

16.10.2017; опубли. 19.02.2019, Бюл. № 5. – Текст: непосредственный.

References

1. Rusanov V.A. Problema pereuplotneniia pochv dvizhiteliami i effektivnye puti ee resheniia. – Moskva: VIM, 1998. – 368 s.

2. Shchitov S.V., Kuznetsov E.E. Povyshenie effektivnosti ispolzovaniia mobilnykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdeliyvaniia selskokhoziaistvennykh kultur: monografiia. – Blagoveshchensk: DalGAU, 2017. – 272 s.

3. Surin, R., Marshanin, E., Shchitov, S., et al. (2023). Comparative characteristics of undercarriage systems as criteria for selecting a power tool for risky farming zones. *E3S Web of Conferences*. 431. 01002. DOI: 10.1051/e3sconf/202343101002.

4. GOST 26955-86. Tekhnika selskokhoziaistvennaia mobilnaia. Normy vozdeistviia dvizhitelei na pochvu. – Moskva: Izd-vo standartov, 1986. – 18 s.

5. Aldoshin, N.V. Vybora strategii kachestvennogo vypolneniia mekhanizirovannykh rabot / N.V. Aldoshin, R.N. Didmanidze // *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*. – 2013. – No. 5. – S. 67.

6. Radnaev D. N. Metodologicheskie osnovy razrabotki tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv poseva pri vozdeliyvanii zernovykh kultur v usloviakh Zabaikalia. avtoreferat dis. ... doktora tekhnicheskikh nauk / Vost.-Sib. gos. un-t tekhnologii i upr. – Ulan-Ude, 2013.

7. Beliaev V.I. Perspektivnye agrotekhnologii proizvodstva zerna v Altaiskom krae / V.I. Beliaev,

L.V. Sokolova // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2018. – No. 4 (162). – S. 5-12.

8. Shishlov, S.A. Teoreticheskie predposylki povysheniia effektivnosti predposevnoi podgotovki pochvy i poseva soi na osnovanii otsenki sovokupnykh energozatrat / S.A. Shishlov, A.N. Shishlov // *Rol agrarnoi nauki v razvitii lesnogo i selskogo khoziaistva Dalnego Vostoka: materialy III Natsionalnoi (Vserossiiskoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii v 3-kh ch.: Ch. II. – Tekhnicheskie i biologicheskie nauki*. – Ussuriisk, 2019. – S. 153-160.

9. Zakharova E.B. Zavisimost urozhainosti soi i agrofizicheskikh pokazatelei plodorodiia ot plotnosti slozheniia pochvy / E.B. Zakharova // *Puti vosproizvodstva plodorodiia pochv i povysheniia urozhainosti selskokhoziaistvennykh kultur v Primure: sb. nauch. tr. DalGAU*. – Blagoveshchensk, 2003. – Vyp. 9. – S.10-14.

10. Nikolaev V.A. Vybora vesa katka dlia prikatyvaniia pochvy / V.A. Nikolaev // *Traktory i s.-kh. mashiny*. – 2007. – No. 3. – S. 28-29.

11. Dogruzhaiushchee ustroistvo prikatyvaiushchego agregata, patent na izobretenie No. 2680167 Ros. Federatsiia, MKI V 60 V 11/02, E.E. Kuznetsov, S.V. Shchitov, zaiavitel i patentoobladatel. federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdeniia vysshego obrazovaniia Dalnevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, zaiavka No. 2017136497 ot 16.10.2017 Opublikovano 19.02.2019. Biul. No. 5.



УДК 631.362

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-235-5-95-102

Н.И. Стрикунов, С.В. Леканов, А.А. Бауер

N.I. Strikunov, S.V. Lekanov, A.A. Bauer

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ЗЕРНА НА ОСНОВЕ ЦЕНТРОБЕЖНО-РЕШЁТНОГО СЕПАРИРОВАНИЯ

MODELING OF BLOCK-MODULAR GRAIN CLEANING TECHNOLOGY BASED ON CENTRIFUGAL SIEVE SEPARATION

Ключевые слова: зерновой материал, грубые, крупные, аэродинамические лёгкие, мелкие, длинные примеси, кратность очистки, центробежно-решётное сепарирование, воздушное сепарирование, куколетборник, овсюгоотборник.

Keywords: grain material, coarse impurities, large impurities, aerodynamic light impurities, small impurities, long impurities, cleaning frequency, centrifugal screen separation, air separation, cockle separator, wild-oat separator.

