

УДК 637.523: 339.13

## РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ СЕМЯН САФЛОРА ОТ ТРУДНООТДЕЛИМЫХ ПРИМЕСЕЙ НА ВИБРОСОРТИРОВАЛЬНОМ СТОЛЕ

<sup>1</sup>Шахов С.В., <sup>2</sup>Матеев Е.З., <sup>1</sup>Ветров А.В., <sup>1</sup>Зотов Д.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж,  
e-mail: gruzdov90100@mail.ru;

<sup>2</sup>Алматинский технологический университет, Алматы

Совершенствование процесса очистки зерна масличных культур, в частности, сафлора – важная задача для сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности, что обусловлено высокими требованиями, предъявляемыми к качеству сырья для производства растительных масел. Очистка зерновой массы сафлора от семян прицепника широколистного в существующих воздушно-ситовых сепараторах (по толщине, ширине и скорости витания), триерах (по длине зерновок) и камнеотделительных машинах (по плотности) не позволяет достичь желаемого эффекта, в связи с чем в статье предлагается конструкция установки для отделения семян сафлора от трудноотделимых примесей, которая представляет собой подвижный, наклонный, сортировальный стол с установленными, на его поверхности, зигзагообразными перегородками-отражателями и лотком предварительной очистки. Что позволяет достичь максимального эффекта с меньшими затратами в простых и надежных машинах, что является актуальной задачей современных установок. Данная работа направлена на создание высокоадаптивных ресурсосберегающих технологий и технических средств очистки сафлора от трудноотделимых примесей из зерновой смеси сафлора за счёт использования комплекса признаков их делимости, на основе изучения физико-механических свойств для перерабатывающих предприятий.

**Ключевые слова:** сепарирование, сафлор, трудноотделимые примеси, сортировальный стол, зигзагообразные перегородками-отражатели

## DEVELOPMENT OF INSTALLATION FOR SEPARATION OF SAFLOR SEEDS FROM DIFFICULT-SEPARATED IMPURITIES ON VIBRATING TABLE

<sup>1</sup>Shakhov S.V., <sup>2</sup>Mateev E.Z., <sup>1</sup>Vetrov A.V., <sup>1</sup>Zotov D.A.

<sup>1</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: gruzdov90100@mail.ru;

<sup>2</sup>Almaty Technological University, Almaty

Improving the process of cleaning grain oilseeds, in particular, safflower – the most important task for the agriculture and processing industry, due to the high demands placed on the quality of raw materials for the production of vegetable oils. Cleaning the grain mass of safflower from the broadleaf trailer seeds in existing air sieve separators (in thickness, width and speed), trilers (in the length of the grains) and stone separating machines (in density) do not allow to achieve the desired effect, and therefore the article suggests installation design for separating safflower seed from hard-to-remove impurities, which is a movable, inclined, sorting table with installed, on its surface, zigzag partitions-reflectors and a tray pre dual cleaning. That allows you to achieve maximum effect with less cost in simple and reliable machines, which is an important task of modern installations. This work is aimed at creating highly adaptable resource-saving technologies and technical means of cleaning safflower from difficult-to-separate impurities. from the grain mixture of safflower due to the use of a complex of signs of their divisibility, based on the study of physical and mechanical properties for processing plants.

**Keywords:** the separation, the safflower, hard-separable admixtures, the grading table, zig-zag defoaming guide baffle-reflectors

В настоящее время существует проблема качественного разделения семян сафлора от трудноотделимых примесей-примесей, которые имеют схожие физические характеристики, по отношению к основной культуре. Снижение эффективности этого процесса приводит к нарушению технологических норм производства, к ухудшению потребительских, качественных показателей продуктов на основе данного сырья. Такая продукция становится непривлекательной для потребителя, следовательно, неконкурентоспособной [1].

Поэтому важной задачей является создание устройств, позволяющих производить качественное разделение сафлора от приме-

сей, основываясь на наиболее эффективных, в данном случае, методах и технологиях.

Эффективность очистки зависит от правильно подобранных методов и параметров, для осуществления процессов сортировки.

