

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Новосибирский государственный аграрный университет**

**Современное состояние механизации  
животноводства и переработки  
сельскохозяйственной продукции**

**Сборник научно-практической конференции  
(г. Новосибирск, 26 мая 2023 г.)**

**Новосибирск 2023**

УДК 631.3:636+664 (063)  
ББК 40.715+36, я 431  
С 568

Современное состояние механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сб. научно-практической конференции (г. Новосибирск, 26 мая 2023 г.) / Новосиб. гос. аграр. Ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. – 128с.

Сборник статей подготовлен на основе докладов научно-практической конференции «Современное состояние механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции», состоявшейся 26 мая 2023 г.

Были рассмотрены работы по техническим решениям оборудования для переработки сельскохозяйственной продукции, освещены практические и теоретические вопросы применения робототехнических средств в животноводстве и пищевой промышленности.

Издание может быть полезно для преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов и всех заинтересованных лиц.

Статьи в сборнике изданы в авторской редакции.

Оргкомитет:

А.А. Мезенов, к.т.н., доцент – заведующий кафедрой Механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции Новосибирского ГАУ

А.А. Диденко, к.т.н. – доцент кафедры Механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции Новосибирского ГАУ

Ответственный за выпуск сборника:

А.А. Мезенов, к.т.н., доцент – заведующий кафедрой Механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции Новосибирского ГАУ

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

УДК 621.798

## ОБСЛУЖИВАНИЕ ЛИНИИ УПАКОВКИ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ В МОДИФИЦИРОВАННУЮ ГАЗОВУЮ СРЕДУ

К.В. Бабицкая, студент

Научный руководитель Е.А. Пшенов, канд. техн. наук, доцент  
*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В статье проанализирована линия упаковки продуктов в модифицированной газовой среде. Представлен обзор существующих конструкции для перемещения и хранения газовых баллонов. Предложено техническое решение для облегчения физического труда и сокращения времени замены баллонов с газом при обслуживании линии упаковки на термоформовочных машинах.

**Ключевые слова:** модифицированная газовая среда, упаковка колбасных изделий, термоформовочная машина, транспортировка баллонов, газовая магистраль.

Мясная промышленность – одна из ведущих отраслей агропромышленного комплекса России, а мясо и мясопродукты – один из основных в рационе человека продуктов животного происхождения. Мясные продукты, как источник белка, занимают особое место в потребительской корзине россиян, учитывая особые климатические условия страны. Колбасная продукция находится на четвертом месте в шкале продуктов, пользующихся постоянным спросом у населения, уступая молочным продуктам, овощам, фруктам и хлебобулочным изделиям. Уровень потребления колбасных изделий является своего рода индикатором благосостояния нации.

Колбасные изделия готовят на основе мясного фарша с солью, специями и добавками, в оболочке или без нее и подвергают тепловой обработке до готовности к употреблению.

Ввиду ужесточения конкуренции между предприятиями пищевой промышленности возникает вопрос об увеличении срока хранения продукции. Это позволяет расширить географию продаж, доставив до потребителя товар надлежащего качества. Помимо использования консервантов, стабилизаторов и пищевых кислот применяется вакуумирование и упаковка в модифицированной газовой среде. Технологии отличаются между собой, у каждой из них есть свои плюсы и минусы [1].

Термоформуемая машина – для упаковывания продукции в данном случае используется пленка. Это наиболее распространенный вариант, оборудования, которое применяется на крупном производстве, так как обладает очень высокой производительностью. Термоформер (рис. 1) является одним из видов горизонтального упаковочного оборудования. Он объединяет в себе функции вакууматора, запайщика и упаковщика [5].

С помощью термоформера колбасные изделия и деликатесы помещаются в вакуумную или газомодифицированную среду между двумя слоями пленки. Это позволяет продлить срок их годности без изменения вкусовых свойств. Отличительная особенность любого термоформера – наличие формовочной зоны. В ней производится разогрев нижней пленки с последующим формованием углублений (лотков) под воздействием пуансонов, сжатого воздуха или вакуума.



*Рисунок 1. Термоформовочная машина MULTIVAC R 126*

Обслуживание наладчиком каждого термоформера происходит отдельно друг от друга. Каждая замена газового баллона занимает 10 минут и включает в себя: полную остановку линии упаковки, отключение пустого баллона, перемещение пустого баллона на склад хранения, перемещение нового полного баллона в цех, подключение нового полного баллона, настройка требуемого рецепта (при переходе на упаковку другой продукции). При перекрестной замене (замена нескольких пустых баллонов) время операции увеличивается. Перемещение газовых баллонов производится вручную за отсутствием на производстве специальных тележек.

Имеющееся на предприятии оборудование частично удовлетворяет современным требованиям производительности, качества и надежности. Но в связи с увеличением поставок контрагентам, требуются произвести работы по повышению эффективности оборудования на участке упаковки колбасных изделий и деликатесов. Не выполненный план и отставание влечет за собой просрочки поставок, а в следствии потерю денежных средств.

В данном случае проблемой является недостаточная производительность, малая скорость упаковки продукции и большие простои оборудования, связанные с обслуживанием.

В целях повышения производительности линии упаковки, предлагается установить газовую магистраль от всех трех термоформеров на склад, место хранения газовых баллонов (рис. 2). А также установить поворотное устройство для перемещения газовых баллонов в целях экономии рабочего времени. Магистраль позволит не перемещать тяжелые газовые баллоны со склада в цех и обратно, а поворотное устройство полностью избавит от потребности останавливать линию упаковки.



*Рисунок 2 Система коллекторов для газовых баллонов на предприятии*

В основном, для перемещения баллонов, используют специализированные тележки (рис. 3). Тележки для газовых баллонов используются для безопасного и легкого перемещения одного или нескольких газовых баллонов. Благодаря этому, они не могут опрокинуться или быть поврежденными во время транспортировки. Сама тележка, это устройство из металла, на котором располагаются баллоны, в слегка

наклонном положении и надежно крепятся цепью. Они имеют небольшой вес и габариты для удобства транспортировки и хранения [2].

Существует несколько разновидностей тележек. Одни из них рассчитаны на узкие и высокие баллоны, другие – на более широкие, но низкие.

Для транспортирования группы баллонов используют различные конструкции:

Моноблок для хранения, транспортировки, заправки и подачи технических газов из группы баллонов по ГОСТ 949-73 (рис. 3).



Тележка

Моноблок

Стойка

Рисунок 3. Конструкции для транспортировки баллонов

Паллеты и стойки для хранения баллонов (рис. 2): устойчивые и вместительные стойки до 12 баллонов, эта малогабаритная тара, легко можно перемещать вручную. Металлические паллеты позволяют безопасно и удобно провести транспортировку и погрузку краном, кран-балкой, вилочным погрузчиком.

Блоки из метало-композитных баллонов (рис. 4): предназначены для хранения и транспортировки газовых смесей. Рама защищает баллоны от механических повреждений и прямого солнечного излучения, позволяет транспортировать блок погрузочными механизмами. Коллектор с индивидуальными и общим вентилями позволяет осуществлять централизованную заправку и выдачу продукта из каждого баллона по отдельности или из всех баллонов одновременно [4].

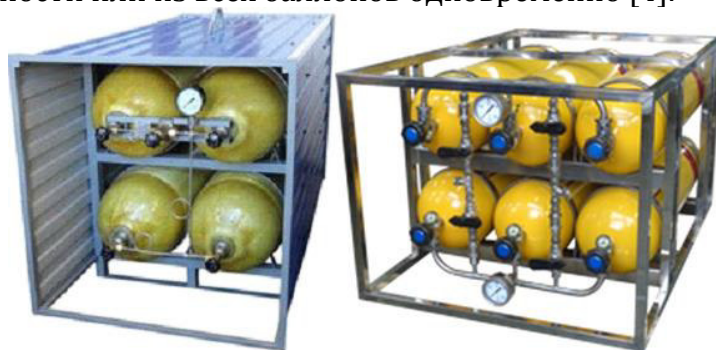
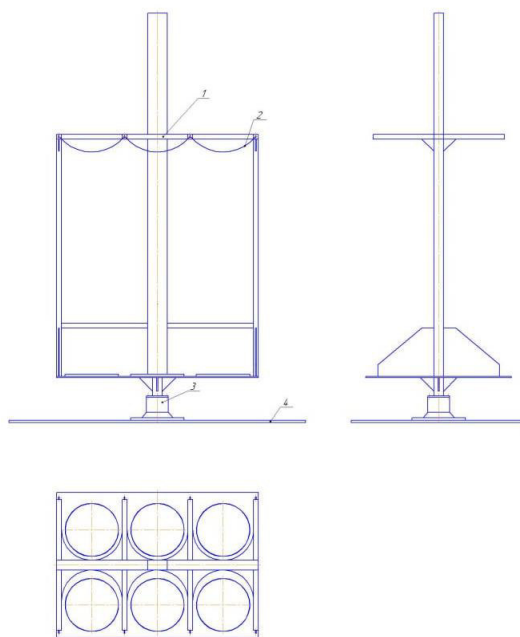


Рисунок 4. Блоки из метало-композитных баллонов

В условиях нашего производства ни одна из представленных конструкций не соответствует требованиям. Именно поэтому принято решение о создании собственной конструкторской разработки поворотной площадки (рис. 5).

Поворотная площадка представляет собой подшипниковый узел и расположенную на нем платформу. Опорный механизм, расположенный на платформе, представляют собой вертикальную опору и ремни фиксации баллонов. На платформе помещен ограничитель. Такая конструкция позволяет оперативно заменять баллоны и не занимая при этом большого количества времени.



*Рисунок 5 Схема поворотного устройства*

*1 – опора; 2 – крепежные ремни; 3 – подшипниковый узел; 4 – платформа.*

Принцип действия: Для бесперебойной работы нам нужно соединить все термоформовочные машины газовой магистралью и вывести к месту установки площадки. Этим мы исключим индивидуальную замену баллонов на каждой машине.

У нас есть два ряда баллонов на платформе и один ряд резервных баллонов. По обе стороны от рамки устанавливаются в ряд по три газовых баллона (начиная от центра) и крепятся ремнями для устойчивости и предотвращения возможного опрокидывания. Как только наступает момент замены баллонов наладчик переключает подачу газа с использованных баллонов на резервный ряд. Пустые баллоны отключают от сети. Платформа поворачивается на 180° и фиксируется в этом положении ограничителем.

Таким образом, ряд полных баллонов сменяет ряд пустых. Наладчик подключает баллоны к сети и переключает резервный ряд на основной. Ряд пустых баллонов заменяется на наполненные.

Такое решение делает линию упаковки практически безостановочной. Простои сводятся к минимуму, не исключая простоя вследствие замены пресс-формы.

В ходе прохождения производственной практики на одном из перерабатывающих предприятий, был выявлен недостаток связанных с недостаточно оперативной заменой баллонов для упаковки продукции с помощью термоформеров в модифицированную газовую среду, вследствие чего появляется простой оборудования.

Решением данной проблемы является модернизация линии упаковки, путем разработки газовой магистрали совместно с поворотной установкой, чтобы обеспечить бесперебойную работу на участке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смоленкова, О. В. Стандартизация, сертификация и теххимический контроль мясной продукции : учебное пособие / О. В. Смоленкова. — Курск : Курская ГСХА, 2008. — 128 с.
2. Тележки для газовых баллонов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.trioservice.ru/catalog/telezhki\\_i\\_posty/](https://www.trioservice.ru/catalog/telezhki_i_posty/)
3. Стойки, контейнеры и клетки для баллонов с техническим газом. [Электронный

ресурс] – Режим доступа: <https://agrostoi54.ru/katalog/skladskoe-oborudovanie-mebel-metallicheskaya/stojki-ballonov-tehnicheskimi-gazami>

4. Блоки из металло-композитных баллонов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mvif.ru/bloki-iz-metallokompozitnyh-ballonov>

5. MULTIVAC – R126 – УПАКОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://multivac.uz/product/resheniya/mashiny-dlja-upakovki-metodom-glubokoj-vytjazhki/r-126/>

УДК637.521.47

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ «ТЕФТЕЛИ»**

В.А. Годорожа, студент

Научный руководитель Е.А. Пшенов канд. техн. наук, доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В данной статье проведен анализ существующих конструкций для формования мясных рубленых полуфабрикатов «тефтели». Предложено конструктивное решение для автоматизации процесса формования полуфабрикатов.

**Ключевые слова:** формование, рубленые полуфабрикаты, формовочная машина, тефтели.

Анализ современного потребительского рынка показывает, что сегмент рубленых полуфабрикатов в общей доле вырабатываемых мясных продуктов остается наиболее динамично развивающимся в отношении объемов реализации, ассортимента и ценовых категорий вырабатываемых продуктов.

Необходимо отметить, что среди современных тенденций развития индустрии полуфабрикатов наблюдается увеличение доли специализированных предприятий, вырабатывающих широкий спектр охлажденных и замороженных продуктов.

Преимуществом мясных рубленых полуфабрикатов является и то, что, облегчая и уменьшая работу заготовочных цехов, сокращая время, необходимое для приготовления горячего мясного блюда или закуски, они позволяют увеличить пропускную способность предприятия. Мясокомбинаты вырабатывают полуфабрикаты в условиях, полностью гарантирующих свежесть, доброкачественность, чистоту и гигиеничность продуктов. Технологический процесс и рецептура построены так, что для данной разновидности полуфабриката используется только та часть мяса, которая по структуре ткани, упитанности, качеству и кулинарным свойствам строго соответствует [1].

Для производства различных видов рубленых полуфабрикатов одной из самых основных операций является формование.

