSS-1 pneumatic sorting table has a number of settings that are changed by the operator depending on the culture. Basic settings: seed feeding, fan flap adjustment, changing the longitudinal and transverse angle of inclination of the working deck, the oscillation frequency of the working deck, adjustable shutters of the seed receiver. The operator of the cleaning process can quickly change all settings. The use of a pneumatic sorting table in the secondary cleaning of the seed pile is possible on various vegetable crops. In the process of cleaning seeds on a pneumatic sorting table, fragments of stems, leaves, pods and others are removed from the seed pile together with lightweight impurities, and lightweight unripe seeds are also removed, which helps to increase the germination of seeds obtained after cleaning.

**Key words:** vegetable crops, seeds, cleaning, pneumatic sorting table, seed quality, seed purity, germination.

**Ключевые слова:** овощи, семена, очистка, пневматический сортировальный стол, качество семян, чистота семян, всхожесть.

**For citing:** Cleaning of vegetable seeds on a pneumatic sorting table. A.V. Yanchenko, A.M. Menshikh, M.I. Azopkov, V.S. Golubovich, A.Yu. Fedosov. Potato and vegetables. 2021. No11. Pp. 18-21. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.72.72.002> (In Russ.).

**Для цитирования:** Очистка семян овощных культур на пневмосортировальном столе / А.В. Янченко, А.М. Меньших, М.И. Азопков, В.С. Голубович, А.Ю. Федосов // Картофель и овощи. 2021. №11. С.18-21. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.72.72.002>

Очистка – один из важных этапов послеуборочной доработки, который помогает при хранении, переработке, контроле качества и борьбе с вредителями. Современные посевные технологии требуют семян с высокой жизнеспособностью и всхожестью, а также однородных, очищенных и отсортированных [1]. Повсеместно используемые ветрорешетные машины для очистки семян не всегда позволяют очистить их от примесей, особенно имеющих размер, схожий с основной культурой. Поэтому методы очистки семян постоянно оптимизируются [2, 3, 4, 5].

Семена каждой культуры отличаются по физическому составу и могут быть легко идентифицированы. Они имеют геометрические параметры, аэродинамические свойства, массу, плотность, электростатические и механические свойства, используемые для отделения семян от примесей при очистке и сортировке. Использование различных машин и устройств в процессах разделения повышает чистоту семян [6].

Семенной ворох отделяют в потоке воздуха в специализированных пневматических очистителях, а также в более простых сортировальных оборо-

дованиях [7, 8]. Воздушный поток часто используется для отделения семян, поскольку пневматические устройства имеют простую конструкцию и просты в эксплуатации [10].

Пневмосортировальные столы популярны благодаря своей высокой эффективности разделения, универсальности и низкой стоимости эксплуатации. Наличие большого количества технологически взаимосвязанных параметров в пневмосортировальных столах (более 7), а также то, что незначительное изменение одного из них может расстро-

ить работу машины, приводит к тому, что в процессе эксплуатации во многих случаях эти машины применяют неэффективно, а то и вовсе их исключают из технологической линии [10].

Предназначение пневмосортировальных столов – вторичная очистка семян, их сепарация семян по плотности и фрикционно-аэродинамическим свойствам. В практике семеноводства овощных и пряно-ароматических культур этот сепаратор используют для удаления частичек стеблей, листьев и цветоножек, а также невыполненных семян из вороха семян большинства культур после первичной и вторичной очистки; выделения трудноотделимых семян сорных растений, в частности, повилки, амброзии, щирицы из вороха семян столовой моркови, базилика, кориандра, редиса, редьки; для выделения из кондиционных семян наиболее высококачественных для использования в интенсивных технологиях с однозерновым высевом семян.

