

УДК 631.362.32

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ РЕШЕТНОЙ ОЧИСТКИ ЛАБОРАТОРНОГО СЕПАРАТОРА

Ревенко Валерий Юрьевич
к.т.н., вед. научн. сотрудник
РИНЦ SPIN-код 6608-9963
skskniish@rambler.ru

Петухов Дмитрий Анатольевич
к.т.н., вед. научн. сотрудник
РИНЦ SPIN-код 2838-7458
dmitripet@mail.ru

*Новокубанский филиал ФГБНУ
«Росинформагротех» (КубНИИТиМ),
Новокубанск, Краснодарский край, Россия*

Представлены основные кинематические и конструктивные параметры решетных станков наиболее распространенных образцов зерноочистительной техники, эксплуатируемой в Российской Федерации. Полученные результаты проанализированы с использованием методов математической статистики. Выявлено, что малогабаритные лабораторные воздушно-решетные сепараторы имеют примерно те же значения трех основных конструктивно-кинематических параметров (угол наклона решет, амплитуда и частота колебаний решётного стана), что и их высокопроизводительные аналоги общего назначения. Таким образом, с большой долей вероятности можно констатировать, что наиболее оптимальными параметрами малогабаритной зерноочистительной техники, используемой в селекции и семеноводстве являются следующие: амплитуда колебаний решётного стана – 8-9 мм, угол наклона решет – 7-8°, плавно регулируемая частота колебаний решет от 0 до 470 мин⁻¹

Ключевые слова: ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, СЕЛЕКЦИОННЫЙ СЕПАРАТОР, РЕШЕТНЫЙ СТАН, УГОЛ НАКЛОНА, АМПЛИТУДА, ЧАСТОТА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-209-033>

UDC 631.362.32

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

TO SUBSTANTIATE THE PARAMETERS OF THE SIEVE CLEANING OF A LABORATORY SEPARATOR

Revenko Valeriy Yurievich
Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
RSCI SPIN code 6608-9963
skskniish@rambler.ru

Petukhov Dmitry Anatolyevich
Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
RSCI SPIN code 2838-7458
dmitripet@mail.ru
*Novokubansk branch of F'SBSI "Rosinformagrotekh"
(KubNIITiM), Novokubansk, Krasnodar region, Russia*

The study presents the main kinematic and design parameters of sieve mills of the most common grain cleaning equipment models used in the Russian Federation. The obtained results are analyzed using mathematical statistics methods. It has been revealed that small-sized laboratory air-sieve separators have approximately the same values of the three main design and kinematic parameters (sieve tilt angle, sieve mill oscillation amplitude and frequency) as their high-performance general-purpose analogs. Thus, it can be stated with a high degree of probability that the most optimal parameters of small-sized grain cleaning equipment used in selection and seed production are the following: sieve mill oscillation amplitude – 8-9 mm, sieve tilt angle – 7-8°, smoothly adjustable sieve oscillation frequency from 0 to 470 min⁻¹

Keywords: GRAIN CLEANING EQUIPMENT, BREEDING SEPARATOR, SIEVE MILL, TILT ANGLE, AMPLITUDE, FREQUENCY

Введение. Процесс совершенствования технических средств для послеуборочной обработки семенного вороха с целью получения высококачественных семян, выдвигает новые требования к их конструкции

[1]. Основная задача селекционной зерноочистительной техники – снижение количества механических воздействий на семенную фракцию, так как травмирование семян при подработке ухудшает их посевные качества и, как следствие, снижает качество получаемого селекционного материала.

Подбор и обоснование рациональных размерных и кинематических параметров малогабаритных селекционных семяочистительных машин является сложной и неоднозначной задачей. Компактные габариты данного вида оборудования накладывают свои ограничения на величину площади сепарации решетных станов. Семенной ворох проходит вдоль решета за несколько секунд, при этом процесс его фракционирования не всегда успевает завершиться [2].

Кроме того, разнообразие видов семян, отличающихся размерами, формой, весом, скоростью витания и др. характеристиками существенно снижает возможности использования универсальных математических методов моделирования процесса сепарации семенного вороха на решетках. Тем не менее, зерноочистительные машины выпускаются уже не одно столетие и производителями наработана определенная практика по обоснованию конструктивных и кинематических параметров решетных станов данного вида техники. Каждый из серийных образцов имеет определенный угол наклона решет, амплитуду и частоту колебаний решетного стана [3]. При этом, площадь решет варьирует в широчайших пределах, в зависимости от требуемой производительности и размерного ряда зерноочистительных машин.