Формование происходит за счет механического воздействия на мясное сырье для придания необходимых ему форм и размеров. Эта технологическая операция является одной из основных при производстве рубленых полуфабрикатов (котлеты, тефтели, пельмени, мясные хлеба и т. п.), и от ее выполнения зависит не только выход, но и качественные показатели готовой продукции.

Оборудование для формования может быть периодического и непрерывного действия, открытого (продукт контактирует с окружающей средой) и закрытого (вакуумного) исполнения.

Формование пищевых сред – один из самых сложных процессов придания перерабатываемому продукту определенной формы и размеров пищевой технологии, в

нем проявляется весь диапазон физико-механических свойств формуемого материала. Поэтому конструктивные особенности формирующих машин зависят от технологических свойств соответствующей среды [2].

Во время прохождения производственной практики в цехе производства полуфабрикатов на птицефабрике формирование тефтели производилось вручную на столе. Дозирование фарша осуществлялось котлетным автоматом с высокой скоростью, при этом формирование тефтелей осуществлялось вручную с низкой скоростью, тем самым увеличивалось время формирования, нагрузка на персонал и встречался брак в процессе формирования тефтелей.

Для повышения эффективности использования технологического оборудования для формирования рассмотрены следующие существующие конструкции для формирования рубленых полуфабрикатов «тефтели» работающих в тандеме с котлетными автоматами. Например, формовщик круглых фрикаделек (тефтелей) LaManervaC/EMBF (рис. 1).



Рисунок 1. Формовщик круглых фрикаделек (тефтелей) LaManervaC/EMBF

Формовщик работает с котлетным автоматом LaMinervaCE-653. Производительность 2200 изделий в час. Формовщик предназначен для средних и крупных пищевых производств, а также фабрик кухонь.

Особенности:

- части машины выполнены из анодированного алюминия и нержавеющей стали AISI 304;
- загрузочный бункер, скребки, формирующие ролики, конвейер и остальные части, контактирующие с продуктом, легко снимаются и очищаются;
- снабжен бесконтактными магнитными микро-выключателями;
- электрические элементы размещены в водонепроницаемом корпусе (по классу защиты IP 56);
- формовщик круглых фрикаделек (тефтелей) CE-MBF соответствует стандартам Совета Европы по гигиене и безопасности [3].

Данная машина не подходит для работы с котлетным автоматом GASERV3000-SP, не имеет регулировку скорости формирующего устройства и регулировку толщины продукта.

Машина для формовки фрикаделек и крокетов GASERS-1500-PC (рис. 2) используется на предприятиях общественного питания (столовые, кафе, рестораны), в колбасных цехах и фермерских хозяйствах.



Рисунок 2. Машина для формовки фрикаделек и крокет GASERS-1500-PC

Особенности:

- может работать в связке с любым шприцом (внешний диаметр выходного отверстия 30 мм);
- очень проста в обслуживании;
- машина на пневматическом приводе (без электропитания);
- простота, эффективность и экономичность технического устройства;
- возможность сборки линии по производству тефтелей или крокетов.
- дополнительные характеристики:
- производительность: 7500 тефтелей / ч (в зависимости от скорости работы шприца и типа фарша). Вес регулируется с заменой формовочного устройства (20-25-30 г);
- производительность: 10000 крокет / ч. Вес регулируется с заменой формовочного устройства и трубкой для выхода продукта. Макс. вес: 50 г. При весе менее 30 г. возможен вариант двойного выхода продукта;
- пневматический принцип действия: 6 кг/см<sup>2</sup>;
- расход воздуха 150 л/мин. [4].

Данная машина не предназначена для работы с котлетным автоматом GASERV3000-SP, из-за малого диапазона регулировки веса на выходе готового полуфабриката.

Шарикоформовочная машина предназначена для образования мясных шариков. Работает в связке с формовочной машиной FORMATICR2200 (рис. 3). Производительность — до 6000 шариков в час.

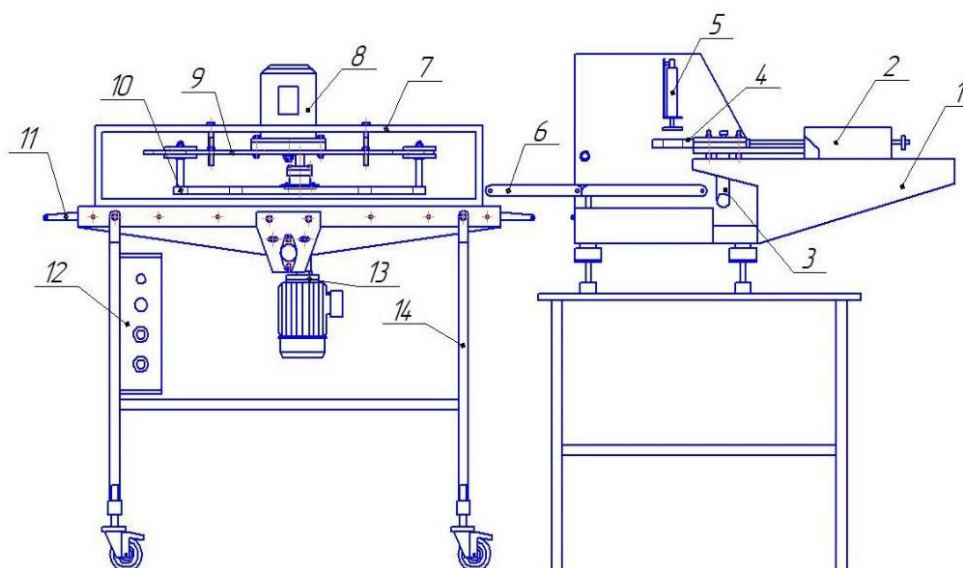


Рисунок .3. Машина для формовки мясных шариков Esonoball

Особенности:

- легко управляется, чистится и обслуживается;
- регулируемая скорость ленты для сопряжения с линейкой Formatic;
- регулируемая по высоте верхняя лента для разной толщины продукта;
- конструкция из нержавеющей стали;
- все элементы управления защищены по стандарту IP65;
- легко моется и обслуживается;
- ширина ленты от 200 мм;
- электропитание 220/240 В, однофазное [5].

Для решения проблем при формовании рубленых полуфабрикатов вручную, был проведен в ходе анализа существующих конструкций предложено техническое решение на основе машины для формовки мясных шариков Eсоnоball. Разрабатываемая машина (рис.4) предназначена для совместной работы с котлетным автоматом GASERV3000-SP.



*Рисунок 4. Предлагаемое решение машины для формовки мясных шариков: 1 – корпус, 2 – пневмоцилиндр формы, 3 – труба для входа фарша, 4 – форма, 5 – пневмоцилиндр выталкиватель, 6,11 – транспортер, 7,14 – рама, 8,13 – электродвигатель, 9 – опорная плита, 10 – рабочий орган, 12 – панель управления.*

Принцип работы машины заключается в следующем, котлетный автомат пневматического действия состоит из корпуса 1, в котором расположена формующая пластина 4 заполняемая фаршем через трубу подачи 3. По мере заполнения пневмоцилиндр 2 выталкивает формующую пластину 4 закрепленную на штоке. Пневмоцилиндр 5 закрепленный перпендикулярно отверстию в формующей пластине выталкивает сформированное изделие. Для того чтобы к поршням не прилипал фарш, на них разбрызгивается тонкая струйка воды, подводимая по патрубку. Сформованные изделия попадают на транспортер 6. Далее полуфабрикат перемещается на транспортер 11, приводимым в движение мотор-редуктором 13 машины для формовки мясных шариков. Рабочий орган 10 закрепленный на опорной плите 9 путем кругового перемещения приводимым мотор-редуктором 8 придает сферическую форму полуфабрикату.

Таким образом, для перехода на автоматизированный процесс формирования тефтелей в условиях цеха полуфабрикатов необходимо разработать машину на основании анализа существующих конструкций, которая позволит снизить время, затраченное на данную операцию и увеличить качество выпускаемого полуфабриката.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогов, И.А. Общая технология мяса и мясопродуктов. Книга 1: учеб. пособие / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. — М.: КолосС, 2009. — С. 321.
2. Кузнецов В.Н. Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: практикум: учебное пособие / В. Н. Кузнецов И. А. Смирнов. — пос. Караваяево: КГСХА, 2020. — С. 92.
3. Формовщик круглых фрикаделек (тефтелей) CE-MBF//[Текст] URL: <http://www.peruza.ru/production/kotletnye-avtomaty/formovshchik -kruglykh-frikadelek-teftelej-ce-mbf.html>.
4. Машина для формовки фрикаделек и крокет GASERS-1500-PC//[Текст] URL: <https://lideroborudovanie.ru/catalog/pressy-dlya-gamburgerov-kotletoformovshchiki/mashina-kotletoformovochnaya-gaser-s-1500-rc>.
5. Машина для формовки мясных шариков (тефтелей) Econoball//[Текст] URL: [https://meatolimp.ru/catalog/proizvodstvo-polufabrikatov-i-gotovyyh-blyud/formovochnyemashiny/mashina-dlya-formovki-sharikov-\(tefteley\)-econoboll](https://meatolimp.ru/catalog/proizvodstvo-polufabrikatov-i-gotovyyh-blyud/formovochnyemashiny/mashina-dlya-formovki-sharikov-(tefteley)-econoboll).

УДК 663.28

### СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИНОГРАДНЫХ ВИН

В.Ф. Жданова студент

А.Д. Охременко студент

Научный руководитель Е.А. Пшенов канд. техн. наук, доцент  
*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В статье приводится характеристика современной технологии производства виноградных вин. Рассмотрены основные стадии технологического процесса производства виноградных вин, а также применяемое технологическое оборудование.

**Ключевые слова:** вино виноградное, технологическая схема, этапы производства, дробление, прессование, оборудование.

Объектом исследования явился технологический процесс производства виноградных вин.

Виноградное вино – это ферментированный алкогольный напиток, который получают в процессе полного или частичного брожения виноградного сока. Иногда используют другие плоды, но настоящим считается только вино из винограда.

Рассмотрим этапы технологического процесса производства виноградных вин:

1) Сбор и транспортировка

Сбор винограда надо производить только по достижении ягодами полной зрелости.

Не следует собирать виноград в дождливую погоду, в туман и слишком рано утром, пока не сошла роса. Вообще от времени сбора, равно как и от времени дня, зависит качество вина. Как замечено, виноград, собранный по возможности рано, до полудня, даст больше аромата. Виноград надо собирать не сразу, а в несколько приёмов, по мере созревания гроздей, т.е. производить выборочный сбор. Он несколько дороже, но даст лучшие результаты и применяется для получения высоких, тонких вин [1, 2].

При сборе всегда следует производить сортировку плодов, отделяя плохо вызревшие, загнившие или попорченные кисти.

Используемое оборудование: анализаторы винограда. Система предназначена для автоматизированного отбора проб и экспресс-анализа винограда, поступающего на

винзавод. Проба берется с помощью зонда из каждой автомашины. Небольшая порция сусла поступает из зонда в автоматический анализатор (рис. 1) [3].



Рисунок 1. Анализатор винограда:  
а – схема пробоотборника; б – пробоотборник; в – анализатор.

В течение нескольких секунд происходит определение показателей - содержания сахара в винограде (при необходимости возможно определение титруемой кислотности сусла и других показателей). Данные распечатываются на накладной. Выдает максимально объективную информацию о показателях, значительно увеличивает скорость проведения проб и пропускную способность приемного пункта. Оптимизирует расчеты с поставщиками сырья.

## 2) Прессование

Для прессования целых гроздей применяют горизонтальные пневматические и механические прессы производительностью до 5 т/ч, ленточные прессы производительностью 10-20 т/ч, щековые прессы (ПВГ-30) для получения сусла высшего качества (СВК) из гроздей винограда.

Используемое оборудование: бункеры-питатели. Пресс (рис. 2) представляет собой шнековый бункер-питатель, оснащенный внутренними перфорированными стенками, желобом и подвижной плитой [4].

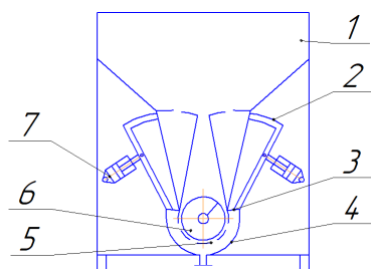


Рисунок 2. Схема бункера-пресса:

1 - бункер; 2 - поворотная щека; 3 - шарнир; 4- кожух с патрубком для отвода сусла; 5 - перфорированный лоток; 6 - транспортирующий шнек; 7 – гидроцилиндр

Виноград прессуется в результате колебательного движения щеки. Сусло стекает через перфорированные поверхности в суслосборник. Мезга допрессовывается на прессах непрерывного действия. Выход сусла 50-52 дал/т, производительность 30 т/ч.

## 3) Дробление

Дробление винограда - одна из наиболее ответственных операций в технологическом процессе приготовления виноматериалов. В значительной степени эта операция определяет качество получаемого сусла и вина.

Целью дробления винограда является разрушение кожицы ягод для выхода сока, но, ни в коем случае не перетирания их. Выход сока обуславливается повреждением протоплазмы клеток кожицы винограда и увеличением ее проницаемости.

Используемое оборудование: дробилки [3] состоящей из загрузочного бункера, гребнеотделяющего вала, перфорированного цилиндра и привода (рис.3).



а  
 б  
 Рисунок 3. Дробилка валкового типа  
 а - рабочий барабан дробилки; б – общий вид дробилки валкового типа.