Сегодня для очистки семян пневмосортировальные столы предлагают как отечественные (Воронежсельмаш), так и зарубежные фирмы (OCRIM, CIMBRIA, KAMAS). В большинстве известных пневмосортировальные столы высокопроизводительны, рассчитаны для обработки семян многотоннажных культур (зерновые, сахарная свекла и т.д.). Применительно к условиям сепарации семян овощных и пряно-ароматических культур – большое количество сортов с небольшим объемом производства – определенным интерес представляют машины, используемые в селекции и первичном семеноводстве – это пневматический сортировальный стол ПСС-1 и лабораторные пневматические сепараторы LA-K и фирмы Westrup (Дания) и фирмы Kamax (Швеция). Эти машины работают по одинаковой технологической схеме. Как видно из **табли-**



Пневмосортировальный стол ПСС-1: а-общий вид; б-разделительный козырек с подвижными заслонками

**цы 1**, импортные образцы выполнены более легкими, имеют в три раза меньшую сепарирующую площадь поверхности деки.

Цель исследований – получение семян овощных и бахчевых культур с чистотой не менее 99,0%, необходимых для стабильной работы высевочных аппаратов точного высева.

В опыте изучали возможность подготовки семян с использованием пневмосортировального стола ПСС-1, изготовленного на Воронежском ОАО ГСКБ «Зерноочистка». Опыты проводили сотрудники ФГБНУ ФНЦО в цеху доработки семян компании «Поиск».

#### Условия, материалы и методы исследований

Первоначально ворох семян очищали от крупного и мелкого сора на ветрорешетной машине СМ-0,15, в результате были получены выровненные по размеру семена, пригодные для точного высева. Затем, после очистки, семена подвергали сортировке по плотности на ПСС-1.

Семенной ворох после очистки на ветрорешетной машине СМ-0,15 принимался за контроль. После очистки, чистоту семян определяли в соответствии с методикой, изложенной в нормативном документе межгосударственном стандарте ГОСТ 12037–81 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян».

Всхожесть определяли по регламенту, изложенному в действующем нормативном документе, межгосударственном стандарте ГОСТ 12038–84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».

Качество получаемых после вторичной очистки семян на пневмосортировальном столе оценивали по пяти фракциям, которые соответствуют пяти выходам из приемника пневмосортировального стола. Для оценки качества получаемых семян в процессе очистки использовали нормативы межгосударственного стандарта ГОСТ 32592–2013 «Семена

Таблица 1. Технические характеристики пневмосортировальных столов

Показатель, размерность	Сепаратор		
	ПСС-1	LA-K фирмы Kamax (Швеция)	LA-K фирмы Westrup (Дания)
Установленная мощность, кВт	0,8	0,45	0,5
Вместимость бункера, л	50*	5	5
Частота колебаний деки в минуту	300–500	0–500	250–500
Амплитуда колебаний деки, мм	3–5	5, 7, 9, 11	3
Угол наклона деки, град.	0–9	0–10	0–10
Площадь деки, м <sup>2</sup>	1,515	0,52	0,52
Габаритные размеры, мм	2140×1140×1900**	1080×700×1540	1080×710×1520
Масса, кг	540	140	145

\*Бункер устанавливается автономно, подача семян регулируется вибропитателем

\*\* Высота с учетом автономного вибропитателя с бункером на 50 л

Таблица 2. Чистота семян при обработке на ПСС–1 (2020–2021 годы)

Культура, сорт	Чистота по ГОСТ 32592–2013, %, не менее	Чистота семян по выходам, %					
		исходные (контроль, после очистки на СМ-0,15)	1	2	3	4	5
Морковь, Роял Форто	90	96,7	88,0	98,8	99,2	99,5	99,1
Свекла столовая, Бикорес	94	98,5	94,5	98,7	99,4	99,5	98,8
Редис, Кармен	92	97,2	95,1	98,4	99,5	99,6	99,1
Укроп, Русич	85	98,5	90,7	98,1	99,6	99,4	99,5

овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортные и посевные качества. Общие технические условия».

**Результаты исследований**

В конструкциях как импортных, так и отечественных пневмосортировальных столов предусмотрена возможность плавного оперативного (в процессе работы машины) изменения режимов подачи семян, частоты вибрации деки и скорости воздушного потока.

