

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## AGRO-ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Научная статья

УДК 631.362.34

EDN UMZRZM

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-2-105-114>

## Очистка семенного зерна ячменя от семян сорных растений

Андрей Александрович Абидуев<sup>1</sup>, Варвара Семеновна Трофимова<sup>2</sup>,  
Альберт Юрьевич Тогмидон<sup>3</sup>, Евгений Владимирович Тушкаев<sup>4</sup>,  
Александр Андреевич Абидуев<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова  
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия

<sup>5</sup> Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления  
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия

<sup>1, 2, 3, 4</sup> [bgsha@bgsha.ru](mailto:bgsha@bgsha.ru)

**Аннотация.** Установлено, что в Республике Бурятия актуальным является совершенствование процесса очистки семенного материала ячменя ввиду неудовлетворительного его качества из-за наличия выше допустимых норм семян других культурных и сорных растений (пшеница, овес, рожь, овсюг, татарская гречиха). Доказано, что имеющиеся технические средства и способы очистки зерна не позволяют в достаточной мере отделить от обрабатываемого материала указанные примеси. При этом к наиболее трудноотделимым примесям семенного зерна ячменя из семян сорных растений относится овсюг. Мелкие зерновки указанной примеси отсеиваются из зерна в аспирационном канале и на подсевном решете зерноочистительной машины с отверстиями шириной 2,4–2,6 мм. Крупные зерновки овсюга отделяются из зерна как длинные примеси при пропуске его через зерноочистительную машину с цилиндрическим рабочим органом с ячейками 11,2 мм при положении приемной кромки желоба под углом 55–60 град. к горизонтальному диаметру цилиндра. Установлено, что при обработке семенного зерна на воздушно-решетной машине и зерноочистительной машине с указанным ячеистым цилиндром полнота отделения овсюга в долях единицы составляет 0,81–0,97 и обеспечивается достаточно высокий выход семян (61,2–81,3 %). Сделано заключение, что обработка семенного зерна ячменя по предлагаемой схеме позволит получить полноценные семена.

**Ключевые слова:** семена, трудноотделимая примесь, очистка, подсевное решето, ячеистый цилиндр

**Для цитирования:** Абидуев А. А., Трофимова В. С., Тогмидон А. Ю., Тушкаев Е. В., Абидуев А. А. Очистка семенного зерна ячменя от семян сорных растений // Дальневосточный аграрный вестник. 2025. Том 19. № 2. С. 105–114. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-2-105-114>.

Original article

## Cleaning of barley grain from weed seeds

Andrey A. Abiduev<sup>1</sup>, Varvara S. Trofimova<sup>2</sup>, Albert Yu. Togmidon<sup>3</sup>,  
Evgeny V. Tushkaev<sup>4</sup>, Alexander A. Abiduev<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov  
Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russian Federation

<sup>5</sup> East Siberian State University of Technology and Management

Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russian Federation

<sup>1, 2, 3, 4</sup> [bgsha@bgsha.ru](mailto:bgsha@bgsha.ru)

**Abstract.** In the Republic of Buryatia, it is relevant to improve the process of barley grain material cleaning due to its unsatisfactory quality. Contamination with other crop and weed seeds (wheat, oats, rye, wild oats, Tatar buckwheat) is above acceptable levels. It has been confirmed that the available technical means and methods for grain cleaning are not effective enough to separate these impurities from the processed material. The most hard-separable impurity of barley grain among weed seeds is wild oats. It has been proven that small seeds of this contaminant are sifted out of the grain on the undersowing sieve of the grain cleaning machine with openings 2.4–2.6 mm wide. Large seeds of wild oats are separated from the grain as long impurities when it is passed through a grain cleaning machine with a cylindrical working element with 11.2 mm cells with the position of the receiving edge of the chute at an angle of 55–60° to the horizontal diameter of the cylinder. It has been established that when processing seed grain on an air-sieve machine and a grain cleaning machine with a cellular cylinder, the completeness of the separation of wild oats is 0.81–0.97 and a sufficiently high seed yield is ensured (61.2–81.3%). Processing barley grain according to the proposed scheme allows obtaining high-quality seeds.

**Keywords:** seeds, hard-separable impurity, cleaning, undersowing sieve, honeycomb cylinder

**For citation:** Abiduev A. A., Trofimova V. S., Togmidon A. Yu., Tushkaev E. V., Abiduev A. A. Cleaning of barley grain from weed seeds. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2025;19;2:105–114. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-19-2-105-114>.