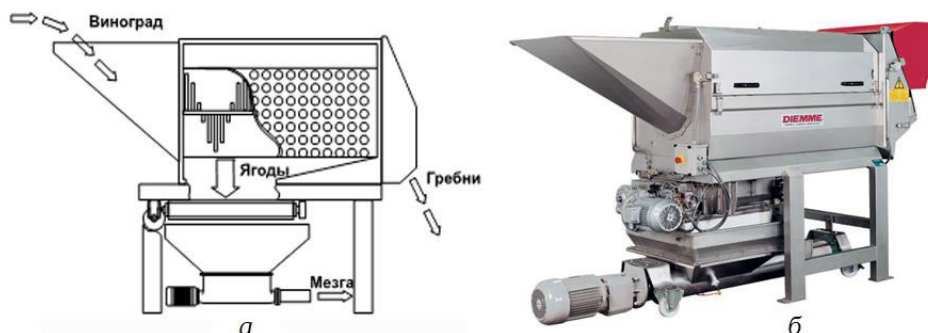
Гребнеотделяющий вал представляет собой вращающийся вал из нержавеющей стали, на котором по винтовой линии расположены бичи. Перфорированный цилиндр в процессе работы вращается с небольшой скоростью в противоположном к гребнеотделяющему валу направлении. Ягоды отделяются от гребней и, проходя через отверстия в цилиндре, попадают на валки, изготовленные из специального пластика. Передробленная мезга собирается в сборник и перекачивается винтовым насосом [3].

Применение дробилок такого типа позволяет производить процесс дробления виноградной ягоды более мягко, с незначительным перетиранием кожицы и косточек. Это улучшает качество суслу и уменьшает количество взвесей.

#### 4) Гребнеотделение

Отделение гребней от ягод винограда может производиться одновременно с дроблением, до дробления или после него. Если гребни зеленые, недозревшие, то они придают вину травянистый гребневой привкус. Поэтому недостаточно вызревшие гребни, а также гребни винограда, поврежденного болезнями, подлежат обязательному удалению.

Используемое оборудование: дробилки-гребнеотделители [3].



а  
 б  
 Рисунок 4. Дробилка-гребнеотделитель  
 а – схема работы дробилки-гребнеотделителя; б – общий вид дробилки-гребнеотделитель

#### 5) Обработка мезги

Полученная после дробления винограда мезга подвергается различным обработкам, в результате которых происходят экстрагирование растворимых веществ и обогащение ими жидкой фазы.

Используемое оборудование: прессы мембранные пневматические барабанного типа (рис. 5). Пресс представляет собой вращающийся барабан из нержавеющей стали, внутри которого имеется гибкая мембрана из плотного клеенчатого материала. В

стенках барабана есть сливные отверстия, через которые выходит сусло (виноградный сок). Мезга подается в пресс через осевой штуцер либо через открытые дверцы. Также через дверцы можно загружать виноград целыми гроздьями, например, для производства шампанских виноматериалов [3].

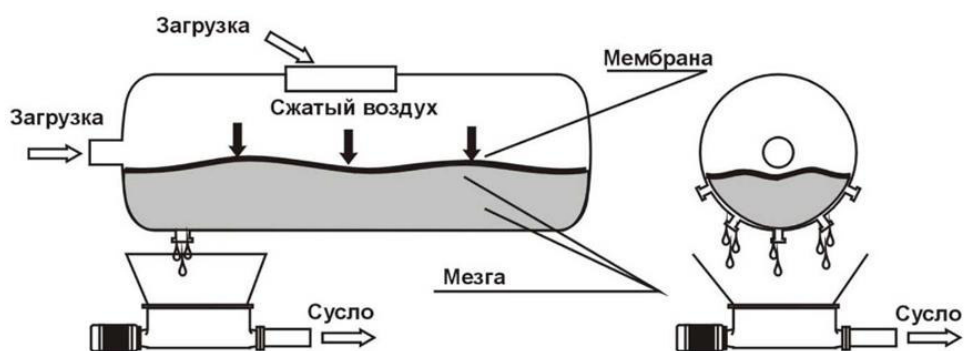


Рисунок 5. Схема работы мембранного пресса барабанного типа.

#### 6) Выделение из мезги сусла-самотека

Виноградная мезга содержит до 85 % сока. Этот сок выделяют из мезги четырьмя способами: стеканием под действием силы тяжести (гравитационной силы); прессованием; центрифугированием (центробежные силы); нутчированием, т. е. откачиванием сока в вакууме (сила разницы давлений).

Используемое оборудование: винификаторы вертикальные для производства красных вин

#### 7) Осветление перед брожением

Осветление сусла, технологическая операция первичного виноделия, направленная на отделение дисперсной фазы от жидкой фазы. Проводится с целью удаления из сусла взвешенных частиц, дикой микрофлоры, коллоидов, окислительных ферментов.

Применяют различные способы отстаивания сусла: с сульфитацией, с сульфитацией и искусственным охлаждением, с обработкой сусла сорбентами и флокулянтами.

Используемое оборудование: гидроциклон, фильтр, флотаторы

#### 8) Брожение сусла

Виноделие основано на спиртовом брожении, которое осуществляют дрожжи в процессе своей жизнедеятельности. Кроме дрожжей в сусле и вине развиваются плесневые грибы и бактерии. На различных этапах приготовления и стадиях "жизни" вина эти микроорганизмы оказывают полезное или нежелательное воздействие. Поэтому необходимо уметь управлять их жизнедеятельностью учитывая некоторые особенности роста дрожжей.

#### 9) Снятие с дрожжей

Переливание производят сифоном (резиновой трубкой) или декантацией (переливая через край), при этом стараются не задеть осадка. Трубку опускают, не доходя 3 см до дрожжевого осадка, а сливают только прозрачное вино.

Используемое оборудование: сифон

#### 10) Выдержка виноматериалов

Выдержка виноматериалов - технологический процесс, в результате которого: формируется вкус; букет характерен для вина данного типа; выпадают в осадок нестойкие соединения; выпадает в осадок большинство микроорганизмов; вино осветляется; вино становится стабильным к помутнениям.

Осветление и стабилизация вин

Для осветления вин и предотвращения возможных помутнений из них удаляют: частицы различной степени дисперсности; нестойкие соединения; микроорганизмы.

#### 11) Термическая обработка вин

- Обработка вин холодом. Применяется для придания им стабильности за счет выделения в осадок при пониженных температурах составных.

- Обработка вин теплом. Пастеризация предусматривает, нагрев вина до температуры 50-75 С и выше в зависимости от типа. Пастеризацию вин проводят до розлива путем их нагревания в теплообменных аппаратах в потоке, либо после розлива в бутылках.

- Горячий розлив предусматривает розлив в бутылки вина, нагретого до 43 - 45 °С. Этот метод обеспечивает хорошую биологическую стабильность вина, поскольку оно в бутылках находится некоторое время горячим (самоостывание).

Используемое оборудование: теплообменники «труба-в-трубе».

#### 12) Обеспечение кондиционности вин

Обработанные виноматериалы не всегда по своим технологическим характеристикам - кондициям (содержанию сахара, спирта, кислотности и т. д.) удовлетворяют требованиям, предъявляемым к винам конкретного типа. Для доведения вина до определенных кондиций и розливозрелого состояния применяют следующие технологические приемы:

- купажирование (смешивание в определенных пропорциях различных виноматериалов и других компонентов для получения кондиционного продукта);

- спиртование (внесение в виноматериалы или другие продукты виноделия ректифицированного этилового спирта в строго определенных количествах);

- кислотопонижение (Используется для исправления виноматериалов с чрезмерно высокой титруемой кислотностью, в основном за счет повышенного содержания яблочной кислоты) и др. в соответствии ТР ТС 029/2012.

Используемое оборудование:

#### 13) Розлив

В бутылки разливают вина, прошедшие полный цикл технологической обработки. Разливаемое в бутылки вино должно быть стойким к действию воздуха, изменению температур, обладать биологической и химической стабильностью, поэтому перед розливом в бутылки каждую партию вина проверяют на розливостойкость.

Кроме того, вина, разливаемые в бутылки, по качеству и кондициям должны удовлетворять требованиям к готовой продукции. Перед подачей на розлив должен быть сделан подробный химический анализ вина по всем показателям, характеризующим данный тип вина, проверена его микробиологическая характеристика и дана органолептическая оценка дегустационной комиссией завода.

После укупорки бутылок контролируют герметичность укупорки, целостность бутылки, ее чистоту и чистоту вина. Для контроля бутылки переворачивают горлышком вниз, при этом из неплотно укупоренных бутылок вино просачивается, тяжелые включения (стекло) опускаются, а легкие (крошки пробки, ворс) поднимаются.

При наклейке кольереток, этикеток и ярлыков не допускаются перекосы, складки и надрывы. При контроле обращают особое внимание на соответствие этикетки наименованию разливаемого вина в соответствии с ТР ТС 022/2011 и ТРИ ТС 005/2011.

Используемое оборудование: автомат розлива вина

В 2020 году учеными института «Магарач» в соответствии с приоритетами, определенными Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, Концепцией цифровизации сельского хозяйства, получены фундаментальные научные знания в области виноградарства, реализация которых будет способствовать развитию виноградовинодельческой отрасли.

Разработаны технические предложения по модернизации и созданию машин и оборудования нового поколения для возделывания виноградников по современным агротехнологиям: машины для предплантажной обработки почв для закладки виноградников; фрезы для выравнивания поверхности поля; прививочной машины; щелеобразователя для посадки саженцев винограда; машины с поворотным рабочим органом для ремонта виноградников; машины для чеканки виноградных побегов; машины для рыхления почвы; опрыскивателя тоннельного типа; виноградопосадочной машины; буксируемого комбайна для уборки виноград [4].

Для успешного выполнения государственных заданий по развитию отрасли сельскохозяйственная наука должна активно разрабатывать инновационный сектор исследований. К сожалению, по многим позициям российские ученые на десятилетия отстают от мировых трендов. Серьезная научная работа не мыслима без столь же серьезных капиталовложений. Сложившаяся структура виноградарских хозяйств подсказывает единственный на данный момент выход для реализации научных исследований — привлечение крупных сельхозпроизводителей и агрохолдингов к финансированию академической науки и инновационных разработок. Но в условиях российской версии капиталистической экономики крупным игрокам нет никакого смысла вкладываться в развитие отечественной науки, т. к. использование уже апробированного зарубежного оборудования и технологий на данном этапе приносит им значительные прибыли. Это несет определенные риски для продовольственной безопасности страны, поскольку создает иллюзию успешной системы импортозамещения [5].

Таким образом, можно сделать следующие выводы: Винодельческое производство с правильно организованным теххимическим и микробиологическим контролем гарантирует вина без заболеваний и появления в них пороков, снижающих их качество. Не малую роль в технологическом процессе играет оборудование. Основными факторами, определяющими набор технологического оборудования, являются: количество сырья, технологическая схема переработки сырья и выпуска продукции, требования, предъявляемые законодательством.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные технологические операции производства вин. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://milesta.ru/news/cat/news/post/oborudovaniye\\_dlya\\_pererabotki\\_vinograda4/](https://milesta.ru/news/cat/news/post/oborudovaniye_dlya_pererabotki_vinograda4/)
2. Прессования целых гроздей винограда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.comodity.ru/vinebrandy/grapesprocessing/19.html>
3. Технология производства виноградных вин. – Москва: StatSoft, Inc., 2020. URL: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://luxgradus.ru/vino-traditsionnyie-tehnologii.html>.
4. Лиховской, В. В. Основные результаты научных исследований ФГБУН "ВНИИВиВ "Магарач" РАН" 2020 года в области виноградарства / В. В. Лиховской, Н. В. Алейникова // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2021. – Т. 32. – С. 70-78.
5. Власов, А. И. Современные мировые тенденции в изучении проблем орошаемого виноградарства: краткий обзор / А. И. Власов, А. Д. Свиридова // Экономика и экология территориальных образований. – 2021. – Т. 5, № 4. – С. 28-36.

## ОБЗОР МАШИН ДЛЯ РЕЗКИ КУРИНЫХ ЛАП

А.С. Немчанина, студентка, гр.3405

Научный руководитель: Мезенов А.А. канд.техн.наук, доцент

*Новосибирский государственный университет*

**Аннотация.** В данной статье раскрываются перспективные направления экспорта куриных лап, основные особенности и принцип действия машины для резки куриных лап и выявлены основные преимущества и недостатки.

**Ключевые слова:**резка куриных лап, транспортерная лента, дисковые ножи.

В настоящее время перспективным направлением экспорта продукции птицеводства является Китайская Народная Республика. Одним из наиболее интересующих Китай продуктов переработки птицы являются ноги цыплят-бройлеров. В Китае куриные лапки считаются большим деликатесом: из них делают блюда различного ассортимента, продают в упаковках как чипсы и в др. виде.

Куриные лапки обладают высокой питательной ценностью, а также богаты кальцием и коллагеном.



*Рисунок 1 – Куриные лапы в соусе.*

Куриные ножки должны быть обрезаны до необходимого размера с помощью дисковых ножей.

В технологии переработки куриных лап используется машина для резки куриных ножек.



*Рисунок 2 – Отрезанная лапа.*

Особенностями промышленной машины для резки куриных лап являются:

- Резка аккуратная – без костных сколов и спаек;
- Трансмиссионная система оснащена высококачественным мотором-редуктором с невысоким уровнем шума;
- Контактные части материала и машины соответствуют национальным стандартам гигиены пищевых продуктов.

Машина для резки куриных лап состоит из рамы, центрального конвейера, приемного лотка-распределителя, дискового двухпозиционного ножа, приводных

мотор-редукторов и ящика управления. Лента транспортера с двух сторон оборудована захватами для удержания частей курицы в процессе обрезки. Привод комплектуется частотным преобразователем для точной регулировки скорости движения конвейера. На выходе транспортер оборудован приемным лотком, который обеспечивает подачу продукции в подготовленную тару или на отводящий транспортер.