Существуют следующие основные способы разделения зерна от примесей:

- по геометрическим параметрам,
- по аэродинамическим характеристикам,
- по плотности,
- по форме и состоянию поверхности,
- по упругости,
- по цвету,
- по электропроводности/

Так как мы рассматриваем трудноотделимые примеси, то разделение по геоме-

трическим параметрам, аэродинамических характеристикам в данном случае не актуально, в связи со схожими размерами и характеристиками витания, уноса зерна в воздушном потоке [2–3].

Методы, основанные на разделении по плотности, по форме и состоянию поверхности, по упругости, по цвету и по электропроводности разработаны специально для разделения продуктов со схожими характеристиками. Поэтому для создания наиболее эффективного устройства мы и будем их рассматривать.

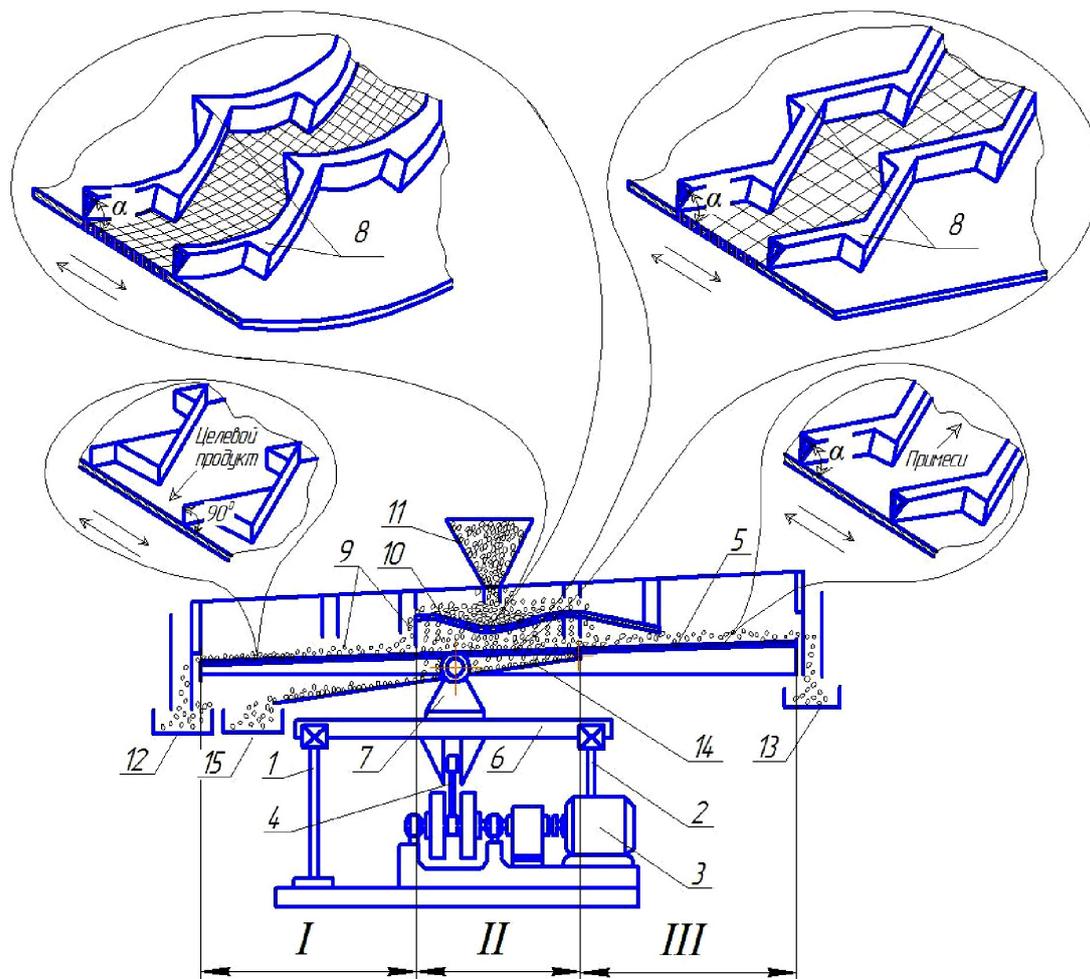
Однако следует сразу исключить метод разделения по электропроводности, т.к. он актуален в основном в лабораторных условиях и не подходит для создания поточного устройства.