Цель данного исследования заключается в обосновании основных параметров решетного стана лабораторного сепаратора для совершенствования технологии очистки семенного вороха и повышения её эффективности.

Материалы и методы. В соответствии с поставленной целью были

отобраны и проанализированы основные конструктивные и кинематические параметры существующих зерноочистительных машин и определены наиболее приемлемые значения угла наклона решет, а также амплитуды и частоты их колебаний для малогабаритной селекционной техники с улучшенными технологическими показателями очистки и сепарации вороха.

Исследования выполнены на основе системного анализа информации, размещенной в открытом доступе, представленной производителями воздушно-решетных сепараторов, а также собственных данных, полученных по результатам измерений параметров селекционных сепараторов и новейших образцов зерноочистительных машин. На втором этапе, с использованием методов математической статистики, рассчитаны усредненные конструктивные и кинематические параметры решетных станов исследуемых образцов семяочистительного оборудования.

Результаты исследований и обсуждение.

На рисунке 1 и в таблицах 1-3 приведены основные характеристики решетных станов отечественных и зарубежных образцов зерно-семяочистительных машин: амплитуда колебаний решет, частота колебаний и угол наклона решет.

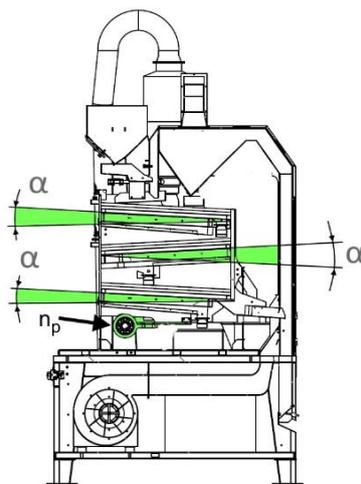


Рисунок 1 – Параметры решетного стана: A – амплитуда колебаний, n_p – частота вращения вала эксцентрика (частота колебаний решета), α – угол наклона решета

Именно эти показатели являются определяющими при разработке как крупногабаритных промышленных, так и лабораторных воздушно-решетных сепараторов. Поэтому в таблицах не приведены данные по площади решет, так как их размер будет определяться заданной производительностью и размерным рядом конкретного образца зерноочистительного оборудования.

Таблица 1 – Характеристики решетных станов зерно-семяочистительных машин общего назначения

Марка машины	Амплитуда колебаний решет, мм	Частота колебаний решет, мин ⁻¹	Угол наклона решета, °
<i>Машины предварительной очистки</i>			
МПР-50С	10	342	7
МПО-25Ф	7,5	н. д.	6
МПУ-70	15	329	8
ПОЗ-50	10	366	7
<i>Машины предварительной/первичной очистки</i>			
ЗАВ-10.30000	7,5	440	8
ЗВС-20А	7,5	420, 470	6
ОВС-25	7,5	460	8
ОВС-25С	7,5	490	8
ОКС-4	6,5	360-425	9
СВТ-40	17	300, 330	7
СВТ-30	17	300, 330	7
МЗП-50-1	8	780	9
К-527А10	15	340, 360	8 - верхних 8-12 - средних и нижних
ОМЕГА (Romax)	15	320	7,5 - верхнего 6 - среднего и нижнего
А1-БИС-100	9	360	8
А1-БЛС-12	11	360	8
А1-БМС-6	11	330-340	3
А1-БЛК	9	325	7
КСКЭ	6,5	170, 480	4 - верхнего 10 - нижнего
ОС-4А	7,5	360, 450	8
ОСМ-3У	7,5	350, 500	8

Таблица 2 – Характеристики решетных станов зерноочистительных машин предварительной/первичной/вторичной очистки