Подготовленные к разделке лапки курицы подаются транспортером на приемный лоток, по которому распределяются на два потока с обеих сторон конвейера. Затем куриные ножки укладываются вручную в специальные захваты по краям транспортера. По ходу движения захватов, ножки перемещаются в зону разделки, где с помощью дискового ножа, часть заготовки обрезается. Далее обрезанные куриные ножки подаются на транспортер, отводящий готовую продукцию. Обрезанные отходы собираются с внешних сторон транспортера в пустую тару.

У представленных ниже оборудований для резки куриных лап принцип действия одинаковый. Но отличаются по конструкции транспортерной ленты и производительности. В таблице представлен анализ технические характеристики машин для резки.

*Таблица – Техническая характеристика машин для резки куриных лап.*

	KN-JZJ	KN-QZ5	YZ-JZTPJ	PEK-MONT
Производительность	500-600 кг/ч	500-600 кг/ч	1000 кг/ч	600 кг/ч
Напряжение	380В			
Габаритные размеры	3000*1200*800	3240*1170*1100	3000*800*1000	3350*1150*1350
Вес	320 кг	240 кг	300 кг	430 кг

Оборудование для резки куриных лап KN-JZJ транспортерная лента представлена в виде проволочной сетки с зазорами. Главным недостатком данной машины является один ряд захватов, при том возможен недорез лап (рис.3).



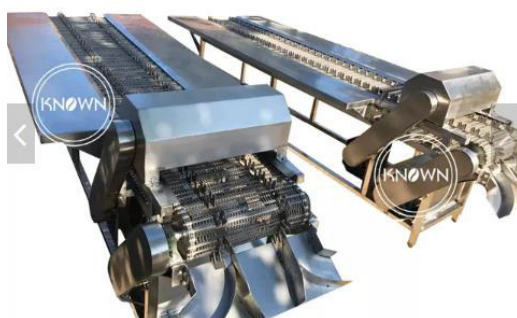
*Рисунок 3 – KN-JZJ.*

Машина от производителя PEK-MONT для резки и транспортировки куриных лап отличается конструкцией рамы под которой находятся дисковые ножи и конструкцией транспортерной ленты. Преимуществом данной машины является отсекатель, который находится на транспортерной ленте и разделяет уже отрезанные части куриной ноги (рис.4.).



*Рисунок 4 – PEK-MONT.*

KN-QZ5 машина для резки куриных ножек, передача с высококачественным мотор-редуктором, машинный шум небольшой. Данная машина отличается конструкцией транспортной ленты, небольшой массой 240 кг (рис.5).



*Рисунок 5 – KN-QZ5.*

YZ-JZTPJ отличается конструкцией транспортной ленты сплошная нержавеющая сталь 304 (рис.6).



*Рисунок 6 – YZ-JZTPJ.*

Анализ конструкции оборудования и таблицы предоставляет технические характеристики четырех моделей машин для резки куриных лап, в том числе их производительность, напряжение, габаритные размеры и вес.

Одним из самых важных параметров является производительность, которая указывает на количество продукции, которое будет произведено за единицу времени. Здесь мы видим, что модель YZ-JZTPJ имеет большую производительность 1000 кг/ч, в то время как KN-JZJ,KN-QZ5,PEK-MONT – 500 – 600 кг/ч .

Значения напряжения в 380 В также имеют большое значение, так как это может влиять на работу оборудования и требовать дополнительных усилий и затрат для его подключения.

Габаритные размеры и вес могут быть решающими факторами при выборе оборудования, так как они могут влиять на доступность и местоположение оборудования на производственной площадке. В данной таблице мы видим, что разные модели имеют различные габариты и веса, что может быть важным для разных предприятий.

В сравнении с оборудованием Stork находящееся на предприятии по переработке птицы и на основании вышеуказанных фактов было установлено, что лента транспортера разработана по принципу двух рядов захватами ножек, что отличается от используемого в перерабатывающем цехе оборудования, что, в свою очередь, является фактором недорезания куриных лап.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Описание принципа действия и конструкции машины для резки куриных лап [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://smileone.su/uvolnenie/mashina-dlya-rezki-kurinyh-lapok-transporter-dlya-obrezki-lap-kuritsy.html?ysclid=lbuyao304m649927674>
2. Портной, А. И. Влияние способа содержания на выход и качество ног цыплят-бройлеров / А. И. Портной, В. Е. Городничева // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2021. – № 4(43). – С. 3-7.
3. Техническая характеристика машины РЕК-MONT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dpprom.ru/products/mashina-dlya-rezki-i-transportirovki-kurinykh-lap/>
4. Техническая характеристика машины KN-JZJ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russian.alibaba.com/product-detail/OEM-Commercial-fresh-chicken-feet-processing-60802010679.html>
5. KN-QZ5 машина для резки куриных ножек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russian.alibaba.com/product-detail/2022-Cheap-price-500-600kg-h-62194769247.html>
6. YZ-JZTPJ техническая характеристика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russian.alibaba.com/product-detail/chicken-feet-washing-machine-chicken-claw-62157295206.html>

УДК 621.798

#### ОБЗОР МАШИН ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ КОРОБОК

Т. Ю. Овечкина, студент

Научный руководитель Е.А. Пшенов, канд. техн. наук., доцент  
*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** Представлен обзор оборудования для формования коробок из гофрированного картона. В ходе анализа процесса формирования гофротары при прохождении производственной практики решено для облегчения ручного труда, повышения производительности и качества коробок установить, полуавтомат заклещик. А также предложено техническое решение для автоматической укладки готовых коробок в горизонтальные ряды по 8-10 штук.

**Ключевые слова:** гофротара, полуавтоматический/автоматический заклещик.

На сегодняшний день классические четырехклапанные картонные коробки являются основным видом упаковки готовой продукции. В них же продукция хранится на складах и транспортируется в магазины. На перерабатывающие предприятия гофротара поставляется в сложенном виде в кассетах. Складывание и заклейка дна коробок на некоторых предприятиях до сих пор проводится вручную. Человеческий фактор в этом случае оказывает негативное влияние. Во время прохождения производственной практики на мясокомбинате выявлен ряд пробоев и недостатков ручного способа формования коробок. А именно на предприятии используют более 5

видов коробок размерами 250×160×150, 394×294×120, 390×290×170, 578×375×118, 565×377×111. На операции складывания коробок и заклеивке её дна одновременно задействовано более четырех человек. Производительность труда у людей сильно отличается. Нередки случаи простоя линий упаковки из-за отсутствия готовых коробок, что приводит к срыву сроков отгрузки готовой продукции, предприятие терпит убытки из-за штрафов.

При этом на рынке представлено большое разнообразие оборудования для обеспечения автоматизированного или полуавтоматизированного процесса формирования и заклеивки дна коробок так называемые заклейки гофрокоробов. Высокая производительность таких упаковочных линий позволяет значительно снизить затраты ручного труда и повысить качество готовых коробок, что является целесообразным и экономически оправданным. Рассмотрим некоторые из них.

Полуавтоматический заклещик коробов CS-22 (рис. 1) предназначен для упаковки одиночных картонных коробок путем заклеивки их липкой лентой (типа скотч). Заклеивка коробки осуществляется сверху и снизу. Полуавтоматический заклещик коробов имеет ручную регулировку размеров коробки [1] в диапазоне длина коробки > 100 мм; ширина коробки 120 – 500 мм; высота коробки 120 – 600 мм. При этом скорость транспортера составляет 22 м/мин. Габаритные размеры 1580×640×1330мм.



*Рисунок 1. Полуавтоматический заклещик коробов CS-22*

Этот аппарат формируют готовую коробку и проклеивает верх и низ, что не позволяет нам заполнить гофрокороб готовой продукцией, так как на нашем предприятии работа идет поэтапно, а именно создаются гофрокороба с заклеенным дном для дальнейшего заполнения их готовой продукцией, а после заклеиваются верхние клапана коробки.

Автоматический заклещик коробов FXJ-5050ZBR с нанесением клея-расплава (рис.2) – интересная модель в обновленной серии автоматических заклещиков коробов FXJ с пневматикой от завода Hualian. Ее особенностью является наличие функции нанесения клея-расплава. Заклещик автоматически складывает уши коробов из гофркартона и наносит для заклеивки термоплавкий клей. Аппарат обеспечивает высокое качество и надежность упаковки, достаточное даже для тяжелых, габаритных коробов. Плотное закрытие ушей препятствует кражам, а любые попытки несанкционированного вскрытия оставляют заметные следы. Стыки в местах заклеивки получаются ровными, без перегибов и морщин. Возможность открывания коробки без вспомогательных инструментов (ножа)[2].



Рисунок 2. Автоматический заклещик коробов FXJ-5050ZBR

Автоматический пневматический заклещик коробов может эксплуатироваться как автономно, так и в составе производственных линий.

Клеевая станция имеет простой, интуитивно понятный интерфейс, проста в обслуживании и ремонте. Непрерывная загрузка клея позволяет оборудованию работать без простоев для перезагрузки. Тип используемого расходного материала – гранулированный клей-расплав.

Максимальные размеры картонных коробов 600×500×500мм; минимальные размеры картонных коробов 160×200×180 мм; скорость заклейки 14м/мин; объем бункера для клея 5,6 л; расход клея 2 грамма на метр; Габариты (Д×Ш×В) 1980×920×(2100-2250) мм

Данный заклещик гофрокоробов нам не подходит из-за больших габаритов и высокой стоимости 1900 тыс. рублей.

Бюджетная версия DZF-5050 полуавтомат для складывания и заклейки дна коробов (рис. 3) обеспечивает складывание нижних клапанов и заклеивания низа предварительно расправленной из вырубki коробки.

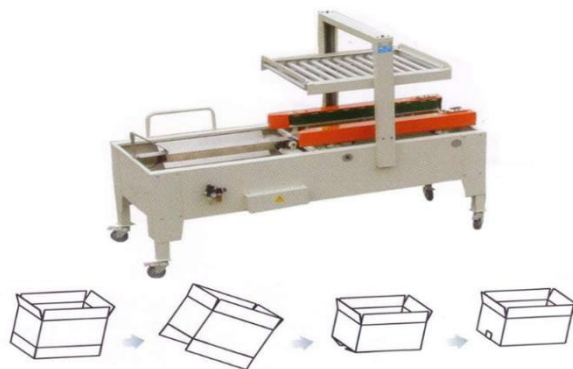


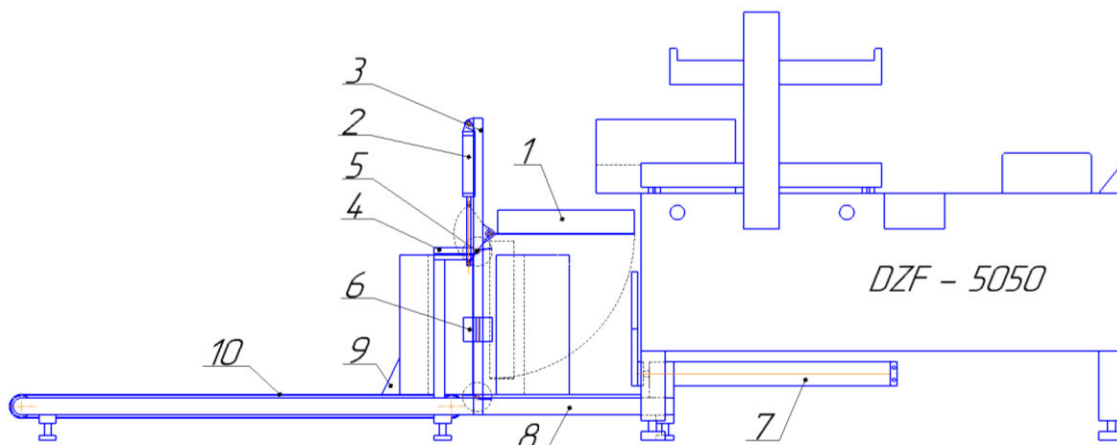
Рисунок 3. DZF-5050 Полуавтомат для складывания и заклейки дна коробов

Под размеры коробки оборудования настраивается легко – при помощи механического вращательного рычага. Минимальный размер используемой коробки 200×160×110 мм, максимальный размер 600×500×500 мм. Для работы оборудования необходим компрессор. DZF-5050 отличается простотой, функциональностью, надежностью и длительным эксплуатационным сроком. Аппарат может использоваться как автономно, так и в составе производственной линии. Скорость заклейки 22м/мин. Внешние размеры 2000×860×1700 мм.

Представленные заклещики коробов предполагают ручную загрузку и расправление вырубki коробки, а также ручной прием готовой заклеенной коробки. Что требует задействовать два человека для выхода машины на полную производительность. Во время производственной практики на мясокомбинате готовые

коробки укладывались коробка в коробку в ряд по 8-10 коробок, и укладываются на паллеты для перевозки в цеха упаковки готовой продукции.

Для повышения эффективности технологического оборудования для формирования гофротары предлагается приобрести полуавтомат DZF-5050. Разработать и установить приемное устройство для полуавтоматического заклеивания коробов позволяющего принимать готовые коробки и укладывать их в «столбики» по 8-10 коробок, тем самым освободив одного человека.



*Рисунок 4 Предлагаемый укладчик коробок*

*1 – приёмное устройство; 2 – пневмоцилиндр; 3 – рама ; 4 –регулируемая площадка 5 – поворотные горизонтальные прижимы; 6 – поворотные вертикальные прижимы; 7 – толкатель; 8 – рама; 9 – упор; 10 – транспортёр.*

Назначение: складывания нижних клапанов и заклейки дна коробок габаритами от 200x160x110 мм до 600x500x500 мм.