**Введение.** Семенной материал в хозяйствах имеет неудовлетворительное качество преимущественно по степени засоренности, в частности по содержанию семян сорных растений (овсюга, татарской гречихи). Так, по данным Россельхозцентра, около 40 % семенного материала является некондиционным по содержанию указанных примесей.

Очистка семенного зерна ячменя от овсюга недостаточно изучена. Имеющиеся технические средства (зерноочистительные агрегаты и комплексы, передвижные машины для предварительной очистки зерна ОВС-25, семяочистительные машины СМ-4), а также методы и способы очистки зерна от семян сорных растений [1–5] в условиях исследуемого региона слабо эффективны.

К семенному материалу ячменя предъявляются высокие требования по содержанию семян других культурных растений и сорняков. Нужно отметить, что посевные качества семян регламентированы ГОСТ Р 52325–2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие технические условия». Так, в семенах категории «репродукционные» и «репродукционные для производства товарной продукции» содер-

жание семян сорных растений допускается не более 20 и 70 шт./кг соответственно.

**Целью представленных исследований** явилось повышение эффективности очистки семенного зерна ячменя от семян сорных растений.

**Материал и методы исследований.** Засоренность свежесобранного зерна определяли согласно требований стандартов: ГОСТ 12036–85 «Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб», ГОСТ 12037–81 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян».

При этом общая засоренность свежесобранного зерна ячменя в СПК «Твороговский» Кабанского района достигала 15,7 %, из них сорной примесью – 5,2 %; зерновой – 10,5 %. Содержание в зерне трудноотделимых примесей семян пшеницы и овса составляло 686 и 497 шт./кг соответственно; овсюга и татарской гречихи – 294 и 242 шт./кг соответственно.

Анализ засоренности свежесобранного зерна трудноотделимыми примесями и требований к допустимому содержанию их в семенном материале говорит о необходимости обеспечения высокого качества очистки семенного зерна.

Поперечный размер частиц семенного зерна устанавливался путем просеивания на наборе лабораторных решет. Наибольший их размер (длина) определялся непосредственным измерением. Аэродинамические свойства определялись по лабораторному пневмокласификатору ВСЗ фирмы «Grainlab». Навеска исходной смеси делится на 4–5 частей и производится разделение их на фракции по скорости витания на данной установке. Скорость воздушного потока в его канале изменяется с шагом 0,5 м/с и устанавливается с помощью микроманометра ММН-240. Фракции семян, выделенных из разных частей навески исходной смеси воздушным потоком с одной и той же скоростью, объединяются. Для обработки полученных параметров компонентов зерна использовался статистический метод [6, 7].

Зерновки продолговатой формы выпадают из ячеек цилиндрического рабочего органа опрокидыванием вокруг своей нижней опоры. Указанный процесс описан нами в работе [8] посредством законов теоретической механики [9].

Дифференциальное уравнение движения продолговатой зерновки в ячейке вращающегося цилиндра имеет вид:

$$\frac{d^2\gamma}{dt^2} = \frac{3g}{4l_{\text{ц}}} [\sin(\alpha + \gamma) + K \cos \gamma - M] \quad (1)$$

где  $\gamma$  – угол наклона зерновки ко дну ячейки, град.;

$g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$l_{\text{ц}}$  – расстояние от оси вращения цилиндра до центра массы частицы, м;

$\alpha$  – угол наклона радиуса цилиндра, проходящего через центр тяжести зерновки, град.;

$K$  – кинематический режим вращающегося цилиндра;

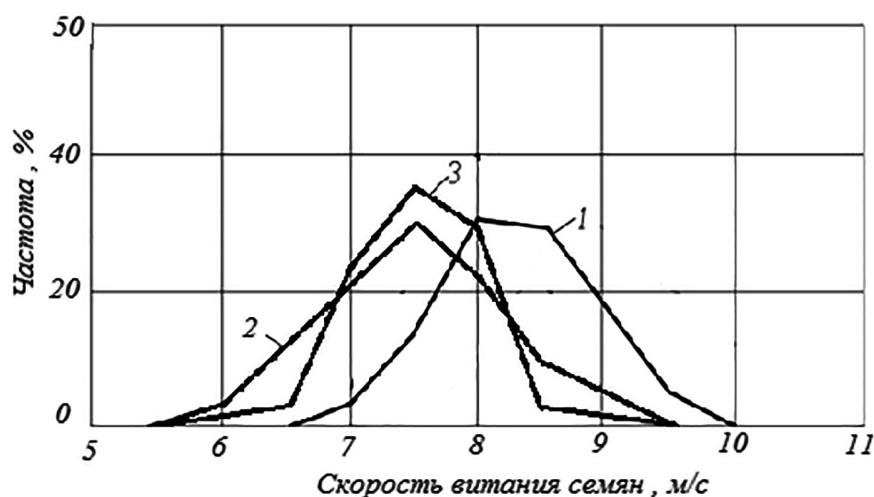
$M$  – момент сопротивления движению (качению) зерновки относительно своей нижней точки опоры.