Марка машины	Амплитуда колебаний решет, мм	Частота колебаний решет, мин ⁻¹	Угол наклона решета, °
<i>Машины предварительной/первичной/вторичной очистки</i>			
5XZC-5BX	3,5-4,5	960	3,5
DOGMA-120	15	290-300	3 - верхнего 7 - нижнего
DOGMA-250	15	290-300	3 - верхнего 7 - нижнего
СВУ-5Б	7,5	417, 467	5
СМ-4	7,5	418	6
МВУ-1500	15	304	6
МВО-20	7,5	420	6
ОЗС-50/20/10	7,5	460, 516	6
ОЗФ-80/40/20	15	400	7
СВУ-60	15	340, 360	9
К-547А10	15	290, 320	4 - верхнего 6,5 - нижнего
ЗСК- 70	16	н. д.	8 - верхнего 8-12 - нижнего
ЗСМ-5	6	500	11
ЗСМ-10/20	5	500	11
ЗСП-10	5	500	11
<i>Воздушно-решетно-триерные зерноочистительные машины</i>			
МС-4,5	7,5	351, 414	6
МС-4,5С	7,5	351, 414	6
К-531А Гигант	16	420	5 - верхних 7 - нижних

Таблица 3 – Характеристики решетных станов воздушно-решетных лабораторных сепараторов

Марка машины	Амплитуда колебаний решет, мм	Частота колебаний решет, мин ⁻¹	Угол наклона решета, °
5XZC-L (Synmec)	15	0-400	9
СМ-0,15М	н. д.	0-470	6 - верхнее 12 - нижние
Cimbria Delta 101	10-15	260-320	5
Sample Cleaner MLN (Pfeuffer)	3	н. д.	5 - верхнее 10 - нижнее
Sample Cleaner SLN 3 (Pfeuffer)	3 - верхний стан 10 - нижний стан	н. д.	5 - верхние 3 - нижние

Следует отметить, что приведенное табличное деление техники по группам носит условный характер, так как, в зависимости от вида поступающего на очистку вороха сельскохозяйственных культур, степени его засоренности или влажности, машины предварительной или первичной очистки, можно использовать также и для вторичной очистки.

Проанализируем приведенные в таблицах 1-3 данные с использованием методов описательной статистики, которые помогут систематизировать результаты, а также наглядно представить результаты анализа в виде графиков.

На рисунках 2-4 представлены диаграммы, показывающие частоту появления значений исследуемых параметров зерноочистительных машин. Так, на рисунке 2 приведена гистограмма частотного распределения амплитуд колебаний решетных станов. Из диаграммы следует, что наиболее часто производимая в РФ и за рубежом сеяноочистительная техника имеет амплитуду колебаний решет от 6 до 8 мм или от 14 до 16 мм. Первый вариант встречается у 21-й машины, второй – у 19-ти.

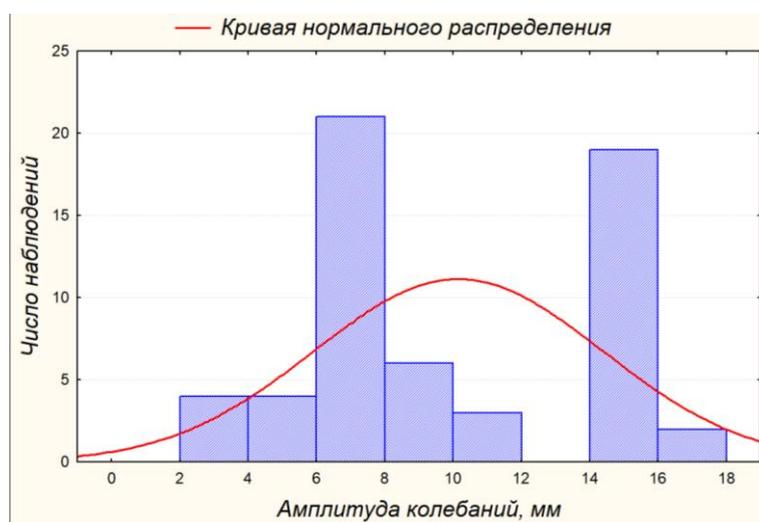


Рисунок 2 – Гистограмма распределения амплитуд колебаний решетных станов

На рисунке 3 показана гистограмма распределения значений частот колебаний решет исследуемых объектов. В данном случае, как и в

предыдущем, наблюдается два всплеска оцениваемого показателя: первый – в диапазоне 300-350 мин⁻¹, а второй в диапазоне 450-500 мин⁻¹.