Предлагаемая связка приемного устройства и полуавтомата для формирования и заклейки дна коробок работает следующим образом: оператор в начале цикла берет одну сложенную вырубку коробки, предварительно повернув, выравнивает её геометрию, опирает на металлическую балку, продвигая ее вручную вперед. Вертикальные клапаны прижимаются, а металлические пластины закрывают оставшиеся клапаны. Сбоку и сверху оборудования имеются отверстия для вращения рычага регулировки размера коробок, которым настраиваются габариты под конкретные виды коробок. Коробка проходит через ролики на клейкую ленту, а затем с помощью щеток идет проглаживание скотча с коробкой. Для склеивания подходят следующие типы клейкой ленты: БОПП, ПВХ, бумажная лента. Возможная ширина ленты 48, 60, 72 мм[3].

Далее коробка попадает в укладчик коробок (рис. 4). Включающее приёмное устройство 1 управляемое пневмоцилиндром 2, установленным на раме 3. Коробка принимается двумя подвижными направляющими, опрокидывается на 90 градусов, после чего направляющие раздвигаются и коробка падает на приемную площадку. Затем толкатель 7, предварительно настроенный под габариты коробки, продвигает коробку на транспортёр 10 до упора 9. На регулируемой площадке 4 установлены четыре поворотных прижима два горизонтальных 5 и два вертикальных 6, они прижимают клапана коробки, для того чтобы обеспечить заход следующей коробки. Затем процесс повторяется, и следующая коробка вставляется в предыдущую, при этом движение толкателя синхронизировано с движением транспортера. Благодаря этому создаётся ряд готовых коробок, для выкладки на палет. В связи с этим предлагаемое решение позволяет эргономично доставить палет с рядами коробок, в цеха готовой продукции для дальнейшей упаковки выпускаемого ассортимента продукции.

В ходе анализа существующих заклеящиков коробов установлено, что DZF-5050 полуавтомат для складывания и заклейки дна коробок повышает производительность сборки гофротары, исключает брак собранной коробки и уменьшает расход скотча, имеет относительно низкую стоимость и небольшие габаритные размеры. А предлагаемый укладчик коробок повышает производительность труда и сокращает количество персонала, задействованного на операции заклейки коробок.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полуавтоматический заклеящик коробов CS-22.[Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://chinkorack.ru/chinko-manuals/89-poluavtomaticheskij-zakleishchik-korobov-cs-22.php>
2. Автоматический заклеящик коробов FXJ-5050ZBR.[Электронный ресурс]. – Режим доступа:[https://hmru.ru/catalog/kartonazhnoe\\_oborudovanie/zakleyshchiki\\_korobov/avtomaticheskij\\_zakleyshchik\\_korobov\\_fxj\\_5050zbr\\_s\\_naneseniem\\_kleya\\_rasplava/](https://hmru.ru/catalog/kartonazhnoe_oborudovanie/zakleyshchiki_korobov/avtomaticheskij_zakleyshchik_korobov_fxj_5050zbr_s_naneseniem_kleya_rasplava/)
3. DZF-5050 Полуавтомат для складывания и заклейки дна коробок[Электронный ресурс]. – Режим доступа:[https://www.hualian.ru/production/DZF-5050\\_poluavtomat\\_dlya\\_skladivaniya\\_i\\_zakleyki\\_dna\\_korobok.html](https://www.hualian.ru/production/DZF-5050_poluavtomat_dlya_skladivaniya_i_zakleyki_dna_korobok.html)

УДК 663.255.1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СТАНДАРТНОГО И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ГРЕБНЕОТДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ ВИНОГРАДА

Т.В. Попова, магистрант

А.А. Мезенов канд. техн. наук, доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В статье проведены испытания стандартного рабочего органа гребнеотделителя и рабочего органа с двумя и тремя нагнетающими шнеками. Выявлены недостатки, производительность и время работы гребнеотделителя со стандартным и экспериментальным валами.

**Ключевые слова:** гребнеотделитель, виноград, отделение гребней, дробление винограда, нагнетающие шнеки, выгрузные шнеки, ручной гребнеотделитель.

Виноградарство и виноделие являются технически связанными между собой видами экономической деятельности, которые с незапамятных времен считаются традиционными отраслями для южных регионов РФ и требуют внимания к совершенствованию оборудования для переработки винограда [4].

Виноград является многолетним насаждением, который в 2020 году занимает 21% от общей площади многолетних насаждений и это составляет 96,8 тыс. га. (из них 20,22 тыс. га. в Крыму). Валовой сбор на тот же период составил 681,9 тыс. тонн, что составило 19% от общего сбора плодов и ягод с многолетних насаждений (из них 100,8 тыс. тонн в Крыму). В общей структуре продукции растениеводства виноград составил всего 0,4 в 2020 году. Данные свидетельствуют о том, что отрасль виноградарства и виноделия в пределах РФ и Крыма не является доминирующей, но относится к перспективной, в следствии чего, совершенствование технологического оборудования является актуальным.

Вопрос о виноградарстве и виноделии как перспективной отрасли АПК Крыма и РФ остается актуальным, так как исследований по данной тематике на данный момент раскрыто недостаточно широко.

В связи с эффективным развитием винодельческой промышленности ориентированной на производство высококачественной, конкурентоспособной винодельческой продукции

невозможно без оснащения его современным технологическим оборудованием, которым крупные предприятия оснащены, а небольшие предприятия нуждаются в оснащении малогабаритным оборудованием.

Одним из основных видов оборудования является дробилка с гребнеотделителем, от работы которого зависит количество и качество получаемой готовой продукции. Имеющееся на рынке малогабаритное оборудование не всегда отвечает современным требованиям технологического производства, в связи с чем возникает необходимость определения конструктивных недостатков для рекомендации заводам изготовителям по совершенствованию оборудования [1].

В технологическом процессе переработке винограда для производства соков и вина одной из основных операций является отделение винограда от гребней.

Несмотря на всю важность гребня как органа виноградного растения, он не является абсолютно полезным и ценности в виноделии не имеет. Гребни придают слишком заметную терпкость, что несомненно влияет на органолептические свойства вина, особенно на его вкус. В основном гребни удаляют, но иногда их оставляют для отдельных сортов винной продукции [2].

Для небольших предприятий на сегодняшний день существуют конструкции только для разминания винограда, так и разминания с гребнеотделением.

Проведенные ранее исследования выявили недостатки у существующих конструкций без гребнеотделителя и с гребнеотделителем [2]. Одним из которых является то, что перемещение ягод внутри гребнеотделителя затруднено и приводит к забиванию, так как не предусмотрена выгрузка гребней, требуется останавливать оборудование и вычищать гребни вручную. Для решения этих недостатков мы ставим задачу разработки устройства для разминания гроздьев винограда и отделения от них гребней с помощью рабочего органа оснащенного нагнетающими и выгружающими витками.

Для достижения этой цели был получен патент «Устройство для разминания гроздьев винограда и отделения от них гребней» [3], а в условиях кафедры МЖиПСХП НГАУ ИИ был изготовлен вал с тремя нагнетающими шнеками (рис.4) и двумя нагнетающими шнеками (рис.6). Экспериментальная установка и представлена на рисунке 1.

Экспериментальная установка работает следующим образом. В бункер 1 загружают кисти винограда. С помощью рукоятки вращается вал, приводя во вращение валец. Т.к. валец 4 находится с ним в зацеплении, он тоже начинает вращаться. При вращении вальцы 3 и 4 захватывают виноград, разминают его и подают в сетчатое сито 12 приспособления для отделения гребней. Т.к. вал 5 связан с валом 10 через зубчатые колеса 9 и 13 цепной передачей, вал 10 начинает вращаться, причем за счет разницы в диаметрах зубчатых колец 9 и 13 вал 10 вращается с существенно с большей скоростью чем вал 5. Вращаясь, вал 10 нагнетающим шнеком 16 захватывает гребни с ягодами и проталкивает к лопастям 11, лопасти 11 отрывают с гребней ягоды и раздавливают их, масса гребней с ягодами продвигается за счет лопастей. Раздавленные ягоды, попадая в сито, проваливаются сквозь него и падают в лоток 14, установленный под углом для стекания сока и мезги, а очищенные гребни с помощью выгрузного шнека 17 проталкиваются дальше и удаляются в лоток для гребней 15.

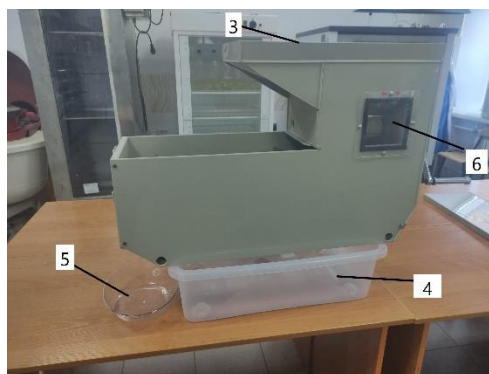
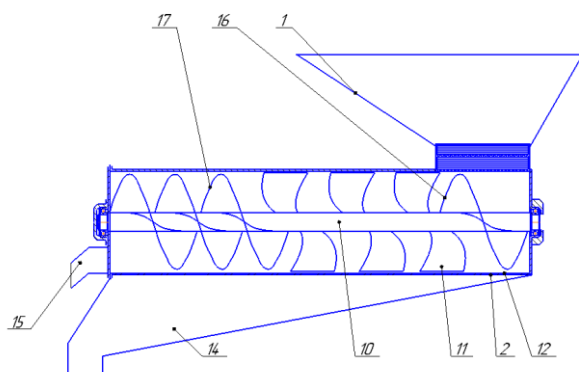


Рисунок 1– Гребнеотделитель для винограда

1 - бункер, 2 - короб, 3 – загрузочный бункер, 4 – лоток для сбора мезги, 5 – лоток для сбора гребней, 6 – технический люк, 10 - вал, 11 - лопасти, 12 - сетчатое сито, 14 - лоток для мезги, 15 - лоток для сбора гребней, 16 - нагнетающий шнек, 17 - выгрузной шнек.

Методика проведения эксперимента:

Для проведения эксперимента и определения оптимальной работы гребнеотделителя использовался заводской вал с лопастями, вал с тремя нагнетающими витками и вал с двумя нагнетающими витками. Последовательность действий для этих трех рабочих органов составляла следующее:

1. Установка гребнеотделителя на две емкости;
  2. Установка рабочего органа в гребнеотделитель;
  3. Взвешивание винограда;
  4. Дробление винограда;
  5. Отделение гребней;
  6. Оценка качества измельченного винограда и отделения гребней;
  7. Определение времени работы рабочих органов;
  8. Определение производительности.
1. Исследование стандартного заводского вала с лопастями, представленном на рис.2.
  - 2.

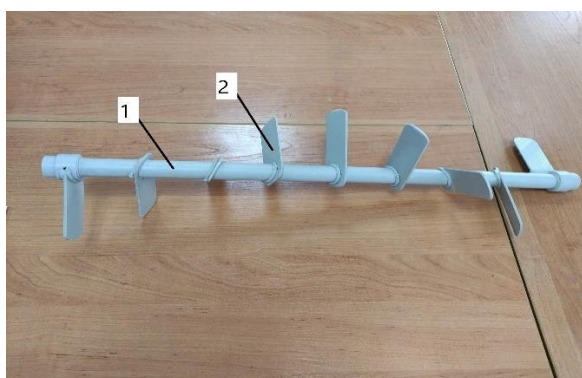


Рисунок 2 – Заводской вал с лопастями  
1- вал, 2- лопасти

В ходе эксперимента выявили недостатки:

- виноград скапливается в первой половине, лопаткам не хватает толкающей способности продвинуть жмых и гребни в середину гребнеотделителя (рис. 3).

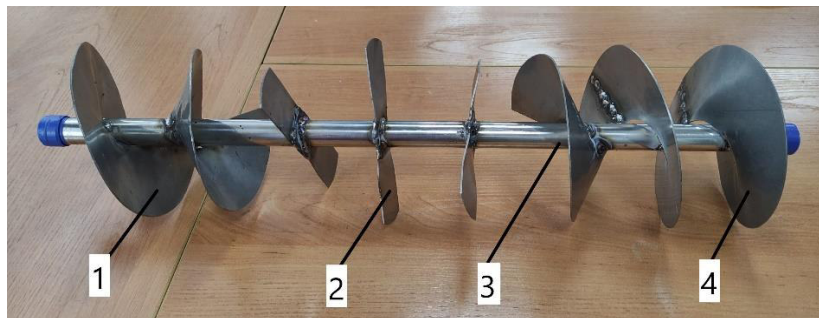


*Рисунок 3 –Рабочая камера гребнеотделителя заводского вала с лопастями*

- Примерно 90% гребней остаются в первой половине рабочей камеры гребнеотделителя, а остальные 10% продвигаются к выгрузному отверстию. По всему валу гребнеотделителя расположены лопасти, которые практически не проталкивают гребни и ягоды винограда в середину гребнеотделителя.

2. Исследование вала с тремя нагнетающими шнеками и двумя выгружающими (рис.

4).



*Рисунок 4 –Вал с тремя нагнетающими шнеками и двумя выгружающими*

*1- выгрузные шнеки, 2- лопасти, 3 – вал, 4 – нагнетающие шнеки*

Недостатки:

- время контакта лопастей с виноградом сокращается по длине сетчатого сита и качество отделения ухудшается (рис.5).



*Рисунок 5 –Рабочая камера гребнеотделителя вала с тремя шнеками*

3. Исследование вала с двумя нагнетающими шнеками и тремя выгружающими (рис. 6).