Для создания наиболее простого и надежного устройства мы откажемся от мето-

да разделения по цвету, так как он требует наличия высокотехнологичного, дорогостоящего и требовательного, к обслуживанию и условиям эксплуатации, оборудования [5].

Таким образом предлагается разработать установку, предназначенную для отделения зернового сыпучего материала от трудноотделимых примесей, реализующую способы разделения по плотности, по форме и состоянию поверхности, по упругости.

Вибрационный сепаратор для разделения близких по физическим свойствам частиц (рисунок) включает в себя приводной механизм, который состоит из опор 1, 2, установленных с возможностью изменять угол наклона к горизонтали и привода 3 с шатунами 4. Приводной механизм соединен с сортировальным столом 5 через платформу 6 и опору 7.



Установка для отделения семян сафлора от примесей

К поверхности сортировального стола 5 прикреплены зигзагообразные, отбойно-направляющие перегородки-отражатели 8, состоящие из стенок из листового материала, а между зигзагообразными перегородками-отражателями 8 образованы каналы сепарирования, предназначенные для движения сыпучего продукта 9.

Причём сортировальный стол 5 разделён на три зоны: нижнюю I с гладкой поверхностью сортировального стола 5; среднюю II с поверхностью сортировального стола 5, выполненного из сита; верхнюю III с шероховатой поверхностью сортировального стола 5. Стенки зигзагообразных перегородок-отражателей 8 в нижней зоне I прикреплены перпендикулярно (под углом  $90^\circ$ ) к поверхности сортировального стола 5, а в средней II и верхней III прикреплены под углом  $\alpha$  к поверхности сортировального стола 5.

Канал сепарирования, образованный зигзагообразными перегородками-отражателями 8, имеет ширину в нижней зоне I меньше, чем в верхней зоне. То есть канал сепарирования сужается к верхней зоне III.

В средней зоне II над поверхностью сортировального стола 5 дополнительно установлен лоток 10, поверхность которого имеет волнообразную форму и выполнена из сита, выполненного с характерными размерами отверстий, обеспечивающими разделение смеси целевого компонента с мелкими примесями от крупных примесей, для перемещения которых в верхнюю зону III, предусмотрена направляющая. Над лотком 10 установлено приёмное устройство в виде бункера 11.

С двух концов сортировочного стола 5 установлены сборники для целевого продукта и примесей 12 и 13.

Под ситовой поверхностью сортировального стола 5, имеющей характерные отверстия, обеспечивающие разделение целевого продукта от мелких примесей, размещен лоток 14, с возможностью установки его под углом, превышающим угол трения скольжения по нему мелких примесей и соединенного со сборником для их сбора 15.

Вибрационный сепаратор для разделения близких по физическим свойствам частиц работает следующим образом. При поступлении сыпучего материала в приёмный бункер 11, включается приводной механизм, и сортировальный стол 5 получает горизонтальное возвратно-поступательное движение в направлениях, указанных стрелкой (рисунок), при этом угол наклона сортировального стола 5 зафиксирован. Сыпучая зерновая смесь из бункера 11 попадает сначала на лоток 10, где в результате колебаний

и взаимодействия с перегородками-отражателями 8 обрабатываемая зерновая смесь расслаивается.

Более тяжелые и гладкие частицы перемещаются в нижние слои и движутся по уклону лотка 10, и при совпадении характерных размеров частиц целевого продукта с размерами отверстий сита просыпаются вместе с мелкими примесями на поверхность сортировального стола 5 в среднюю зону II канала, образованного зигзагообразными отражателями 8, прикреплёнными к сортировальному столу 5. А более легкие и с более шероховатой поверхностью частицы в результате сегрегации оказываются на поверхности зерновой смеси и движутся вверх в направлении зоны III, куда скатываются благодаря направляющей, обеспечивающей небольшой запас во времени и состоянии для разделения в этой зоне основной смеси целевого продукта и крупной примеси близкой по физическим свойствам к целевому продукту.