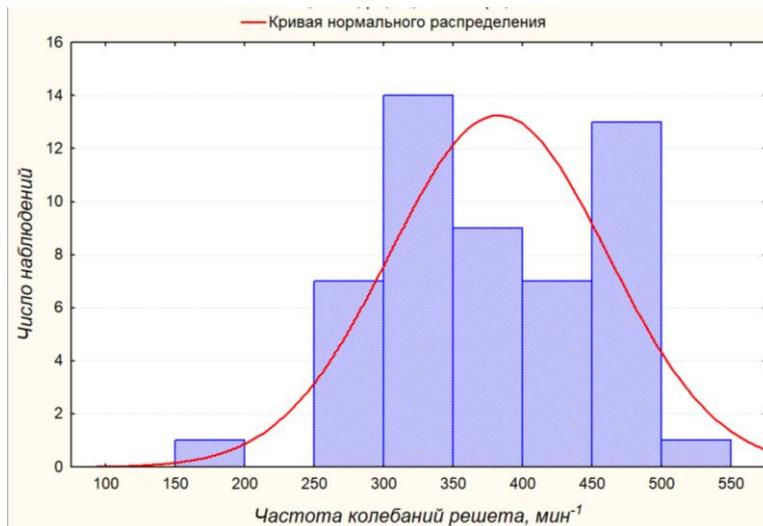


Рисунок 3 – Гистограмма распределения частот колебаний решет

На рисунке 4 приведены результаты распространенности различных углов наклона решет в конструкции воздушно-решетных зерноочистительных машин. Наиболее часто встречающееся значение данного показателя – от 6° до 8°. Следует отметить, что все диаграммы приведены с наложенными на них кривыми нормального распределения и только в последнем случае можно говорить о некотором приближении изменений значений исследуемого параметра к так называемой центральной тенденции.

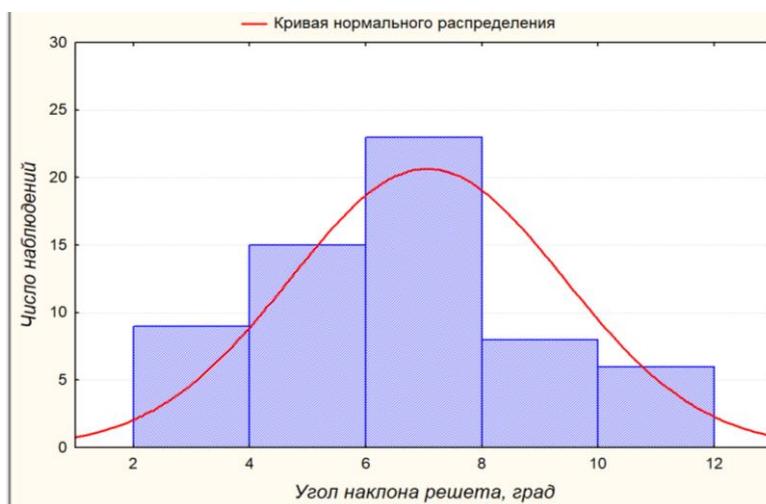


Рисунок 4 – Гистограмма распределения углов наклона решет

В результате проведенного статистического анализа конструктивных и кинематических параметров исследуемого ряда семяочистительных машин выявлено, что среднее значение амплитуды колебаний решетного стана, встречающееся в конструкциях серийных машин, составило 11,2 мм (доверительный интервал при 95 %-м уровне вероятности: 9,5-12,9 мм). Средняя частота колебаний решетного стана – $382,5 \text{ мин}^{-1}$ (доверительный интервал $360,7\text{-}404,2 \text{ мин}^{-1}$), средний угол наклона решет – $7,1^\circ$ (доверительный интервал $6,5\text{-}7,7^\circ$).