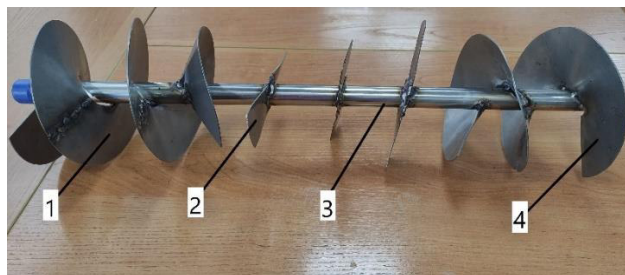


Рисунок 6 – Вал с двумя нагнетающими шнеками и тремя выгружающими  
1- выгружные шнеки, 2- лопасти, 3 – вал, 4 – нагнетающие шнеки

Недостатки:

- необходимости трех шнеков для выгрузки нет, но нужно увеличить лопасти, для более интенсивного отделения винограда от гребней



Рисунок 7 –Рабочая камера гребнеотделителя вала с двумя шнеками

Полученные в результате эксперимента данные сведены в табл.1, в которой определена производительность, эффективность выделения гребней и время работы гребнеотделителя.

Таблица 1.

Сравнительные данные по определению работы рабочих органов гребнеотделителя

Наименование	Производительность, кг/ч	Время, мин	кг, винограда	Коэффициент эффективности выделения гребней, %
Стандартный вал с лопатками	8	22,5	3	92,3
Вал с тремя нагнетающими шнеками	12	15	3	93,3
Вал с двумя нагнетающими шнеками	18	10	3	96,3

На основании проведенных экспериментов и таблицы 1 можно сделать вывод что установка нагнетательных шнеков для винограда и шнек для выгрузки гребней позволяет уменьшить время работы и увеличить производительность. Коэффициент эффективности выделения гребней для вала с двумя нагнетающими шнеками составил 97%. Поэтому можно сделать вывод что, для оптимальной работы гребнеотделителя достаточно два шнека на нагнетании и два шнека на выгрузку и также требуется добавить лопасти для эффективного отделения гребней. Кроме этого сетчатое дно гребнеотделителя подходит не для всех сортов винограда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бебешко, Т. В. Анализ конструкций гребнеотделителя для ягод / Т. В. Бебешко, А. А. Мезенов // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 20 октября 2021 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2021. – С. 5-9.
2. Бебешко, Т. В. Экспериментальные исследования дробилок для винограда / Т. В. Бебешко, А. А. Мезенов // Теория и практика современной аграрной науки: сборник V национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 28 февраля 2022 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 511-514.
3. Патент № 2791451 С1 Российская Федерация, МПК А23N 1/02. Устройство для разминания гроздьев винограда и отделения от них гребней: № 2022100649: заявл. 12.01.2022: опубл. 07.03.2023 / Т. В. Бебешко, А. А. Мезенов; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования "Новосибирский государственный аграрный университет". – EDN SJZННА.
4. Узун, Е. В. Виноградарство и виноделие как развивающаяся отрасль агропромышленного комплекса Российской Федерации / Е. В. Узун, Р. Р. Аблаев // Экономика и управление: теория и практика. – 2022. – Т. 8, № 1. – С. 80-87. – EDN SQWINW.

УДК 631.3; 664.3.032.1

### АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАПСОВОГО МАСЛА

Д.Г. Приступа, студент

Научный руководитель А.К. Туров, канд.техн.наук, доцент  
*Новосибирский государственный аграрный университет.*

**Аннотация.** В статье рассматривается развитие технологического оборудования: шнекового маслопресса.

**Ключевые слова:** прессование, маслопресс, шнек, масло, масленичные культуры.

Прессование — это механический отжим масла из подготовленного масличного материала (мезги) на специальных шнековых прессах. Оно может быть однократным и двукратным. В зависимости от величины применяемого при отжиме давления жмых может содержать от 6 до 14% масла [2].

Механический способ получения масла путем прессования масличного материала, прошедшего предварительную подготовку распространен практически повсеместно не только на прессовых маслозаводах, но и на маслоэкстракционных заводах, где основной остается технологическая схема форпрессования - экстракция (при этом получают до 75% прессового масла).

В настоящее время применяется только непрерывный способ прессования на шнековых прессах [1].

Ранее разработанный шнековый маслопресс не обеспечивает качественного помола перерабатываемого маслосодержащего материала, что снижает выход масла, и имеет недостаточную дренажную поверхность отверстий для выхода масла в зерном цилиндре.

Целью разработки улучшенного маслопресса было увеличение выхода масла за счет обеспечения более тонкого помола маслосодержащих семян и увеличения дренажной поверхности зернового цилиндра.

Поставленная цель достигалась тем, что в масловыжимном прессе на зерном цилиндре (рис. 1) установили дополнительные выступы и в зазоре между коническим торцом шнека образована дополнительная зона перемалывания.

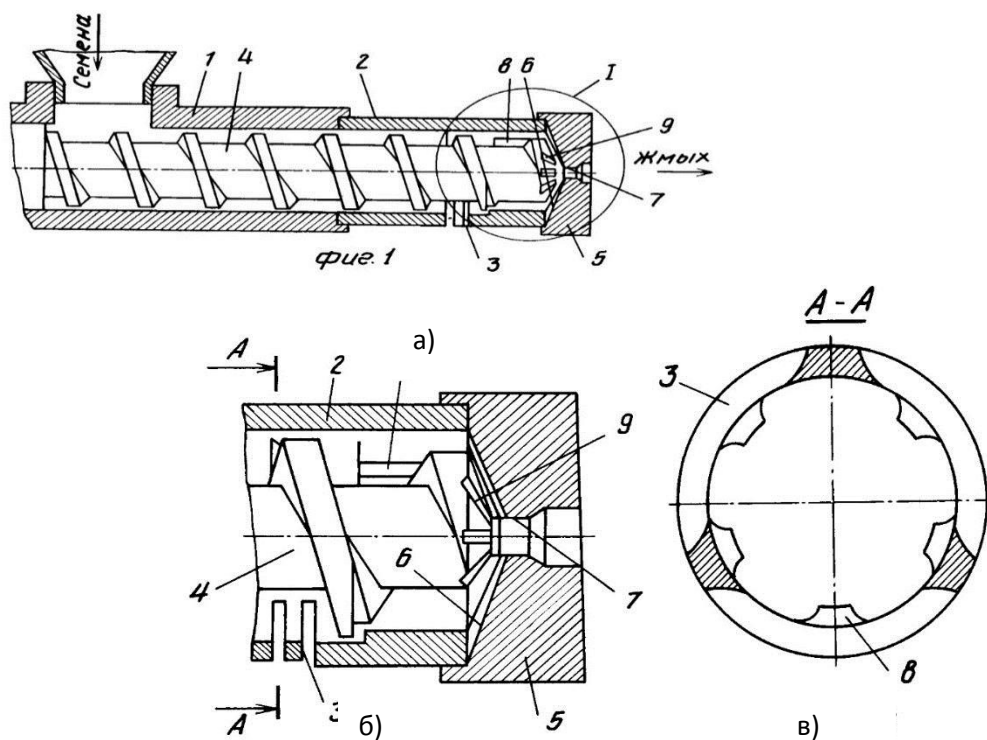


Рисунок 1 Масловыжимной пресс а) – общий вид; б) – узел дополнительного перемалывания жмыха; в) – зерный цилиндр.

В бункер (не показан) масловыжимного пресса загружают маслосодержащие семена, например семена подсолнечника, и они через загрузочное отверстие корпуса 1 поступают на шнек 4, который перемещает их в зерный цилиндр 2. При перемещении шнеком 4 вдоль зерного цилиндра 2 семена попадают в зону выступов 8 на зерном цилиндре, которое предотвращает проворот семян вместе со шнеком, уплотняют за счет уменьшения объема и выполняют их предварительный размол. Далее семена попадают в зазор между коническим торцом шнека с нарезками 9 и коническим углублением торцевой втулки 5 с пазами 6, где подвергаются дополнительному перемалыванию и перетиранию, а при продвижении к отверстию 7 торцевой втулки 5 усиленному сжатию, в результате чего происходит вскрытие клеток семян и более интенсивное выделение из них масла.

Уплотненные и обезжиренные семена (жмых) выходят из пресса через центральное отверстие 7 торцевой втулки, а масло вытекает через отверстия 3 зерного цилиндра 2 и стекает в приемную емкость (не показана) [3].

Но со временем у такого оборудования нашлись существенные недостатки:

- не позволяет получить масло высокого качества из семян низкомасличных культур из-за недостаточного времени пребывания в зоне интенсивного воздействия;
- не позволяет регулировать выходные отверстия в камере для выхода масла, что может привести к избыточному попаданию мезги в готовый продукт;
- невысокий выход масла из семян низкомасличных культур.

В связи с этим начали разрабатывать новое оборудование, технической задачей которого является увеличение выхода качественного масла из семян низкомасличных культур, возможность регулирования выходных отверстий и увеличения времени пребывания продукта в зоне интенсивного сдавливания.

Техническая задача достигается тем, что в прессе (рис. 2) увеличили зону прессования, также на шнеке шаг витка постепенно уменьшается. Благодаря этому дополнительное перемалывание стало ненужным и его убрали.

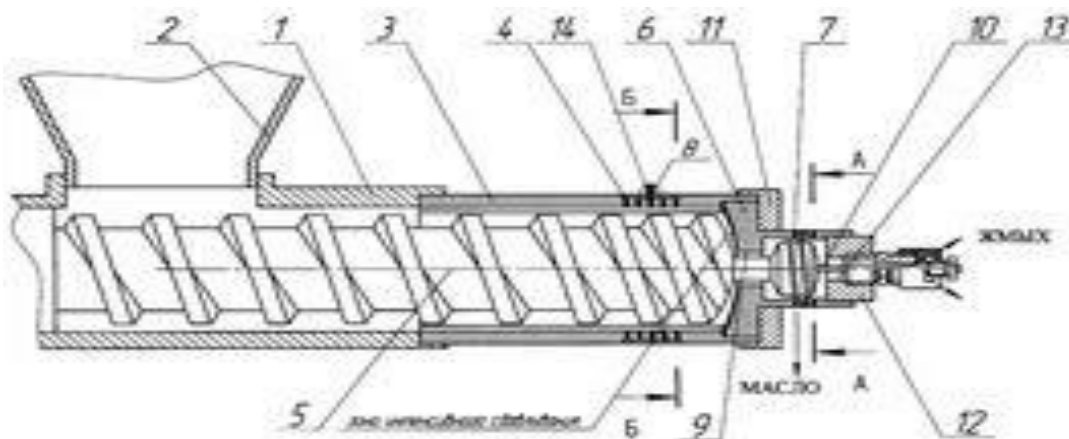


Рисунок 2 Устройство модернизированного пресса отжима масла.

Пресс работает следующим образом.

В загрузочный бункер 2 корпуса 1 загружают низкомасличное сырье, которое поступает на шнек 5. Далее сырье шнеком перемещается по камере 3, отверстия для выхода масла 4. При достижении зоны интенсивного сдавливания сырье попадает на торцевую часть дополнительной камеры 6, выполненную в виде вогнутой сферы с криволинейными пазами, которая позволяет увеличить время пребывания в зоне интенсивного сдавливания за счет того, что пазы выполнены по криволинейной траектории. Затем частично отжатое сырье через центральное отверстие 9 попадает в дополнительную камеру, где происходит окончательный отжим маслосодержащего сырья и более интенсивное выделение масла. Жмых отводится через отверстие 13 втулки 12, а масло выходит через отверстия 7 дополнительной камеры в приемную емкость.

Данный пресс может работать в режиме отжима масла также и высокомасличных культур, которое обеспечивается открытием и регулировкой проходного сечения отверстий 4 камеры 3, а отверстия 7 дополнительной камеры закрываются.

Для регулировки проходного сечения отверстий для выхода масла 4 и 7, а также отверстия для выхода жмыха 13 пресс снабжен регулирующим устройством в виде подвижного конуса, показанным на фиг.4, которое состоит из штуцера 15, соединительной втулки 16, регулирующего винта 17. Во время работы пресса продукт перемещается по центральному уменьшающемуся в объеме каналу штуцера 15 и на выходе может выходить как масло, так и жмых, в зависимости от того, какую функцию выполняет регулирующее устройство (т.е. где устройство установлено), причем регулировка проходного сечения выходящего из пресса жмыха, а также масла осуществляется при помощи вращения регулирующего винта 17, происходит изменение зазора (s). В зависимости от вида маслосодержащей культуры величина зазора может меняться от 0,10...3 мм.

Данный пресс имеет следующие преимущества:

- универсальность, так как может получать масло из культур, различных по маслосодержанию;
- позволяет увеличить выход масла из семян низкомасличного сырья за счет двойного сдавливания;
- позволяет регулировать проходное сечение отверстия: как для выхода масла, так и для выхода жмыха, что позволяет получать масло из культур с различным его содержанием;
- позволяет увеличить время пребывания в зоне интенсивного сдавливания за счет выполненных криволинейных пазов на сферическом углублении [4].

Но через некоторое время и у этого оборудования нашлись недостатки:

- не в полной мере процесс прессования и отжим масла в нем адаптирован в соответствии с основными кинетическими закономерностями процесса прессования;

– низкая степень извлечения масла из маслосодержащего сырья.

Поэтому было предложено новое техническое решение (рис. 3), заключающееся в повышении эффективности процесса извлечения масла из растительного маслосодержащего сырья (семена подсолнечника, рапса, сои и т. п.) за счет использования регулируемого давления по длине рабочей камеры, максимально адаптированного для отжатия остающегося масла с минимальным ростом температуры при повышении качества жмыха вследствие его текстурирования в рабочей камере за счет регулировочных болтов.

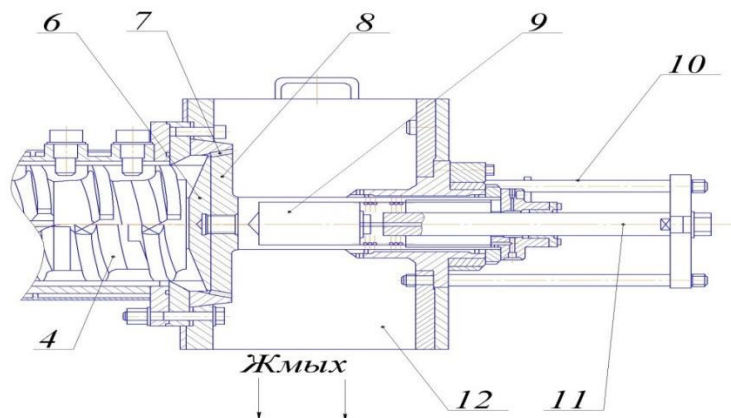


Рисунок 3 Разгрузочная камера для выхода жмыха из маслопресса.