Дифференциальное уравнение (1) было решено численным методом [10].

Исследованием процесса движения длинных и коротких зерен в ячейках цилиндров определены углы их выпадения из ячеек и траектории их свободного полета – положения приемных кромок желобов для улавливания последних.

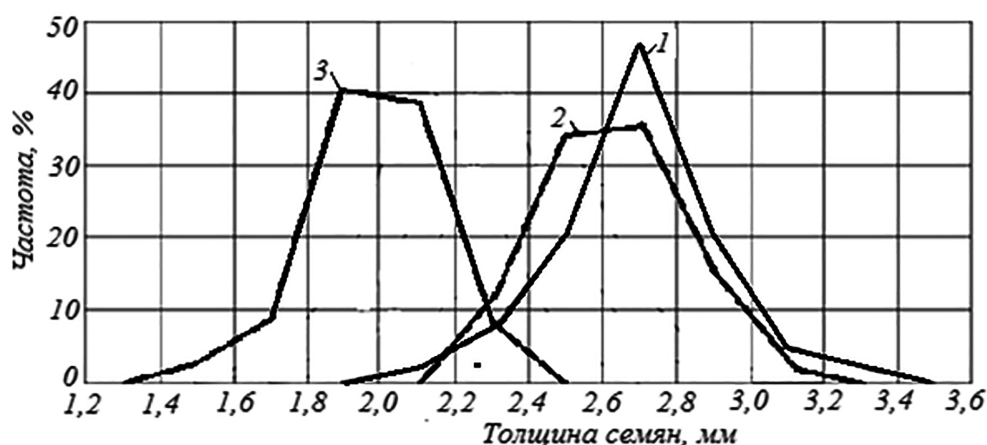
**Результаты исследований и их обсуждение.** Аэродинамические свойства, поперечный размер (толщина) и наибольший размер (длина) частиц зерна приведены на рисунках 1, 2 и 3.

Часть легких (мелких) семян указанных сорных растений (24–48 %) могут быть выделены из обрабатываемого материала при пропуске его через аспирационный канал семяочистительной машины со скоростью воздушного потока 7,0–7,5 м/с



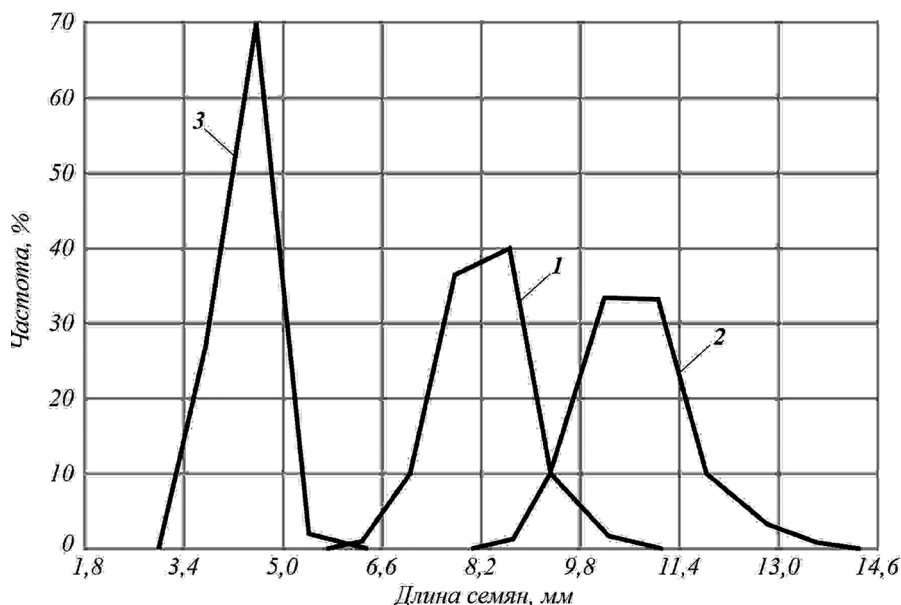
1 – ячмень; 2 – татарская гречиха; 3 – овсюг  
1 – barley; 2 – Tatar buckwheat; 3 – wild oats