Рациональное построение технологического процесса очистки зерна требует тщательного изучения того исходного зернового материала, который должен подвергаться очистке. Как показывает практика, технологический процесс очистки очень часто строят по принципу многократных пропусков зерна через агрегат, пока зерно не будет доведено до необходимых кондиций (это положение характерно для типовых агрегатов). Однако качество очистки зерна и особенно семян зависит не от количества пропусков их через машины поточной линии, а от того, насколько правильно выбраны признаки делимости данной зерновой смеси, технические средства её разделения и режима работы рабочих органов. Надо признать, что используемые сепараторы с плоской колеблющейся разделяющей поверхностью и пробивными калибрующими отверстиями в своём развитии достигли своих предельных возможностей. На это указывают большое количество проведенных научно-исследовательских и конструкторских работ. Одним из перспективных направлений исследований и практического создания машин для очистки зерна является центробежно-решётное сепарирование. Соответствующая нормам эффективность очистки и высокая производительность центробежно-решетных сепараторов обеспечиваются комплексным использованием всех компонентов инерционно-гравитационного поля и рациональной конструкцией рабочих органов. Применение таких сепараторов, не имеющих колеблющихся рабочих органов и не подверженных вибрации, дает возможность перейти на блочно-модульный принцип построения поточных линий для очистки зерна. В этом сепараторе используются принципиально новые рабочие органы, позволяющие перенастраивать технологические схемы работы. Создана возможность реализации фракционной технологии на основе центробежно-решетного сепарирования. Все вышеуказанные техни-

ческие и технологические положения частично реализованы в предлагаемой технологии.

Rational construction of the technological process of grain cleaning requires a thorough study of the initial grain material that should be cleaned. As practice shows, the cleaning process is very often built on the principle of repeated grain passage through the unit until the grain is brought to the required conditions (this situation is typical for standard units). However, the quality of grain cleaning and especially seeds does not depend on the number of times they are passed through the machines of the production line, but on how correctly the divisibility characteristics of a given grain mixture, the technical means of its separation and the operating mode of the working parts are chosen. It should be admitted that the separators used with a flat oscillating separating surface and punched calibrating holes have reached their maximum capabilities in their development. This is evidenced by the large number of research and development works carried out. One of the promising areas of research and practical creation of machines for grain cleaning is centrifugal sieve separation. Cleaning efficiency that meets the standards and high productivity of centrifugal screen separators is ensured by the integrated use of all components of the inertial-gravity field and the rational design of the working bodies. The use of such separators which do not have oscillating working bodies and are not subject to vibration makes it possible to switch to the block-modular principle of constructing production lines for grain cleaning. This separator uses fundamentally new working elements that make it possible to reconfigure the technological operating schemes creating the possibility of implementing fractional technology based on centrifugal screen separation. All of the above technical and technological provisions are partially implemented in the proposed technology.

Стрикунов Николай Иванович, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: strikunov555@mail.ru.

Леканов Сергей Валерьевич, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: serrg333@mail.ru.

Бауер Андрей Андреевич, магистрант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: andrey4102000@mail.ru.

Strikunov Nikolay Ivanovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: strikunov555@mail.ru.

Lekanov Sergey Valerevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: serrg333@mail.ru.

Bauer Andrey Andreevich, master's degree student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: andrey4102000@mail.ru.

Введение

Существующие типовые агрегаты ЗАВ доводят исходный материал до продовольственных кондиций [1]. Машины, входящие в состав этих агрегатов, имеют большой износ и не дают желаемого эффекта очистки [2, 3], поэтому для замены технологического оборудования взамен устаревшего требуются новые машины. В настоящее время практически прекращен выпуск отдельных машин, входящих в эти агрега-

ты. Поэтапное внедрение новых машин, основанных на принципиально новых способах сепарирования, позволило бы в пределах, в первую очередь Алтайского края, решить эту острую проблему.

Первый этап может характеризоваться установкой отдельных машин на различных этапах сепарирования (предварительная, первичная очистка и триерование). На определенное время

это снизит остроту проблемы послеуборочной обработки зерна.

На втором этапе целесообразно проводить компоновку линии с серийно выпускаемыми машинами (выпуск недостаточен) и разработанными новыми центробежно-решетными сепараторами [4-6].

На третьем этапе необходимо осуществить переход на модульный принцип компоновки технологических линий с использованием центробежно-решетных сепараторов, различных по их технологическому назначению, и воздушных сепараторов с замкнутым циклом воздуха для окончательной обработки зерна и семян.

Реализация поточных технологий позволит избавиться от вибрационных машин (как менее надежных в эксплуатации), снизить затраты средств на строительство, более компактно располагать оборудование в напольном варианте облегченных зданий.