Полученный результат по двум последним позициям (частоте колебаний и углу наклона решетного стана) коррелирует с результатами многолетних исследований ВНИИМК по оценке оптимальных параметров воздушно-решетных сепараторов [4]. В соответствии с ними, зерноочистительная техника, используемая на обработке семян подсолнечника, должна обеспечивать следующие требования: угол наклона решет – $7\text{-}8^\circ$, частоту колебаний решет – в пределах $330\text{-}450 \text{ мин}^{-1}$, амплитуду колебаний решётного стана – 7,5 мм. Для лабораторных семяочистительных машин рекомендуемые размерно-кинематические параметры следующие: угол наклона решет – в пределах $7\text{-}9^\circ$, амплитуда колебаний – 4-7 мм, угол направления колебаний – $8\text{-}9^\circ$; частота колебаний – $300\text{-}700 \text{ мин}^{-1}$ [5].

Что касается лабораторных сепараторов, то по данным таблицы 3, среднее значение амплитуды колебаний решётного стана указанного вида техники составило 9,3 мм, угла наклона решет – $6,8^\circ$, частоты колебаний решет – от 0 до 470 мин^{-1} (у большинства образцов предусмотрено плавное изменение частоты вращения эксцентрика привода решет с помощью частотного преобразователя).

Таким образом, приведенные выше доводы свидетельствуют о том, что решетные станы лабораторных воздушно-решетных сепараторов имеют примерно те же значения основных конструктивно-кинематических

параметров, что и их крупногабаритные аналоги общего назначения, выпускаемые для получения товарной продукции растениеводства. Причем, эти параметры коррелируют с результатами исследований ВНИИМК по определению оптимальных характеристик решетных станков зерноочистительных машин.

Выводы.

С большой долей вероятности можно утверждать, что наиболее оптимальными параметрами решетных станков малогабаритной зерноочистительной техники, используемой в селекции и семеноводстве являются следующие: амплитуда колебаний решётного стана – 8-9 мм, угол наклона решет – 7-8°, частота колебаний решет – от 0 до 470 мин⁻¹. В этом случае очистка и фракционирование семенного вороха будут наиболее эффективными, несмотря на малые габариты лабораторных сепараторов.

Список литературы

1. Буклагин Д. С., Гольтяпин В. Я., Мишуrow Н. П., Ревенко В. Ю. Машины, оборудование и приборы для селекции и семеноводства масличных культур: каталог. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021 – 96 с.
2. Зерноочистительные машины : учеб. пособие к лаб. раб. / А. П. Ловчиков, Р. А. Салыхов, Н. А. Кузнецов. – Челябинск: ЧГАА, 2010. – 159 с.
3. Дринча В.М., Ценч Ю.С. Эволюция зерно- и семяочистительной техники в России // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2021. Т. 15. N1. С. 24-33. DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-1-24-33.
4. Бортников А. И., Шафоростов В. Д. Послеуборочная обработка семян подсолнечника // Механизация производства масличных культур (Сб. науч. тр.) – Краснодар, –1990, С. 31-37.
5. Ревенко, В. Ю. Селекционная малогабаритная семяочистительная машина / В. Ю. Ревенко, С. С. Фролов, А. Н. Ткаченко // Масличные культуры. – 2019. – № 2(178). – С. 81-88. DOI 10.25230/2412-608X-2019-2-178-81-88. – EDN OPCNIX.

References

1. Buklagin D. S., Golytshapin V. Ya., Mishurov N. P., Revenko V. Yu. Machines, equipment and devices for breeding and seed production of oilseeds: catalog. – M.: FGBNU «Rosinformagrotech», 2021 – 96 p.
2. Grain cleaning machines: textbook. manual for lab. work / A. P. Lovchikov, R. A. Salyakhov, N. A. Kuznetsov. – Chelyabinsk: ChGAA, 2010. – 159 p.
3. Drincha V. M., Tsench Yu. S. Evolution of grain and seed cleaning equipment in Russia // Agricultural machinery and technologies. 2021. Vol. 15. N1. P. 24-33. DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-1-24-33.
4. Bortnikov A. I., Shaforostov V. D. Post-harvest processing of sunflower seeds //

Mechanization of oilseed crop production (Collection of scientific papers) – Krasnodar, – 1990, pp. 31-37.

5. Revenko, V. Yu. Small-sized breeding seed cleaning machine / V. Yu. Revenko, S. S. Frolov, A. N. Tkachenko // Oilseed crops. – 2019. – No. 2 (178). – P. 81-88. DOI 10.25230/2412-608X-2019-2-178-81-88. – EDN OPCNIX.