Маслопресс работает следующим образом: включается регулируемый привод, который приводит во вращение комбинированный шнек. Вращение комбинированному шнеку передается от вала электродвигателя через редуктор с помощью предохранительной крестовой муфты, одна из полумуфт которой установлена на оси шнекового вала. Предохранение маслопресса от поломок при перегрузках происходит путем срезания штифтов муфты. Комбинированный шнек транспортирует масличный материал (мезгу) внутри рабочей камеры, нижняя часть которой набрана из зерновых пластин с малыми зазорами между ними. Пространство между внешней поверхностью шнека и внутренней поверхностью рабочей камеры является рабочим пространством. При вращении шнека прессуемый материал транспортируется в рабочем пространстве и, в связи с уменьшением свободного объема вдоль шнека по направлению к выходу в результате уменьшения шага витков и увеличения диаметра тела шнека, прессуется с отжимом масла.

Геометрия канала позволяет снижать их свободный объем по ходу движения материала от загрузочного бункера до выходного зазора пресса и тем самым подвергать материал сжатию. Сжатие материала влечет за собой повышение давления, при котором масло отжимается из мезги. Отжатое прессовое масло выходит из зоны прессования через щели между зерновыми пластинами, а отжатый материал (жмых) – через кольцевой зазор на выходе рабочей камеры.

Исходное масличное сырье (например, мезга) подается в загрузочный бункер, из которого поступает в I зону загрузки и транспортирования рабочей камеры. Продукт интенсивно перемешивается и перемещается вдоль шнека. Вследствие того, что диаметр вала шнека в этой зоне постоянен и диаметр и шаг витков шнека также постоянны, то в ней осуществляется перемещение продукта вдоль винтового канала комбинированного шнека. В конце I зоны загрузки и транспортирования виток шнека имеет разрыв, после которого на валу шнека выполнена кольцевая дорожка постоянного диаметра. Назначение разрыва витка шнека двояко: во-первых, он способствует дополнительной турбулизации транспортируемого потока семян рапса, а во-вторых, выполненная после разрыва на валу шнека кольцевая дорожка постоянного диаметра предназначена для перемещения в радиальном направлении регулировочного болта. Болты при закручивании входят в рабочую камеру, заполняя

пространство над кольцевой дорожкой, при этом происходит уменьшение объема винтового канала, что в свою очередь приводит к возрастанию давления перемещаемого потока мезги.

Из I зоны загрузки и транспортирования рабочей камеры продукт поступает в II зону предварительного уплотнения. Из-за того, что в этой зоне вал шнека имеет постоянный, но больший, чем в I зоне загрузки и транспортирования диаметр, т. е. происходит уменьшение объема межвиткового пространства, то продукт начинает уплотняться, вытесняя воздух.

Из II зоны предварительного уплотнения рабочей камеры продукт поступает в III зону сжатия. Из-за того, что диаметр вала шнека в ней выполнен конусным, постоянно увеличивающимся, то происходит сжатие продукта. При этом в материале возникает давление, которое отжимает масло из мезги.

В дальнейшем продукт перемещается в IV зону прессования. Вследствие того, что в IV зоне прессования диаметр вала шнека постоянен, то давление в ней практически постоянно. В ней происходит интенсивный отжим масла.

При дальнейшем перемещении продукта в V зону возрастания давления, в которой диаметр вала шнека выполнен конусным, постоянно увеличивающимся, происходит дальнейшее увеличение давления прессования продукта, что позволяет увеличить выход масла.

В VI зоне стабилизации давления из-за того, что диаметр вала постоянен и имеет максимальный размер, происходит окончательный отжим масла.

Масло, проходя через зазоры между зерными пластинами и перфорированную нижнюю часть рабочей камеры 14, поступает в выгрузочный лоток, находящийся под IV, V и VI зонами. Отжатый масличный материал (жмых) на выходе из рабочей камеры встречается с устройством 10, регулирующим толщину выходной щели между подвижной матрицей 8 и опорным рассекателем 6.

Регулировочные болты также предотвращают проворачивание прессуемой мезги вместе со шнеком. Этому же способствует «завершенность», образованная зерными пластинами. Зазоры между зерными пластинами необходимы для выхода, выделяющегося при прессовании масла. Зазоры между пластинами обеспечиваются тем, что на их боковых поверхностях выполнены специальные приливы.

Регулировочные болты, перемещаясь в радиальном направлении, изменяют объем винтового канала, что в свою очередь приводит к изменению величины давления транспортируемого потока продукта.

Принцип регулирования давления в рабочей камере заключается в изменении сечения выходного зазора 7 и, соответственно, связанного с ним местного сопротивления [5].

## Заключение

Предлагаемый маслопресс имеет следующие преимущества:

– процесс прессования и отжим масла в нем адаптирован в соответствии с основными кинетическими закономерностями процесса прессования;

- более высокую степень извлечения масла из растительного маслосодержащего сырья за счет использования регулируемого давления по длине рабочей камеры;

- возможность улучшения качества получаемого масла за счет применения более мягких, «щадящих» температурных режимов и равномерной обработки;

- универсализация маслопресса, т.е. использование его при отжиме масла из различного растительного маслосодержащего сырья (семена подсолнечника, рапса, сои и т. п.).

В дальнейшем планируются продолжить опыты по определению давления в шнеке, нахождение предельно-максимального давления, и другие способы по улучшению работы шнека на прессовании семян рапса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; под ред. Акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. Шк., 2001-703 с.
2. Акаева Т.К., Петрова С.Н. Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Часть 1. Технология получения растительных масел; учеб. пособие/ ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т; Иваново, 2007. – 124 с
3. Пат. 2041924 Российская Федерация, МПК С11В 1/06, С1. Масловыжимной пресс / Гуленко С.П.; № 5064371/13; заявл.04.06.92 ; опубл. 20.08.95., Бюл. №23.
4. Пат. 2296153 Российская Федерация, МПК С11В 1/06, С2. Пресс для получения пищевого растительного масла/ Кретов И.Т.; № 2005116656/13; заявл. 31.05.05; опубл. 27.03.07., Бюл №23.
5. Пат. 2681881 Российская Федерация, МПК С11В 1/06, С1. Маслопресс / Остриков А.Н.; № 2017139990; заявл. 17.11.17.; опубл. 13.03.19., Бюл №23.

УДК 621.798.32

### **АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ РОЗЛИВА И УПАКОВКИ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Ю.А. Сапай, студент

Научный руководитель Е.А. Пшенов, канд. техн. наук., доцент  
*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В статье приводится анализ применяемой тары и упаковки, а также технологического оборудования для изготовления, наполнения, расфасовки и укупорки тары для молока и молочных продуктов. Выявлены основные достоинства и недостатки машин. Предложено техническое решение устранения проблемы, связанной с переходом на упаковку другого производителя.

**Ключевые слова:** автоматы для розлива и упаковки жидких продуктов, тетра пак, пюр-пак.

В настоящее время молоко входит в состав многих продуктов, используемых человеком, а его производство стало крупной отраслью промышленности. Потребление молока в России 2022 году составило 165,6 килограмма на душу населения. Этот показатель упал на 12,1% по сравнению с 2021 годом. По оценке DIA, потребление молока в ближайшие 10 лет продолжит снижаться. Технический регламент определяет молоко как продукт нормальной физиологической секреции молочных желез сельскохозяйственных животных, полученный от одного или нескольких животных в период лактации при одном и более доении, без каких-либо добавлений к этому продукту.

Молоко, поступающее в продажу, должно быть разлито в упаковку, отвечающую условиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки». Критерии, обозначенные в ТР, позволяют сохранить полезные и вкусовые характеристики продукции на протяжении периода годности.

От упаковки молока требуется соответствие следующим критериям:

1. Она должна быть плотной и непрозрачной, иначе срок его годности сильно сократится.
2. Упаковка не должна иметь собственного запаха и не допускать проникновение посторонних запахов.
3. При производстве молочной тары могут использоваться только высококачественные материалы, которые не содержат металлических, летучих соединений и обладают стойкостью к жиру, содержащемуся в молоке.

4. На молочной таре должна присутствовать информация о периоде годности продукции, принципах использования, сведения об организации производителе.

В настоящее время существуют такие виды упаковки молока:

1. Фасовка молока в пакеты;
2. Тетра пак (Пюр-пак);
3. Стеклянная тара;
4. Пластиковые (ПЭТ) бутылки.

Первые два варианта – наиболее распространенные виды упаковки молока. Рассмотрим их подробнее.

*Мягкие упаковки* для молока сегодня завоевали большую популярность благодаря низкой стоимости и способности сохранять полезные свойства продукта.

Достоинствами мягкой тары являются:

- сохранность вкусовых и полезных свойств продукта благодаря блокировке проникновения солнечных лучей;
- защита молока от опасных микроорганизмов благодаря 3-хслойному составу пакета;
- в сравнении с другими упаковками (стеклянной, картонной) мягкий пакет обладает незначительным весом;
- стоимость продукта. Цена упаковки молока в мягком пакете ниже цены продукта в стеклянной, картонной либо пластиковой таре.

Недостаток мягких пакетов для молока — неустойчивость. Но для решения этой проблемы сегодня можно воспользоваться зажимами, кувшинами для пакетов с функцией его открытия и прочим.

*Тетра пак (Пюр-Пак).* Чтобы молоко сохраняло вкусовые и ценные характеристики длительный промежуток времени оно проходит ультравысокую обработку, которая заключается в быстром нагреве до 137-140°С и скором охлаждении до комнатной температуры.

Далее продукцию разливают по пакетам.

Для сохранения вкусовых и полезных свойств молока производители используют упаковку тетрапак, которая позволяет консервировать продукцию. Пакеты для молока тетрапак изготавливаются шестислойными. Упаковка производится из герметичных слоев полиэтилена, который препятствует проникновению влаги внутрь, сохраняя качество продукции. Его размещают 1-ым слоем и 2-мя последними прослойками. Значительную часть материала для тары составляет картон увеличенной плотности для придания формы и твердости упаковке молока.

Еще одним достоинством молока в тетрапаках является наличие тончайшей прослойки алюминиевой фольги. Она защищает от негативного действия солнца и посторонних запахов. Из-за прямого попадания солнечного света в молоко распадаются все полезные витамины и микроэлементы, что можно определить по бутылочной таре.

Кроме того, упаковки для молока из тетрапака гораздо компактнее стеклянной тары при перевозке продукта автотранспортом. Для доставки больших партий в сети розничной торговли потребуется гораздо меньшее число рейсов, что положительно сказывается на экологической ситуации.

Еще одна особенность — тетрапак утилизируется с помощью сжигания. Вред окружающей атмосфере не наносится.

За время прохождения учебной практики на молочном заводе изучено применяемое оборудование для розлива и упаковки молока и молочных продуктов. Проанализировано оборудование для упаковки Пюр-Пак.

В цехе розлива и упаковки установлена упаковочная машина Nimko – 8085TRCP (Америка) (рис.1) для розлива жидких и вязких продуктов в упаковку Пюр-пак [1].



Рисунок 1. Упаковочная машина Nimko – 8085TRCP

Достоинства: скорость 5000 пакетов в час (Без зависимости от продукта); открытое программное обеспечение ПЛК (Промышленно логический контроль); регулируемый узел УЗГ (Ультразвуковой генератор); регулируемый узел дозаторов.

Недостатки: отсутствие запчастей на рынке; все размеры дюймовые; один нагреватель; узел раскрытия пакета проблемный; объем бункера для пробок маленький.

В цехе имеется розливо-упаковочный автомат ТАУРАС-ФЕНИКС ТФ РПП 21 (рис.2) г. Санкт-Петербург. Автомат, предназначенный для разлива и упаковки молока и жидких молочных продуктов (кефир, сливки, сметана, йогурт) в прямоугольные пакеты типа «Пюр-Пак» из картона высокой плотности с двусторонним полиэтиленовым покрытием [2].



Рисунок 2. Розливо-упаковочный автомат ТАУРАС-ФЕНИКС ТФ РПП 21

Достоинства: доступные комплектующие; метрические размеры; возможность изготовление запчастей собственноручно; ремонтпригодность; два нагревателя

Недостатки: конструкция регулировки дозы нерациональная; подъем пакета при дозировании (уменьшает скорость); центральная система смазки (плохо реализована); отсутствие регулировки УЗГ; узел формирования дна пакета.

Еще один автомат российского производства от «Таурас Феникс» ТФ 2 РПП 21 [3] установленный в цехе.

Достоинство: дозатор более продуман; удобный программный интерфейс; скорость 5000 пакетов в час; в сравнении со старой версией пакеты не поднимаются, стоит 4 дозатора; качественные комплектующие пневматики; ремонтпригодность.

Недостатки: узел формирования дна пакета; централизованная система смазки; УЗГ.

За время прохождения практики на машине NIMKO после ухода производителя упаковки Пюр-пак был выявлен недостаток. Машина не может работать с другой упаковкой, так как пакеты более толстые и качество пакета хуже, машина делает больше брака, не может сформировать дно и гребешок пакета.

Было предложено решение изготовить и правильно настроить пины на прижимных плитах дна пакета, сделать возможным регулировать прижимные пластины гребешка пакета.