В зависимости от назначения обрабатываемого материала в состав оборудования могут входить и центробежно-решетные, и воздушные машины для окончательной очистки зерна и семян. Блочные устройства сепараторов позволяют без особых затрат провести настройку на необходимый режим сепарирования. Этим существенно отличаются новые линии от обычных типовых поточных линий.

В связи этим разработка более совершенной технологии очистки зерна является актуальной задачей.

Цель исследования – разработка блочно-модульной технологии очистки зерна с применением центробежно-решетных и воздушного сепараторов.

Задачи исследования:

- разработать блочно-модульную технологию очистки зерна;
- исследовать эффективность очистки зерна на новой технологической линии.

Основная часть

Разработанный нами вариант модульной системы включает в себя существующее транспортно-технологическое оборудование и очистительные машины нового поколения. В состав оборудования линии по обработке продовольственного зерна входят: ворохоочиститель ВЦР-50; два блока центробежно-решетного сепаратора ЦВРС-25 производительностью 25 т/ч

каждый; два воздушных сепаратора для окончательной очистки зерна производительностью 20 т/ч каждый; норрии, транспортеры и бункера. Оборудование монтируется в напольном варианте в 3 этажа: 1-й этаж – транспортеры и башмаки норрий; 2-й этаж – зерноочистительные машины (кроме воздушных сепараторов, размещающихся на бункерах чистого зерна); 3-й этаж – верхняя галерея для обслуживания приводных головок норрий.

Работает линия по полнопоточной схеме следующим образом (рис. 1). Грузовой автомобиль (1) разгружает зерновой материал в завальную яму (2). Яма имеет проезной вариант с возможностью боковой разгрузки автомобилей КАМАЗ и задней выгрузки автомобилей ЗИЛ. Из завальной ямы обрабатываемый зерновой материал через шиберную заслонку поступает в башмак загрузочной норрии НПЗ-50 (3), которая производит загрузку зерном в ворохоочиститель ВЦР-50 (4). В ворохоочистителе (4) производится очистка зерна от легких примесей, которые из осадочной камеры направляются по самотечным трубам по средствам норрии НПК-20 (11) в первую секцию бункера отходов (12), а также от мелких, длинных и крупных примесей, которые также по самотечным трубам направляются в бункер отходов. Пыль и легкие частицы осаждаются в циклонах (14), установленных на бункере отходов, разделенном на две секции: фуражную (12) и «мертвых» отходов (13).

Далее обрабатываемый материал промежуточной норрией НПЗ-50 (5) направляется в блок центробежно-решетных сепараторов ЦВРС-25 (6), работающих в режиме куколетборника и овсюгоотборника, где происходит очистка от длинных и частично от коротких примесей. Отходы из сепараторов поступают на продольный шнек отходов (10) и далее норрией НПК-20 (11) подаются в бункер отходов. После очистки в блоках второй промежуточной норрией НПЗ-50 (7) зерно подается в пневмосепараторы (8), которые выделяют щуплое, битое и колотое зерно. Отходы также поступают на продольный шнек отходов и подаются в бункер фуражного зерна. Очищенное зерно направляется по самотечным трубам в бункер очищенного зерна (9). Вывоз зерна с бункеров может осуществляться в склады или в хранилища.