Основное отличие ПСС–1 от импортных аналогов – отдельный автономный питатель с большим объемным бункером для семян на 50 л. Большая площадь деки делает ПСС – 1 более производительной и технологичной машиной вторичной очистки. Дополнительное преимущество отечественного пневмосортировального стола – возможность быстрого изменения заслонки приемника, что позволяет скорректировать очистку семян и снизить попадание качественных семян в отход (рис.).

В процессе работы машины обрабатываемый семенной ворох через загрузочный бункер-питатель подается на ситовую поверхность деки, продуваемую потоками воздуха и совершающую колебательное движение деки, которая находится под углами (поперечным и продольным) к горизонтальной поверхности. При этом на обрабатываемые семена воздействуют силы потока воздуха, сила удара при столкновении с декой от ее колебаний и сила тяжести семян. В результате семенной ворох на поверхности деки переходит в псевдожизненное состояние и за счет на-

правленных воздействий поверхности деки, углов наклона поперечного и продольного, разделяет семена на однородные по плотности потоки.

При обработке выделяются и направляются в приемники пять фракций семян, условно легкие примеси, промежуточная фракция, две основных фракции очищенного материала и тяжелые примеси, в том числе минеральные частицы (камни, песчинки, которые имеют одинаковый размер с семенами, но значительно их тяжелее).

Требования к основной функции машины (повышению чистоты семян): в процессе вторичной обработки должна обеспечиваться чистота на уровне, не ниже требований ГОСТа 32592–2013, при этом потери в отходах полноценных семян должны быть не более 15% от исходных. В зависимости от назначения семян при очистке может быть увеличена доля полноценных семян в отходе.

В процессе работы пневмосортировального стола ПСС–1 семенной поток разделяется на пять фракций. В первый приемник попадают легкие примеси и легкие семена, в результате семена по чистоте ниже, чем исходные. Максимальные показатели увеличения чистоты получены в третьем и четвертом приемниках (табл. 2).

Однако настройка оптимальных параметров работы пневмосортировальных столов, способствует отделению не только примесей, которые схожи по размеру с основной культурой, но и отделению легких, невыполненных семян. Это способствует увеличению всхожести семян. После обработки на пневмосортировальном столе всхожесть семян менялась

по фракциям по отношению к исходному образцу. В результате обработки легкие, невыполненные семена отрицательно повлияли на всхожесть семян с первого приемника пневмосортировального стола по отношению к исходному образцу.

Выход семян из четвертого приемника имел всхожесть выше исходного образца на 8% у семян моркови и свеклы, на 11% у семян укропа, на 5% у семян редиса. Однако чем выше исходная всхожесть, тем меньше поднимается она от обработки семян на пневмосортировальном столе.

Разница по фракциям между третьим и четвертым приемником по всхожести семян друг от друга составляла от 1% до 3%. Зачастую в процессе очистки на пневмосортировальном столе семена, получаемые с третьего и четвертого приемника, смешиваются.

В конструкции ПСС–1 предусмотрена возможность изменения: угла поперечного наклона деки от 0° до 8°, угла продольного наклона деки от 0° до 9°, частоты колебаний деки от 300 до 500 кол/мин., и амплитуды – позиционно – 3 и 5 мм.

Для удобства разделения потока семян на отдельные ручьи при сходе с деки семена попадают на разделительный козырек (рис.). В приемнике с помощью разделительных заслонок можно скорректировать сход потока семян по фракциям.