**Рисунок 1 – Аэродинамические свойства семян ячменя**  
**Figure 1 – Aerodynamic properties of seeds and weeds**



1 – ячмень; 2 – татарская гречиха; 3 – овсюг  
 1 – barley; 2 – Tatar buckwheat; 3 – wild oats

**Рисунок 2 – Поперечный размер семян ячменя и сорных примесей**  
**Figure 2 – Transverse size of seeds and weeds**



1 – ячмень; 2 – овсюг; 3 – татарская гречиха  
 1 – barley; 2 – wild oats; 3 – Tatar buckwheat

**Рисунок 3 – Наибольший размер семян ячменя и сорных примесей**  
**Figure 3 – The largest size of seeds and weeds**

(рис. 1). Толщина семян ячменя изменяется от 2,0 до 3,4 мм; татарской гречихи – от 2,2 до 3,2 мм; овсюга – от 1,4 до 2,4 мм. Длина семян ячменя варьирует от 6,6 до 10,0 мм; татарской гречихи – от 3,4 до 5,6 мм, что говорит о возможности отделения данной примеси от зерна в ячеистом цилиндре с определенными параметрами.

При разделении зерна по толщине 2,4 и 2,6 мм из него могут быть выделе-

ны значительная часть овсюга и 22–48 % семян татарской гречихи (рис. 2). При разделении зерна по максимальной длине семян ячменя из него могут быть выделены оставшиеся крупные семена овсюга как длинные примеси в ячеистом цилиндре с определенным размером ячеек (рис. 3).

Важное значение при разделении компонентов зерна по длине, наряду с размером ячеек, имеет положение приемной

кромки желоба цилиндра для улавливания коротких зерен, которое зависит от угла выпадения длинных и коротких зерновок из его ячеек. Значение угла, при котором зерновка теряет контакт с ячейкой вращающегося цилиндра (начало свободного полета частицы в цилиндре), может быть определено как сумма углов начала выпадения частицы из ячейки и поворота рабочего органа за время движения зерновки в ней. Для определения угла начала выпадения зерновки из ячейки предлагается номограмма, представленная на рисунке 4.

В правом квадранте номограммы определяется кинематический режим вращающегося цилиндра ( $K$ ) в зависимости от частоты его вращения ( $n$ ); в левом – значение угла начала выпадения зерновки из ячейки ( $\alpha_{\text{нв}}$ ) (условие равновесия зерновки в ячейке) в зависимости от кинематического режима цилиндра и угла наклона зерновки ( $\gamma_0$ ) в период покоя.

На номограмме стрелками показан пример определения условия равновесия зерновки в ячейке ( $\alpha_{\text{нв}}$ ) при рекомендуемой скорости вращения ячеистого цилиндра 45 об/мин (кинематический режим  $K=0,68$ ) и первоначальном положении частицы в ячейке к дну ячейки под углом, составляющим 20 град. В данном случае условие равновесия зерновки в ячейке вращающегося цилиндра ( $\alpha_{\text{нв}}$ ) соответствует значению 20 град. (рис. 4).

Для определения продолжительности движения продолговатой зерновки в ячейке вращающегося цилиндра ( $t$ ) и значения угла поворота рабочего органа за этот промежуток времени ( $\alpha_r$ ) предлагается номограмма (рис. 5).

В правом квадранте номограммы определяется время движения зерновки в ячейке ( $t$ ) в зависимости от длины частицы ( $l$ ); в левом – значение угла поворота цилиндра ( $\alpha_r$ ) за это время в зависимости от частоты вращения рабочего органа ( $n$ ).

На номограмме стрелками показан пример определения продолжительности опрокидывания продолговатой зерновки длиной 8,0 мм из ячейки вращающегося цилиндра и угла поворота цилиндра за этот период времени при частоте его вращения 45 об/мин. При этом время движения зерновки в ячейке составляет 0,089 с, а угол поворота цилиндра за этот промежуток времени – 24 град. (рис. 5). Тогда угол начала свободного полета зерновки в цилиндре (угол выпадения зерновки из ячейки), состоящий из суммы углов начала выпадения частицы из ячейки ( $\alpha_{\text{нв}}$ ) (соответствует 20 град.) и поворота цилиндра за время движения ее в ячейке ( $\alpha_r$ ) (равен 24 град.), достигает 44 град.