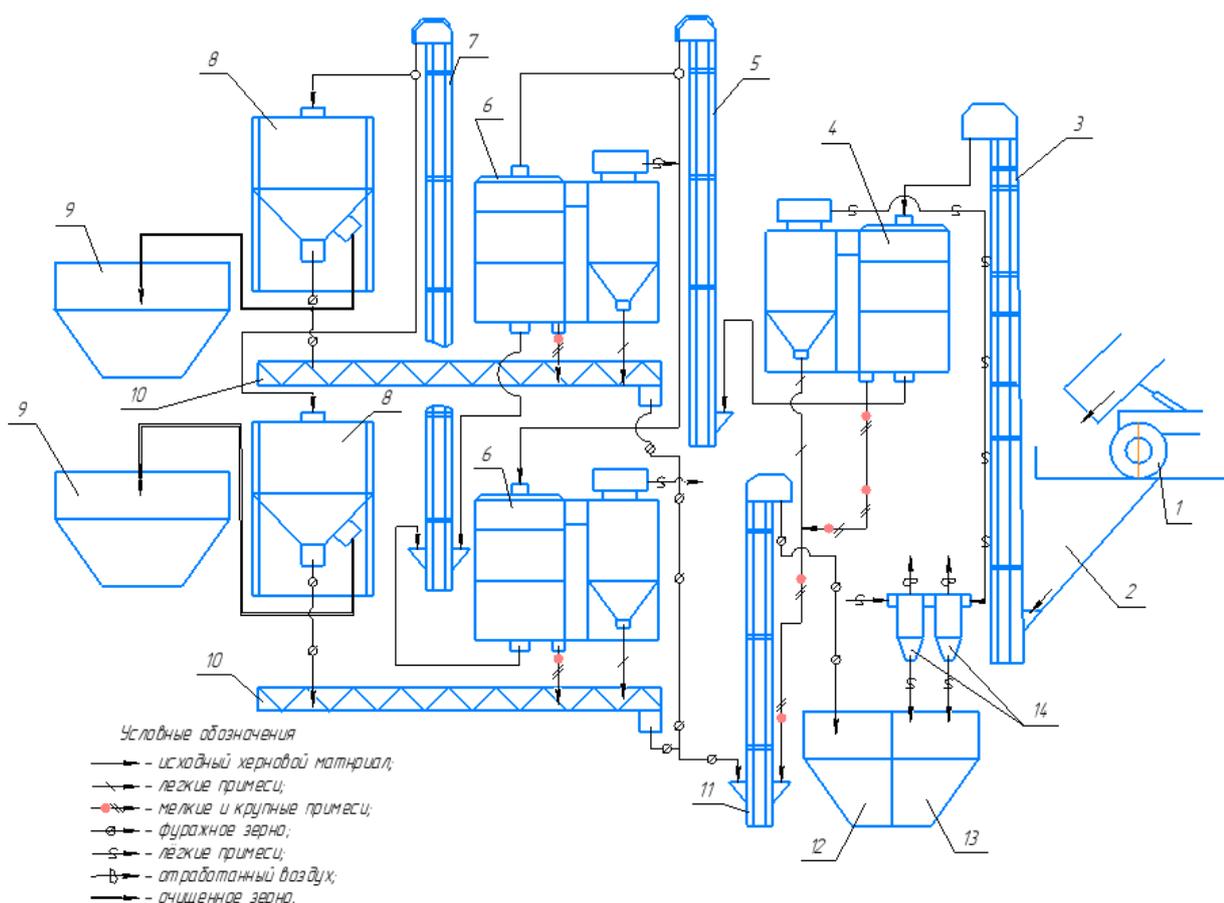


Рис. 1. Технологическая схема поточной линии:

- 1 – грузовой автомобиль; 2 – яма завальная; 3 – нория загрузочная НПЗ-50;
 4 – ворохоочиститель ВЦР-50; 5 – нория промежуточная ворохоочиститель ВЦР-50;
 6 – центробежно-решетный сепаратор ЦВРС-25; 7 – нория промежуточная вторая НПЗ-50;
 8 – пневмосепаратор; 9 – бункер очищенного зерна; 10 – шнек отходов; 11 – нория НПК-20;
 12 – секция фуражного зерна; 13 – секция «мертвых» отходов; 14 – циклон

При очистке семян необходимо ввести в технологическую схему дополнительное сортирование. На данный момент вопрос сортирования центробежно-решетными сепараторами нельзя реализовать с большой эффективностью, в связи с неизменением решет с отверстиями, расположенными под углом к направлению движения сепарируемого материала по поверхности решета, работающего в режиме куколеотборника. Воздушный сепаратор можно использовать для работы в режиме сортирования.

Модульный принцип компоновки оборудования сохраняется, если в качестве сортировального блока ввести машину первичной очистки зерна БЦС-50 (виброцентробежный сепаратор).

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является технологический процесс очистки зерна на блочно-модульной поточной линии.

В современной практике послеуборочной очистки семенного зерна технологические процессы включают следующие основные операции: одно-, двух- и трехкратное воздушное сепарирование, решетное сепарирование, триерование с отбором длинных и коротких примесей, вибропневмосортирование, оптическая сортировка.

Компоновка поточной линии тесно связана с полнотой завершения технологического процесса. Чем выше полнота завершения, тем больше требуется машин, а значит, и сложнее схема [7, 8].

Использование традиционных рабочих органов для очистки зерна (плоско-решетные сепараторы с вертикальными пневмоканалами, триерами и др.) не решает этой проблемы. Необходимо изыскивать и применять новые принципы сепарирования, позволяющие за один пропуск через машину выделять большее количество

примесей, а сами машины имели бы высокую производительность. Этим условиям удовлетворяют центробежно-решетные сепараторы в сочетании с воздушным кольцевым каналом. Машины отличаются малыми габаритами и сравнительно большой удельной производительностью. Отечественный и зарубежный опыт подтверждает перспективность использования центробежных сепараторов (БЦС-50, «Vertiklean» (Дания), ВЦР-50) [7].