Снабженный автономным вибропитателем с объемным бункером на 50 л, обеспечивает высокую равномерность подачи семенного материала различного состава, позволяющим снизить затраты на обслуживание машины. ПСС-1 испытывали на

Таблица 3. Лабораторная всхожесть семян при обработке на ПСС–1 (2020–2021 годы)

Культура, сорт	Чистота по ГОСТ 32592–2013, %, не менее	Чистота семян по выходам, %					
		исходные (контроль, после очистки на СМ-0,15)	1	2	3	4	5
Морковь, Роял Форто	55	85	76	80	92	93	85
Свекла столовая, Бикорес	60	82	76	84	88	90	87
Редис, Кармен	65	93	85	93	96	97	94
Укроп, Русич	40	70	63	75	79	81	74

вторичной обработке семян моркови и столовой свеклы, редиса и укропа имел высокие показатели качества работы (табл. 2, 3).

#### Выводы

В требованиях, предъявляемых к семенному материалу, необходимо добиться чистоты семян не ниже 85-99,0%. Достичь такого показателя при использовании ветрорешетных машин не представляется возможным и возникает необходимость во вторичной очистке семенного вороха на пневмосортировальном столе ПСС-1.

В результате использования пневмосортировального стола ПСС-1 создается возможность получения высококачественных семян с чистотой не менее 99,0%.

В процессе разделения семян на фракции по плотности происходит удаление легковесных, не дозревших семян, из семенного вороха. Такие семена имеют одинаковый размер, с семенами основной фракции семян, и практически не отделяются ветрорешетными машинами очистки. При очистке на пневмо-

сортировальном столе легковесные примеси и легковесные семена легко можно отделить от основной фракции семян. В результате отделения легковесной примеси и легковесных семян в первой фракции происходит снижение чистоты и всхожести семян по отношению к контролю. При этом в основных третьей и четвертой фракциях всхожесть поднимается на 5-11% по отношению к контролю.

#### Библиографический список

1. Доработка семян перца сладкого на пневмосортировальном столе / А.В. Янченко, А.М. Меньших, М.И. Азопков, В.С. Голубович // Картофель и овощи. 2020. №3. С. 28-30. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.16.90.004>
2. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds. A.M. Giyeveskiy, V.I. Orobinsky, A.P. Tarasenko, A.V. Chernyshov, D.O. Kurilov. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2018. Pp. 327.
3. Research of a diametrical fan with suction channel. V.E. Saitov, V.G. Farafonov, R.G. Gataullin, A.V. Saitov, IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2018. 457 p.
4. Specifying Two-Phase Flow in Modeling Pneumatic Systems Performance of Farm Machines. S. Mudarisov, E. Khasanov, Z. Rakhimov, I. Gabitov, I. Badretdinov, I. Farchutdinov, F. Gallyamov, M. Davletshin, R. Aipov, R. J. Jarullin. Mech. Eng. Res. Dev. 2017. 40. Pp. 706-715.
5. Data-driven modelling of milling and sieving operations in wheat milling process. Dal-Pastro E., P. Facco, E. Bezzo, E. Zamprognia, M. Barolo. Food Bioprod. Process. 2016. 99. Pp. 99-108.
6. Gregg, B.R.; Billups, G.L. Seed Conditioning, Vol. 2: Technology; Taylor and Francis: New York, NY, USA, 2010. <https://doi.org/10.1201/b10312>
7. Saitov, V.E.; Kurbanov, R.F.; Suvorov, A.N. Assessing the Adequacy of Mathematical Models of Light Impurity Fractionation in Sedimentary Chambers of Grain Cleaning Machines. Procedia Eng. 2016, 150. Pp. 107-110.
8. Development of rapeseed cleaning loss monitoring system and experiments in a combine harvester. L. Xu, C. Wei, Z. Liang, X. Chai, Y. Li, Q. Liu. Biosyst. Eng. 2019. 178. Pp. 118-130.
9. Stepanenko S. Research pneumatic gravity separation grain materials. Mech. Agric. Conserv. Resour. 2017. 63. Pp. 54-56.
10. Дринча В.М., Ценч Ю.С. Основы и перспективы развития технологий послеуборочной обработки зерна и подготовки семян // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. №14(4). С. 17-25.