С целью выбора размера ячеек цилиндрического рабочего органа зерноочистительной машины нами расчетным путем были установлены условия начала

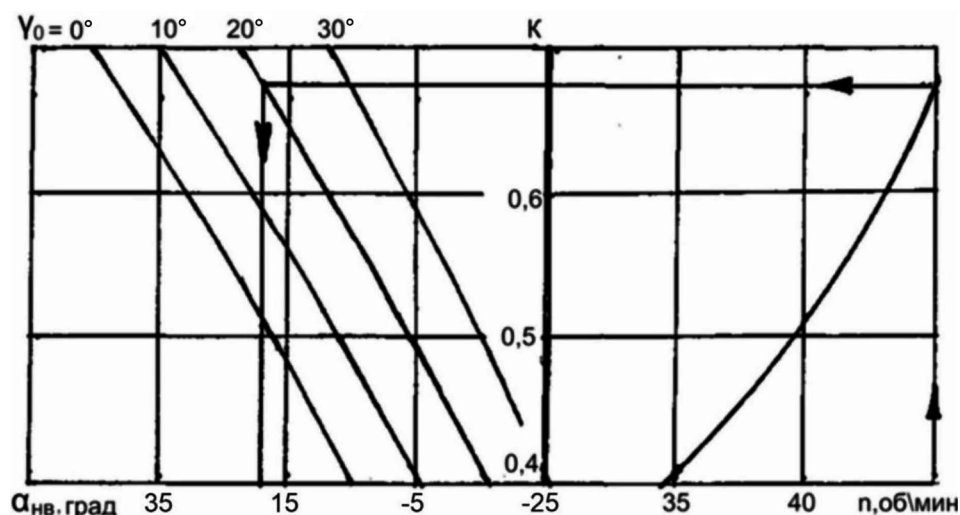
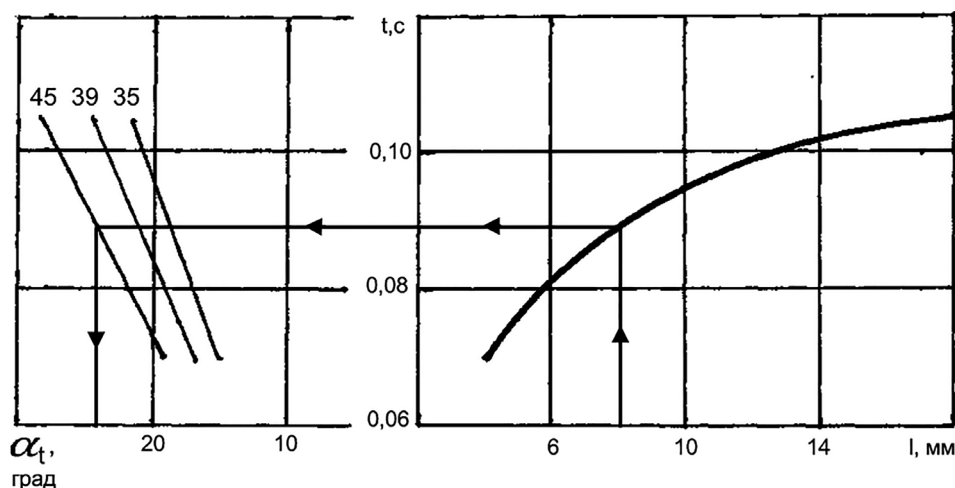


Рисунок 4 – Номограмма для определения условия равновесия продолговатой зерновки в ячейке вращающегося цилиндра

Figure 4 – Nomogram for determining equilibrium conditions oblong grain in the cell of a rotating cylinder