В центробежно-решетном сепараторе вибрация отсутствует. За счет высокой унификации блоков и отдельных элементов значительно снижаются затраты на производство машин, изготовление сепараторов может вестись по модульной системе (сборка из стандартных блоков) [9].

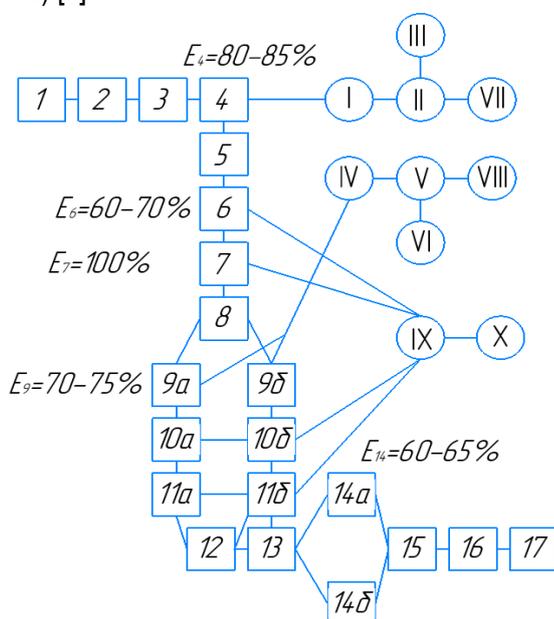


Рис. 2. Функциональная схема технологического процесса поточной линии:

- 1 – прием зерна (завальная яма),
- 2 – транспортирование зерна в ворохоочиститель (нория НПЗ-50),
- 3 – подача зерна в пневмоканал ворохоочистителя (ВЦР-50) разбрасывающей тарелкой,
- 4 – воздушное сепарирование в ворохоочистителе, 5 – предварительная подготовка зерна на делительном решете в ворохоочистителе, 6 – сепарирование на подсевном решете (ВЦР-50),
- 7 – сепарирование на зерновом решете (ВЦР-50),
- 8 – подача зерна на центробежно-воздушно-решетный

Результаты исследования и их обсуждение
 Функциональная схема технологического процесса поточной линии с указанием эффек-

Методика расчета эффективности очистки в зависимости от кратности сепарирования.
 Эффективность (E_0) определяется по формуле:

$$E_0 = \left(\frac{A-B}{A} \right) 100\%, \quad (1)$$

где A – исходная засоренность зерна, %;
 B – остаточная засоренность зерна, %.

Остаточная засоренность определяется по формуле:

$$B = A - \sum_{i=1}^n a\eta_i, \quad (2)$$

где a – засоренность отдельными примесями, %;
 η_i – эффективность соответствующей операции сепарирования, %;
 i – номер операции.

сепаратор ЦВРС-25 (нория НПЗ-50),
 9а, 9б – воздушное сепарирование в сепараторе ЦВРС-25,

- 10а, 10б – сепарирование в режиме куклеотборника, 11а, 11б – сепарирование в режиме овсюгоотборника, 12 – сбор зерна после воздушно-решетного сепаратора,
- 13 – подача зерна в пневмосепаратор (2 шт. работают параллельно),
- 14а, 14б – воздушное сепарирование в пневмосепараторе, 15 – сбор зерна после пневмосепаратора, 16 – подача зерна в бункер очищенного зерна,
- 17 – кратковременное хранение и выгрузка очищенного зерна; I – отсос воздуха из пневмосепарирующего устройства, II – осаждение легких примесей в осадочной камере, III – вывод очищенного воздуха в атмосферу, IV – отсос воздуха из пневмосепарирующего устройства, V – осаждение легких примесей в осадочной камере, VI – вывод очищенного воздуха в атмосферу, VII – выделение легких примесей в первую секцию бункера отходов (мертвый сор), VIII – выделение легких примесей во вторую секцию бункера отходов, IX – объединение отходов с ворохоочистителя, центробежно-воздушно-решетного сепаратора и пневмосепаратора и подача их во вторую секцию бункера отходов, X – подача отходов во вторую секцию бункера отходов

тивности машин на отдельных операциях приведена на рисунке 2. Предложенная схема носит дифференцированный подход к технологи-

скому процессу, даёт представление об основных и вспомогательных операциях, позволяет определить наиболее рациональные схемы компоновки оборудования и определить технологическую эффективность линии в зависимости от исходной засоренности зерна.

Расчет эффективности очистки для структурной схемы. Расчет будем вести для максимального и минимального значений эффективности очистки, которые берем из рисунка 2 и из литературных источников.