#### Об авторах

Янченко Алексей Владимирович, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций. E-mail: [laboratoria2008@yandex.ru](mailto:laboratoria2008@yandex.ru)

Меньших Александр Михайлович, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций. E-mail: [soulsunnet@gmail.com](mailto:soulsunnet@gmail.com)

Азопков Максим Игоревич, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций. E-mail: [max.az62@yandex.ru](mailto:max.az62@yandex.ru)

Голубович Виктор Сергеевич, канд. с.-х. наук, с.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций. E-mail: [ded44@yandex.ru](mailto:ded44@yandex.ru)

Федосов Александр Юрьевич, н.с. отдела промышленных технологий и инноваций. E-mail: [ffed@rambler.ru](mailto:ffed@rambler.ru)  
ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО

#### References

1. Refinement of sweet pepper seeds on a pneumatic sorting table. A.V. Yanchenko, A.M. Menshih, M.I. Azopkov, V.S. Golubovich. Potato and vegetables. 2020. No3. Pp. 28-30. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.16.90.004> (In Russ.).
2. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds. A.M. Giyeveskiy, V.I. Orobinsky, A.P. Tarasenko, A.V. Chernyshov, D.O. Kurilov. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2018. Pp. 327.
3. Research of a diametrical fan with suction channel. V.E. Saitov, V.G. Farafonov, R.G. Gataullin, A.V. Saitov, IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2018. 457 p.
4. Specifying Two-Phase Flow in Modeling Pneumatic Systems Performance of Farm Machines. S. Mudarisov, E. Khasanov, Z. Rakhimov, I. Gabitov, I. Badretdinov, I. Farchutdinov, F. Gallyamov, M. Davletshin, R. Aipov, R. J. Jarullin. Mech. Eng. Res. Dev. 2017. 40. Pp. 706-715.
5. Data-driven modelling of milling and sieving operations in wheat milling process. Dal-Pastro E., P. Facco, E. Bezzo, E. Zamprognia, M. Barolo. Food Bioprod. Process. 2016. 99. Pp. 99-108.
6. Gregg, B.R.; Billups, G.L. Seed Conditioning, Vol. 2: Technology; Taylor and Francis: New York, NY, USA, 2010. <https://doi.org/10.1201/b10312>
7. Saitov, V.E.; Kurbanov, R.F.; Suvorov, A.N. Assessing the Adequacy of Mathematical Models of Light Impurity Fractionation in Sedimentary Chambers of Grain Cleaning Machines. Procedia Eng. 2016. 150. Pp. 107-110.
8. Development of rapeseed cleaning loss monitoring system and experiments in a combine harvester. L. Xu, C. Wei, Z. Liang, X. Chai, Y. Li, Q. Liu. Biosyst. Eng. 2019. 178. Pp. 118-130.
9. Stepanenko S. Research pneumatic gravity separation grain materials. Mech. Agric. Conserv. Resour. 2017. 63. Pp. 54-56.
10. Drincha V.M., Tsench Yu.S. Fundamentals and prospects for the development of technologies for post-harvest grain processing and seed preparation. Agricultural machinery and technologies. 2020. No14 (4). Pp. 17-25 (In Russ.).

#### Author details

Yanchenko A.V., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow, department of industrial technologies and innovations. E-mail: [laboratoria2008@yandex.ru](mailto:laboratoria2008@yandex.ru)

Menshih A.M., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow, department of industrial technologies and innovations. E-mail: [soulsunnet@gmail.com](mailto:soulsunnet@gmail.com)

Azopkov M.I., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow, department of industrial technologies and innovations. E-mail: [az62@yandex.ru](mailto:az62@yandex.ru)

Golubovich V.S., Cand. Sci. (Agr.), senior research fellow, department of industrial technologies and innovations. E-mail: [ded44@yandex.ru](mailto:ded44@yandex.ru)

Fedosov A.Yu., research fellow, department of industrial technologies and innovations. E-mail: [ffed@rambler.ru](mailto:ffed@rambler.ru)  
ARRIVG – branch of FSBSI FSVC