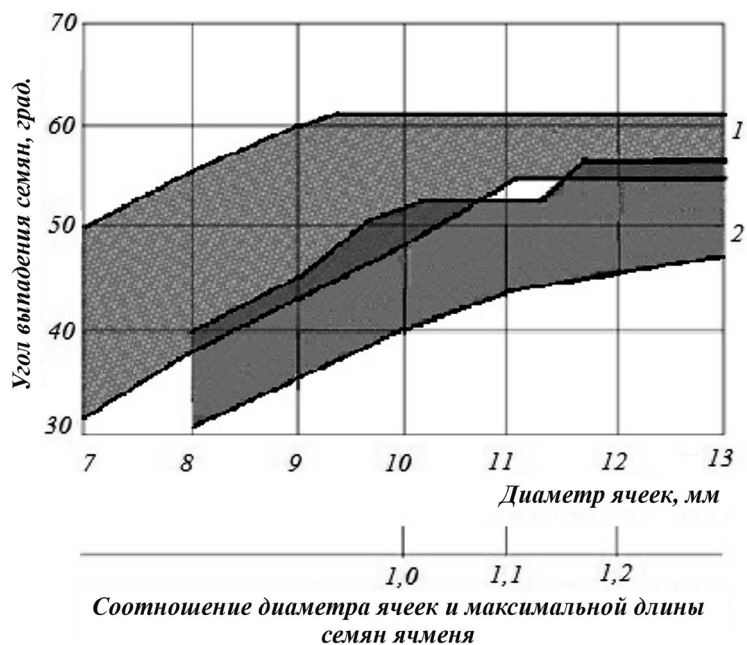


**Рисунок 5 – Номограмма для определения параметров движения продолговатой зерновки в ячейке вращающегося цилиндра**

**Figure 5 – Nomogram for determining the parameters of movement of an oblong grain in the cell of a rotating cylinder**

свободного полета зерновок (углы выпадения зерновок из ячеек ( $\alpha_v$ )) рассматриваемых компонентов зерна в цилиндрах с разными размерами ячеек. Изменение угла выпадения зерновок из ячеек цилиндров в зависимости от размера ячейки представлено на рисунке 6.

Условие начала свободного полета семян овсяга и ячменя во вращающемся цилиндре (углы выпадения их из ячеек) не перекрываются в случае, когда размер ячеек превышает максимальную длину коротких зерен (семян основной культуры) в 1,10–1,15 раза (рис. 6). В данном



1 – зона выпадения семян ячменя; 2 – зона выпадения семян овсяга  
1 – zone of barley seed loss; 2 – zone of wild oats seed loss

**Рисунок 6 – Изменение угла начала свободного полета семян овсяга и ячменя в цилиндрическом рабочем органе в зависимости от размера ячейки**

**Figure 6 – Change in the conditions for the start of free flight of wild oat and barley seeds in a cylindrical working body depending on the cell size**

диапазоне стандартных размеров ячеек имеются ячейки размером 11,2 мм. При этом верхняя граница условия начала свободного полета зерновок овсяга в цилиндре составляет 52 град., а нижняя граница условия начала свободного полета семян основной культуры – 55 град. (рис. 6).

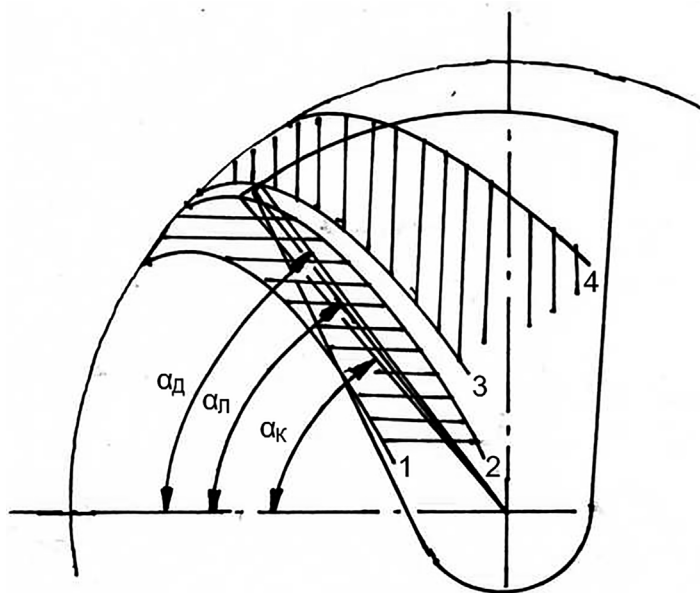
Качество очистки семян от длинных примесей зависит также от положения желоба. Анализ траекторий свободного полета зерновок овсяга и ячменя в цилиндре с ячейками 11,2 мм показал, что переднюю кромку его желоба необходимо установить под углом 55–58 град. к горизонтальному диаметру цилиндра (рис. 7).

При установке на семяочистительную машину подсевного (сортировального) решета с размером отверстий 2,4–2,6 мм и на триерный блок ячеистых цилиндров с ячейками 11,2 мм с положением приемной кромки его желоба под углом 55–60 град. к горизонтальному диаметру цилиндра обеспечивается высокая полнота отделения овсяга из семенного зерна (0,81–0,97 в долях единицы) и достаточно высокий выход семян (61,2–81,3 %). Такая обработка зерна

обеспечивает получение семян высокого качества.