Остаточная засоренность определяется по формулам:

для однократной очистки

$$B_1 = A - a_r \eta_7 - a_l \eta_4 - a_k \eta_7 - a_m \eta_6 \quad (3)$$

для двукратной

$$B_2 = A - a_r(\eta_7 + \eta_{11} - \eta_7 \eta_{11}) - a_l(\eta_4 + \eta_9 - \eta_4 \eta_9) - a_k(\eta_7 + \eta_{11} - \eta_7 \eta_{11}) -$$

$$- a_m(\eta_6 + \eta_{10} - \eta_6 \eta_{10}) - a_0 \eta \quad (4)$$

для трехкратной

$$B_3 = A - a_r(\eta_7 + \eta_{11} - \eta_7 \eta_{11}) - a_l(\eta_4 + \eta_9 + \eta_{14} - \eta_4 \eta_9 - \eta_4 \eta_{11} - \eta_9 \eta_{11} + \eta_4 + \eta_9 + \eta_{11}) - a_k(\eta_7 + \eta_{11} - \eta_7 \eta_{11}) - a_m(\eta_6 + \eta_{10} - \eta_6 \eta_{10}) - a_0(\eta_{11} + \eta_{14} - \eta_{11} \eta_{14}), \quad (5)$$

где A – общая засоренность зерна, $A=10\%$;

a_r – грубые примеси, $a_r = 1\%$;

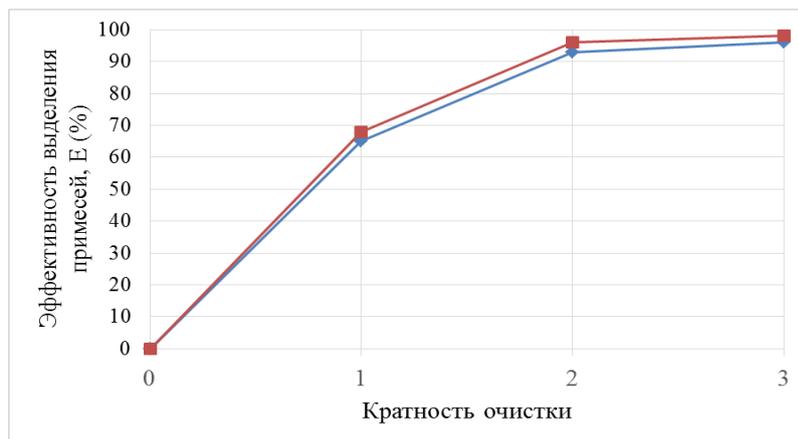
a_l – аэродинамически легкие, $a_l = 5\%$;

a_k – крупные примеси, $a_k = 0,8\%$;

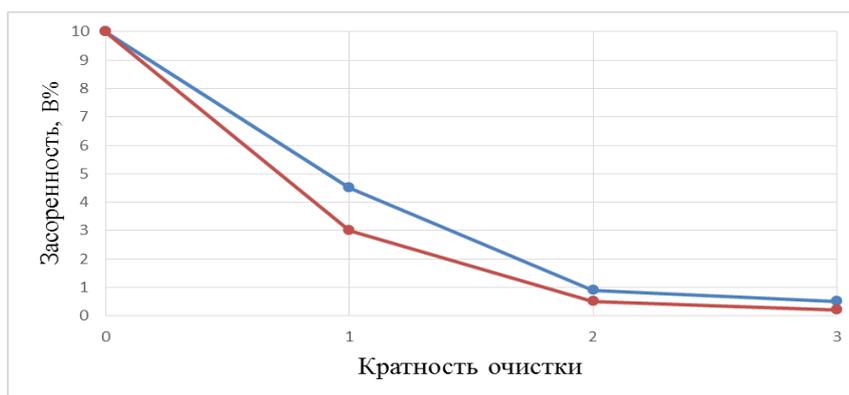
a_m – мелкие примеси, (подсев), $a_m = 1,2\%$;

a_0 – овсюг, $a_0 = 2\%$.

При расчете эффективности очистки для разработанной функциональной схемы общая засоренность зерновой смеси была принята 10%, а также усредненные количественные характеристики основных засорителей (рис. 3).



а



б

Рис. 3. Графики зависимостей:
а – эффективность выделения примесей от кратности очистки;
б – засорённость от кратности очистки

Из приведенных графиков видно, что эффективность очистки растет и достигает максимальных значений 96-98% после третьего этапа

очистки, а засоренность зерна снижается и принимает значение в пределах 0,2%.

Заключение

Типовые поточные линии характеризуются незавершённостью технологического процесса, что вынуждает пропускать обрабатываемый зерновой материал повторно, что приводит к увеличению затрат на очистку и повышению травмирования зерна, а также имеет место несоответствие машин поточной линии по производительности.