При этом волнообразная форма поверхности позволяет увеличить время пребывания и количество смеси целевого продукта и мелких примесей на поверхности лотка 10, что обеспечивает более качественное предварительное разделение сыпучих продуктов.

Просыпавшиеся в среднюю зону II сортировального стола 5 частицы зерновой смеси под воздействием колебаний окончательно самосортируются. Как и на лотке 10 частицы с меньшей плотностью всплывают в верхние слои, а частицы с большей плотностью погружаются в нижние слои, при этом мелкие частицы также проходят через ситовую поверхность средней зоны II сортировального стола 5 и выводятся из сепаратора по лотку 14 в сборник для примесей 15.

Так как ширина канала сепарирования непостоянна по высоте и по длине, то при постоянной амплитуде колебания сортировального стола 5, частицы одинакового размера, но имеющие меньшую плотность, находящиеся в верхних слоях зерновой смеси чаще контактируют со стенками зигзагообразных перегородок-отражателей 8 и направляются вверх по поверхности сортировочного стола 5 к сборнику для примесей 13, а более плотные частицы, которые находятся в нижних слоях зерновой смеси и практически не подвержены воздействию стенок зигзагообразных перегородок-отражателей 8, направляются вниз по поверхности сортировочного стола 5.

Таким образом, в средней зоне II частицы имеющие большую плотность движутся вниз к нижней зоне III, меньшую плот-

ность – вверх к верхней зоне I, а мелкие частицы просеиваются и выводятся из сепаратора.

В нижней зоне III частицы, имеющие большую плотность далее скатываются по гладкой поверхности, редко ударяясь о стенки зигзагообразных перегородок-отражателей 8, прикреплённых перпендикулярно к сортировальному столу 5 и выводятся из сепаратора в сборник для целевого продукта 12.

В верхней зоне I на направление движения частиц вверх по каналу решающее значение оказывает коэффициент трения этих частиц по шероховатой поверхности и конфигурация стенок перегородок-отражателей, а также и ширина канала. Так как ширина канала уменьшается частицы ударяются чаще о стенки перегородок-отражателей 8, а после удара задерживаются на шероховатой поверхности за счёт сил трения с шероховатой поверхностью и после следующего направленного удара движутся вверх и выводятся из сепаратора в сборник для примесей 13 [6].

Таким образом, при разных свойствах плотности и поверхности частиц, происходит более эффективное отделение от трудноотделимых примесей.

В результате была выбрана оптимальная конфигурация установки для отделения

сафлора от примесей для наиболее эффективной реализации процессов разделения.

### Список литературы

1. Соколов А.Я., Журавлев В.Ф., Душин В.Н. и др. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 445 с.
2. Бондаренко А.В. Разработка метода разделения трудноотделимых частиц при очистке сафлора на установке виброударного сепарирования / А.В. Бондаренко, С.В. Шахов, Е.З. Матеев, А.В. Ветров // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №5. – С. 159–160.
3. Матеев Е.З., Речкина Ю.Ю., Сурашов А.А., Репп Аэродинамические свойства семян прицепника широколистного // Материалы международной научно-практической конференции «Продукты питания и пищевая безопасность». – Алматы: АТУ, 2006 – С. 147–149.
4. Матеев Е.З. Имантаев З.З., Байузаков С.К. К вопросу очистки зерновой смеси от трудноотделимых примесей // Инновационные технологии в пищевой и лёгкой промышленности: Материалы международной научно-практической конференции. – Алматы: АТУ, 2008 – С. 229.
5. Самойлов В.А., Ярум А.И., Невзоров В.Н. и др. Новое оборудование для переработки зерновых культур в пищевые продукты / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 197 с.
6. Патент РФ №2558836 С1, МПК В07В9/00, В07В4/08, В07В1/46. Вибрационный сепаратор для разделения близких по физическим свойствам частиц / С.В. Шахов, Е.З. Матеев, А.В. Ветров, А.Н. Субботина (РФ). – Патентообладатель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (RU). – № 2014119320/03, заявлено 13.05.2014, опубл. 10.08.2015. Бюл. № 22 – 9 с.