На способ очистки семян ячменя от трудноотделимых примесей (овса, пшеницы, овсяга, татарской гречихи), включающий обработку зерна в аспирационном канале, на подсевном решете с отверстиями шириной 2,4–2,6 мм и в ячеистых цилиндрах с ячейками 8,0 или 8,5 мм (где из зерна выделяются короткие примеси (пшеница и татарская гречиха) и 11,2 мм (где из зерна выделяются длинные примеси) с положением приемной кромки желоба под углом 55–60 град. к горизонтальному диаметру цилиндра, получен патент на изобретение № 2819928 [11].

**Закключение.** Разработан способ очистки семян ячменя от овсяга. Семенное зерно рекомендуется обработать в аспирационном канале, на подсевном решете с отверстиями шириной 2,4–2,6 мм и в ячеистом цилиндре с диаметром ячеек 11,2 мм, установив приемную кромку желоба под углом 55–60 град. к горизонтальному диаметру цилиндра в зависимости от засоренности исходного зерна и категории семян.



- 1–2 – зона траекторий полета семян овсяга;
- 3–4 – зона траекторий полета семян основной культуры
- 1–2 – zone of flight trajectories of wild oat seeds;
- 3–4 – zone of flight trajectories of wild seeds of the main crop

**Рисунок 7 – Траектории свободного полета семян овсяга и ячменя в цилиндре с ячейками 11,2 мм**

**Figure 7 – Free flight trajectories of wild oat and barley seeds in a cylinder with 11.2 mm cells**



## Список источников

1. Галкин В. Д., Галкин А. Д., Хандриков К. А., Грубов А. Д. Параметры и режимы процесса очистки семян ячменя от овсюга по комплексу свойств // Пермский аграрный вестник. 2020. № 1 (29). С. 4–12. [https://doi.org/10.47737/2307-2873\\_2021\\_33\\_3](https://doi.org/10.47737/2307-2873_2021_33_3). EDN VPXCJI.
2. Ермольев Ю. И. Современные технологии и технические средства для очистки семенного зерна // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2012. № 3. С. 29–32. EDN OXUPVB.
3. Кибирев Л. К. Методы очистки и сортирования семян // Инновационные подходы и технологии в агроинженерии : материалы конф. Екатеринбург : Уральский государственный аграрный университет, 2024. С. 27. EDN RDSJSA.
4. Sinha J. P., Kumar A., Weissmann E. Seed processing for quality upgradation // Dadlani M., Yadava D. K. (Eds.) Seed science and technology. Springer, 2023. P. 213–237. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5_10).
5. Sayyad F. G., Sharma H. K., Kumar N. Cleaning and separation // Sharma H. K., Kumar N. (Eds.) Agro-processing and food engineering. Springer, 2022. P. 307–352. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7289-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7289-7_8).
6. Терехова Н. А., Веденева Н. Г. Статистические методы обработки данных, применяемые в почвенных исследованиях // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы всерос. науч.-метод. конф. Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2023. С. 3809–3811. EDN FDTEYB.
7. Рязанов А. В., Фадеев И. В., Смолина И. П. Последовательность статистической обработки результатов парных экспериментов // Техника, дороги и технологии: перспективы развития : материалы науч.-практ. конф. Чебоксары : Волжский филиал Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета, 2018. С. 166–169. EDN TIZJIP.
8. Цыбиков Б. Б., Алтаева О. А., Именсенова Э. Г., Батудаев А. П., Раднаев Д. Н., Аби-дурев А. А. [и др.]. Научное и техническое обеспечение производства и переработки зерна в условиях Бурятии : монография. Улан-Удэ : Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, 2023. 183 с. EDN ELVPBW.
9. Диевский В. А. Теоретическая механика : учебник. Санкт-Петербург : Лань, 2024. 348 с.
10. Масловская А. Г. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений : учебное пособие. Благовещенск : Амурский государственный университет, 2021. 47 с.
11. Патент № 2819928. Российская Федерация. Способ очистки семян ячменя от трудно-отделимых примесей : № 2022120400 : заявл. 22.07.2022 : опубл. 28.05.2024 / Абидуев А. А., Тогмидон А. Ю., Абидуев А. А., Батомункуев А. Г. Бюл. № 16. 5 с.