Разработанная поточная линия характерна завершённостью технологического процесса, а применение принципиально новых машин позволяет улучшить качество обработки зерна при однократном пропуске через поточную линию.

Проведенные исследования предлагаемой поточной линии для очистки зерна на основе центробежно-решетного сепарирования показывают, что данная технология послеуборочной обработки зерна позволяет получить семенной материал, так как содержание примесей после трехкратной очистки составляет 0,216%.

Библиографический список

1. Олейников, В. Д. Агрегаты и комплексы для послеуборочной обработки зерна / В. Д. Олейников, В. В. Кузнецов, Г. И. Гозман. – Москва: Колос, 1977. – 187с. – Текст: непосредственный.
2. Тарасенко, А. П. Снижение травмирования зерна при послеуборочной обработке / А. П. Тарасенко, М. Э. Гульстен. – Текст: непосредственный // Техника в сельском хозяйстве. – 1985. – № 9. – С. 14-15.
3. Леканов, С. В. Техника и технологии для послеуборочной обработки зерна и семян: рекомендации / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов. – Барнаул: Изд-во Алт. ИПК, 2019. – 74 с. – Текст: непосредственный.
4. Патент России № 2300426 С1, В07В 1/22, В9/00. Центробежно-решетный сепаратор / Тарасов Б. Т., Стрикунов Н. И., Леканов С. В., Зиновьев И. А. – № 2005129439/03; заявл. 21.09.2005; опубл. 10.06.2007, Бюл. № 16. – 6 с. – Текст: непосредственный.
5. Патент России №267.5607. В07/083. Центробежно-воздушный сепаратор / Леканов С. В., Стрикунов Н. И., Черкашин С. А. – № 2017146182; заявл. 26.12.2017; опубл. 20.12.2018. – Текст: непосредственный.
6. Патент России № 2777102 С1 МПК А01F 12/44 (2006.01), СПК А01F 12/44 (2022.05). Способ послеуборочной обработки зерна / Стрику-

нов Н. И., Леканов С. В., Щербаков С. С., Микитюк М. Е. – № 2021140025; заявл. 30.12.2021; опубл.: 01.08.2022 Бюл. № 22. – Текст: непосредственный.

7. Иванов, Н. М. Технологии и техника для послеуборочной обработки зерна и семян: монография / Н. М. Иванов, Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов; СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2021. – 277 с. – Текст: непосредственный.

8. Торопов, В. Р. Оценка эффективности универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов / В. Р. Торопов. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 2. – С. 97-104. – Текст: непосредственный.

9. Стрикунов, Н. И. Эффективность работы центробежно-решетного сепаратора с предварительной подготовкой зернового материала / Н. И. Стрикунов, Б. Т. Тарасов. – Текст: непосредственный // Технологии и комплексы машин для уборки зерновых культур с семенников трав в Сибири: сборник научных трудов ВАСХНИЛ, Сиб. отд-е. – Новосибирск, 1989. – С. 60-67.

References

1. Oleinikov, V. D. Agregaty i komplekсы dlia posleuborochnoi obrabotki zerna / V. D. Oleinikov, V. V. Kuznetsov, G. I. Gozman. – Moskva: Kolos, 1977. – 187 s.
2. Tarasenko, A. P. Snizhenie travmirovaniia zerna pri posleuborochnoi obrabotke / A. P. Tarasenko, M. E. Gulsten // Tekhnika v selskom khoziaistve. – 1985. – No. 9. – S. 14-15.
3. Lekanov, S. V. Tekhnika i tekhnologii dlia posleuborochnoi obrabotki zerna i semian: rekomendatsii / S. V. Lekanov, N. I. Strikunov. – Barnaul: Izd-vo AltIPK, 2019. – 74 s.
4. Patent Rossii No. 2300426 S1, V07V 1/22, V9/00. Tsentrobezhno-reshetnyi separator / Tarasov B. T., Strikunov N. I., Lekanov S. V., Zinovev I. A. – No. 2005129439/03; zaiavl. 21. 09. 2005; opubl. 10. 06. 2007, Biul. No. 16. – 6 s.
5. Patent Rossii No. 267.5607. V07/083. Tsentrobezhno-vozdushnyi separator / Lekanov S. V., Strikunov N. I., Cherkashin S. A. – No. 2017146182; zaiavl. 26.12.2017; opubl. 20.12.2018.
6. Patent Rossii No. 2777102 S1 MPK A01F 12/44 (2006.01), SPK A01F 12/44 (2022.05). Sposob posleuborochnoi obrabotki zerna / Strikunov N.I., Lekanov S.V., Shcherbakov S.S.,

Mikitiuk M.E. 2021140025; zaiavl. 30.12.2021; opubl.: 01.08.2022. Biul. No. 22.

7. Tekhnologii i tekhnika dlia posleuborochnoi obrabotki zerna i semian: monografiia / N.M. Ivanov, N.I. Strikunov, S.V. Lekanov; SFNTsA RAN. – Novosibirsk: SFNTsA RAN, 2021. – 277 s.

8. Toropov, V. R. Otsenka effektivnosti universalnykh zernoochistitelno-sushilnykh kompleksov / V. R. Toropov // Sibirskii vestnik

selskokhoziaistvennoi nauki. – 2017. – No. 2. – S. 97-104.

9. Strikunov N. I. Effektivnost raboty tsen-trobezchno-reshetnogo separatora s predvaritelnoi podgotovkoi zernovogo materiala / N. I. Strikunov, B. T. Tarasov // Tekhnologii i komplekсы mashin dlia uborki zernovykh kultur s semennikov trav v Sibiri: sbornik nauchnykh trudov VASKhNIL, Sib. otd-e. – Novosibirsk, 1989. – S. 60-67.



УДК 631.3

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-235-5-102-107

С.Ю. Булатов, С.В. Семенов

S.Yu. Bulatov, S.V. Semenov

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ТРУБЧАТОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ НА ПРОЦЕСС НАГРЕВА ВОДЫ В УСТАНОВКЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗЕРНОВОЙ ПАТОКИ

RESEARCH FINDINGS ON THE EFFECT OF TUBULAR SHREDDER ON THE PROCESS OF WATER HEATING IN GRAIN MOLASSES PLANT

Ключевые слова: диаметр, зерно, испытания, лабораторная установка, время нагрева, патока, потребляемая мощность, обводной канал, температура, трубчатый измельчитель, энергозатраты.

В России зерновые являются одним из главных компонентов кормов сельскохозяйственных животных и основой для комбикормов. Скармливание зерновых животным традиционно осуществляют в сухом виде, предварительно подвергнув механической обработке на дробилках, плющилках, грануляторах. На основании проведенного нами анализа научных источников сделан вывод, что на сегодняшний день наблюдается интенсивное развитие и внедрение биотехнологий, предназначенных для изменения химического состава зерна. Одним из продуктов такой биообработки зерна является патока, которая обладает высоким содержанием углеводов. Приготовление зерновой патоки реализуется в специальных установках. Однако, как показал опыт эксплуатации удобных установок, возникают проблемы с получением однородной патоки из твердых сортов, в связи с чем необходимо дополнительное воздействие, способствующее их разрушению. С этой целью нами предложено применять в установках для приготовления зерновой патоки пассивный измельчитель, выполненный в виде цилиндрической решетки. Целью работы является исследование влияния параметров трубчатого измельчителя на процесс нагрева воды в установке для приготовления зерновой патоки. Исследования проводились в научно-производственной лаборатории ГБОУ ВО НГИЭУ. Определяли влияние диаметра обводного канала установки для приготовления патоки. Исследование проводили при нагреве 50 л воды от комнатной температуры до 30°C. При прове-

дении экспериментов фиксировали время нагрева до необходимой температуры и потребляемую электроэнергию. Наиболее рациональную конструкцию выбирали по критериям скорости нагрева и удельным энергозатратам. В результате проведенных исследований определен внутренний диаметр трубчатого измельчителя, при котором наблюдается наиболее интенсивный нагрев с минимальными удельными энергозатратами – 50 мм. В совокупности двух критериев оценки процесса нагрева воды в установке для приготовления патоки определен рациональный диаметр отверстий трубчатого измельчителя, равный 6 мм.

Keywords: diameter, grain, testing, laboratory installation, heating time, flow, power consumption, bypass channel, temperature, tubular shredder, energy consumption.

In Russia, cereals are one of the main components of farm animal feeds and the basis for compound feeds. Grain feeding to animals is traditionally carried out in dry form, having previously subjected it to mechanical processing on crushers, flatteners and granulators. Based on our analysis of scientific sources, it is concluded that today there is an intensive development and implementation of biotechnologies designed to change the chemical composition of grain. One of the products of such bio-processing of grain is molasses which has high carbohydrate content. Grain molasses is produced in special plants. However, as the experience of operating such installations has shown, problems arise with obtaining homogeneous molasses from hard varieties, and therefore additional exposure is necessary to contribute to their destruction. For this purpose, we have proposed using a passive shredder in the form of a cylindrical grate in plants for the preparation of grain molasses.