## References

1. Galkin V. D., Galkin A. D., Khandrikov K. A., Grubov A. D. Parameters and modes of the process of cleaning barley seeds from wild oats by a set of properties. *Permskii agrarnyi vestnik*, 2020;1(29):4–12. [https://doi.org/10.47737/2307-2873\\_2021\\_33\\_3](https://doi.org/10.47737/2307-2873_2021_33_3). EDN VPXCJI (in Russ.).
2. Ermoliev Yu. I. Modern technologies and technical means for cleaning seed grain. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii*, 2012;3:29–32. EDN OXUPVB (in Russ.).
3. Kibirev L. K. Methods of cleaning and sorting seeds. Proceedings from Innovative approaches and technologies in agricultural engineering: *Konferentsiya*. (PP. 27), Ekaterinburg, Ural'skii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024. EDN RDSJSA (in Russ.).



4. Sinha J. P., Kumar A., Weissmann E. Seed processing for quality upgradation. In.: Dadlani M., Yadava D. K. (Eds.) *Seed science and technology*, Springer, 2023, P. 213–237. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5_10).
5. Sayyad F. G., Sharma H. K., Kumar N. Cleaning and separation. In.: Sharma H. K., Kumar N. (Eds.) *Agro-processing and food engineering*, Springer, 2022, P. 307–352. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7289-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7289-7_8).
6. Terekhova N. A., Vedeneva N. G. Statistical methods of data processing applied in soil studies. Proceedings from University complex as a regional center of education, science and culture: *Vserossiiskaya nauchno-metodicheskaya konferentsiya*. (PP. 3809–3811), Orenburg, Orenburgskii gosudarstvennyi universitet, 2023. EDN FDTEYB (in Russ.).
7. Ryazanov A. V., Fadeev I. V., Smolina I. P. Sequence of statistical processing of the results of paired experiments. Proceedings from Equipment, roads and technologies: development prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 166–169), Cheboksary, Volzhskii filial Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2018 EDN TIZJIP (in Russ.).
8. Tsybikov B. B., Altaeva O. A., Imeskenova E. G., Batudaev A. P., Radnaev D. N., Abiduev A. A. [et al.]. *Scientific and technical support for grain production and processing in Buryatia: monograph*, Ulan-Ude, Buryatskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya imeni V. R. Filippova, 2023, 183 p. (in Russ.).
9. Dievsky V. A. *Theoretical mechanics: textbook*, Saint-Petersburg, Lan', 2024, 348 p. (in Russ.).
10. Maslovskaya A. G. *Numerical methods for solving ordinary differential equations: textbook*, Blagoveshchensk, Amurskii gosudarstvennyi universitet, 2021, 47 p. (in Russ.).
11. Abiduev A. A., Togmidon A. Yu., Abiduev A. A., Batomunkuev A. G. Method for cleaning barley seeds from difficult-to-separate impurities. *Patent RF, No. 2819928 patents*. [google.com 2024 Retrieved from https://patents.google.com/patent/RU2819928C2/ru](https://patents.google.com/patent/RU2819928C2/ru) (Accessed 12 January 2025) (in Russ.).

© Абидуев А. А., Трофимова В. С., Тогмидон А. Ю., Тушкаев Е. В., Абидуев А. А., 2025

Статья поступила в редакцию 19.02.2025; одобрена после рецензирования 25.03.2025; принята к публикации 15.04.2025.

The article was submitted 19.02.2025; approved after reviewing 25.03.2025; accepted for publication 15.04.2025.

### Информация об авторах

**Абидуев Андрей Александрович**, доктор технических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, [abana47@mail.ru](mailto:abana47@mail.ru);

**Трофимова Варвара Семеновна**, ассистент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, [trofimovarvara15@mail.ru](mailto:trofimovarvara15@mail.ru);

**Тогмидон Альберт Юрьевич**, аспирант, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, [togmidon83@mail.ru](mailto:togmidon83@mail.ru);

**Тушкаев Евгений Владимирович**, аспирант, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова;

**Абидуев Александр Андреевич**, кандидат технических наук, доцент, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, [abiduev2011@yandex.ru](mailto:abiduev2011@yandex.ru)

**Information about the authors**

**Andrey A. Abiduev**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, [abana47@mail.ru](mailto:abana47@mail.ru);

**Varvara S. Trofimova**, Assistant, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, [trofimovarvara15@mail.ru](mailto:trofimovarvara15@mail.ru);

**Albert Yu. Togmidon**, Postgraduate Student, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, [togmidon83@mail.ru](mailto:togmidon83@mail.ru);

**Evgeny V. Tushkaev**, Postgraduate Student, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov;

**Alexander A. Abiduev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, East Siberian State University of Technology and Management, [abiduev2011@yandex.ru](mailto:abiduev2011@yandex.ru)

**Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

**Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.**