На рис. 3 (слева) изображена схема расположения пинов на штатной прижимной плите. Принято решение изготовить новую прижимную плиту, представленную на рис. 3 (справа). С регулируемыми пинами, чтобы подстраивать под любую упаковку. Пины имеют резьбу, с помощью шестигранного ключа регулируется их высота.

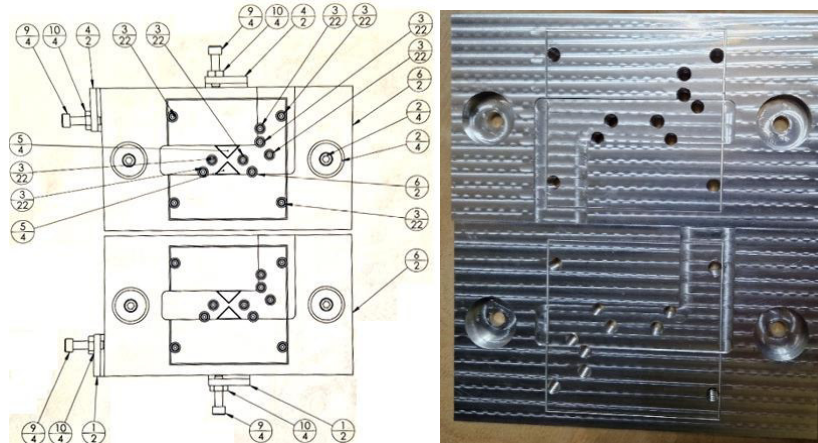


Рисунок 3. Прижимные плиты и губки склейки гребешка

Также доработаны губки склейки гребешка пакета (рис.4). Они были удлинены, а также уменьшена толщина оправки.



Рисунок 4 Модернизированные губки склейки гребешка пакета

В ходе анализа имеющегося оборудования в цехе розлива и упаковки молочного заводу установлено, что из-за различия толщины и качества упаковочных материалов разных производителей существует острая необходимость в регулируемых прижимных устройствах.

Таким образом, в связи с вынужденным переходом на упаковку другого производителя на основании опыта эксплуатации имеющихся машин на предприятии произведена модернизация упаковочной машины NIMKO для технической возможности адаптации её работы с пакетами любой толщины.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Упаковочная машина Nimko - 8085TRCP. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nimco.com/product-line/automatic/>
2. Оборудование розлива в пакеты ТФ-РПП 21 "ТАУРАС-ФЕНИКС". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsk.taurasfenix.com/oborudovanie/apparati-rozliva/tf-grp-3000/>
3. Оборудование розлива в пакеты ТФ 2-РПП 21 "ТАУРАС-ФЕНИКС". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsk.taurasfenix.com/oborudovanie/apparati-rozliva/tf-grp-6000/>

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ РАЗБИВАНИЯ ЯИЦ

И.И. Томкус, студент

Научный руководитель А.А. Мезенов, канд. тех. наук, доцент  
Новосибирский государственный аграрный университет

**Аннотация.** В статье представлен обзор оборудования для разбивания яиц классификация. Выявлены преимущества и недостатки данного вида оборудования.

**Ключевые слова:** производство блинов, машина для разбивания яиц.

Блины - традиционное русское блюдо, которое сочетают с любой начинкой. Их жарят на завтрак, обед и ужин, а если нет времени приготовить выбирают покупной вариант.



Рисунок 1- Фаршированные блины.

При производстве фаршированных блинов большую долю в рецептуре занимают яйца.

Роль яиц в выпечке очень важна - они делают её нежной, рассыпчатой, более пористой, повышают её вкусовые качества и питательную ценность, яичный желток придает тесту приятный желтоватый оттенок, при термической обработке и размешивании протеины яйца образуют сетчатую структуру, которая связывает жидкость, а взбитые белки придают тесту воздушность.

Машины для разбивания яиц предназначены для разбивания яиц птицы и производства свежей яичной массы (меланжа).

На сегодняшний день разбивания яиц для теста на блины происходит вручную, возникла необходимость разместить машину для разбивания яиц в цеху полуфабрикатов, что является актуальной задачей, связанной как с повышенной производительностью, так и с энергосбережения.

Чтобы установки, которые разбивают яйца, нормально работали, людям нужно только загрузить предварительно вымытые яйца в специализированный приемник, а установка сама выполнит все оставшиеся операции.

Классификация машин для разбивания яиц:

1. Компактные. Подобное оборудование просто создано для средних или маленьких кондитерских либо пекарен. Такие устройства можно легко перевозить, ведь они имеют колеса, занимают минимум места, а также весят очень мало. При всем этом оборудование обладает высокой производительностью и им легко пользоваться. Большинство компактных устройств являются вертикальными машинами и для загрузки яиц надо использовать специальную воронку.

2. Сепараторы. Эти установки не только разбивают яйца, они могут разделять белок и желток. Данные устройства оборудованы комплектом специализированных ножей, с помощью которых разбивают яйца, емкостями с разделителями, куда отправляется яичная масса, а затем желток отделяется от белка.

3. Автоматические линии. Большинство современных сепараторов используются в скоростном либо точном режиме. Последний применяют во время переработки материала невысокого качества — яиц со слишком хрупким желтком или водянистым белком. В таком случае ножи открывают яйца более медленно, и желток также медленно вытекает. Получается гораздо меньше разбитых желтков. В скоростном режиме обрабатываются яйца стандартного качества. При этом оборудование функционирует с максимальной эффективностью.

Проведем анализ существующих машин:

**Спрут-5000** может использоваться на хлебобулочных и кондитерских комбинатах, птицефабриках, меланжевых, бисквитных и других предприятиях перерабатывающих отраслей. Центрифугирование увеличивает выход меланжа от 5,5-8% (от 1,5 до 2 граммов с каждого яйца) по сравнению с ручным разбиванием, а измельчение скорлупы уменьшает объем отходов в 8 раз, что снижает количество емкостей накопления, расходы на их транспортировку и переработку, что является источником получения дополнительной прибыли.

Яйца загружаются в корзину-вставку (поставляется отдельно), где они разбиваются под действием центробежной силы и центрифугируются. Яичная масса стекает по сливной трубе в емкость. Устройство работает циклически. После обработки 150-200 шт. яиц, оператор вынимает корзину-вставку из машины для удаления скорлупы.



*Рисунок 2- машина для разбивания яиц спрут-5000*

### **Яйцеколка RZ-1**

Разбивает яйца и имеет функцию отделения желтков от яичных белков, в зависимости от режима работы, выбранного оператором. Машина оснащена плавной регулировкой скорости. Оператор может регулировать рабочую скорость в любое время. Кроме того, высота ножей и сила их удара регулируются, что удобно при разбивании яиц со слабой скорлупой.



Рисунок 3- Машина для разбивания яиц RZ-1

Оператор, при помощи поставляемой нержавеющей накладкой, вручную, накладывает по 30 шт. яиц на транспортер. Одноразово на транспортер можно выложить до 120 яиц. Устройство снимает яйца с транспортера автоматически, затем перемещает их над ножами, которые разбивают и раскрывают скорлупу. В последующем, белок вместе с желтком стекают вместе в желоб контролера.

Заданием оператора оборудования является поиск поврежденных желтков и и удаление в сточный желоб. Масса разбитых яиц стекает в разделитель, который направляет белки, отдельно от желтков, в подставленные ведра.

Устройство RZ -1 может работать в двух режимах: точный и скоростной. Точный режим работы следует использовать в случае переработки некачественного материала. В таких яйцах белок водянистый, а желток – очень хрупкий. Ножи устройства, работающие в точном режиме, открывают скорлупу медленнее и точнее, благодаря чему желток медленнее вытекает из разбитой скорлупы, а количество разбитых желтков сильно уменьшается. Скоростной режим предназначен для разбивания яиц обычного качества. В таких яйцах белок имеет форму желе, а желток закрыт. В этом режиме устройство работает с наибольшей эффективностью.

#### Машины для разбивания яиц UDTJ-10

Производитель: OVO TECH (Польша)

Это полуавтоматическое устройство, изготовлено исключительно из нержавеющей стали, устройство состоит из: корпуса, приводного блока, контейнера, воронки и двух сит: внутреннего и внешнего.

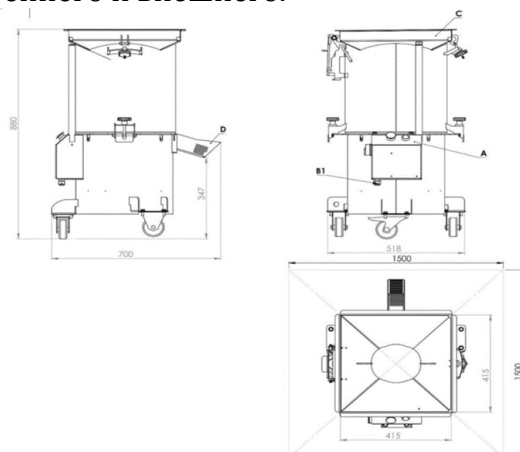


Рисунок 4- Машина для разбивания яиц UDTJ-10.

Единовременно в устройство можно загрузить до 210 яиц, после чего необходимо вручную очистить внутреннее сито от скорлупы. Устройство просто как в обслуживании, так и в чистке. Загрузка яиц осуществляется через загрузочную воронку.

Предназначена для разбивания куриных яиц и производства свежей яичной массы, и для непрерывного отделения содержимого яиц с поврежденной скорлупой и целых.

Одновременно в машину для разбивания яиц можно загрузить до 210 яиц, после чего, необходимо вручную очистить внутреннее сито от скорлупы.

Таблица - Техническая характеристика машин для разбивания яиц

	Спрут-5000	RZ-1	UDTJ-10.
Производительность	5000 яиц/час	До 3200 шт./час	4000 яиц/час
Обслуживание	1 человек	1-3 человек	1 человек
Мощность	0,75 кВт	0,37 кВт	1,1 кВт
Габаритные размеры	920*400*400мм	1600*900*1100мм	890*550*540
Вес	45 кг	120 кг	56 кг

#### **Спрут-5000:**

Особенности: регулировка частоты вращения ротора, весь корпус изготовлен из ударопрочного пластика, обслуживаться одним работником, машина не отделяет белка от желтка, яичная масса однородная и не нуждается в дополнительном перемешивании, возможно попадание в продукт (до 5% от объема скорлупы) частиц скорлупы размером 1х1мм и менее. Для более тонкой очистки (0,15мм) необходимо использование фильтра яичной массы.

Недостатки: выгрузка скорлупы происходит вручную.

#### **Яйцеколка RZ-1:**

Преимущества: оснащен плавным регулятором скорости работы. В любой момент и при любом режиме работы, при помощи потенциометра, можно замедлить или ускорить работу устройства.

Устройство имеет возможность регулировки высоты ножей и силы их удара. Это свойство бывает необходимым при разбивании яиц с хрупкой скорлупой.

Недостатки: занимает большую площадь в помещении.

#### **Машина для разбивания яиц UDTJ-10:**

Преимущество: высокая производительность, обслуживает 1 человек, прост в чистке и в обслуживании.

Центрифугирование увеличивает выход меланжа до 5,5% по сравнению с ручным разбиванием, а измельчение скорлупы уменьшает объем отходов в 8 раз, что снижает количество емкостей накопления, расходы на их транспортировку и переработку, что является источником получения дополнительной прибыли. Переработанная яичная смесь является чистой потому что используется сито с отверстиями 0,6 мм. Незначительное количество очень маленьких частиц скорлупы могут попасть в яичную смесь, через минуту осаживается на дно контейнера.

Недостатки: выгрузка скорлупы осуществляется вручную.

Для повышения эффективности технологического оборудования для производства блинов в цеху полуфабрикатов в ходе анализа установлена необходимость (потребность) в разработке машины для разбивания яиц с производительностью 1500(2000) шт. в смену. Потому что существующее оборудование обладает большой производительностью и большие габариты как следствие высокая стоимость.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курочкин А.А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства / А.А. Курочкин, В.В. Лященко – М.: Колос, 2001. – 440 с.
2. Штеле А.Л. Куриное яйцо: вчера, сегодня, завтра. - М.: Агробизнесцентр, 2004. - 196 с.
3. *Commercial egg breakers, centrifuges, washers* - OVO-TECH [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://egg-breakers.com/> [Дата обращения: 17.05.23]

УДК 664.6/ 664.87

## АНАЛИЗ УПАКОВОЧНЫХ МАШИН

К.Ю. Карченкова, студент

Научный руководитель А.А. Мезенов, кандидат технических наук, доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** Рассмотрены современные машины предназначенные для упаковки пищевых продуктов с раскрытием принципом работы.

**Ключевые слова:** упаковочное оборудование, упаковка, пищевая продукция, неисправности, техническое обслуживание.

Для разных видов производимых товаров применяются определенные виды упаковок и упаковочного оборудования:

Фасовочно-упаковочные. Незаменимы для фасовки и упаковки сыпучих, гранулированных и мелких пищевых и непищевых продуктов (крупы, макароны, семечки и др.), а также для высокоскоростного дозирования и автоматической упаковки трудносыпучих и пылящих продуктов (мука, крахмал, специи и др.) в пакеты из полипропиленовых и комбинированных рулонных материалов.

Групповая упаковка. Предназначена для группировки в автоматическом режиме, а также упаковывания в термоусадочную плёнку различных изделий (различные виды емкостей: стеклянные, металлические, пластиковые, а также звукоизолирующих плит, радиаторов, деревянных частей мебели и других крупногабаритных изделий).

Штучная упаковка в ПВХ и ПОФ пленку. Предназначены для индивидуальной упаковки большого спектра пищевых и непищевых продуктов технического и бытового назначения разнообразных форм и размеров в специальную термоусадочную ПВХ и ПОФ пленку с последующей их усадкой в термотоннеле.

Целлофанаторы методом "конверта". Созданы для автоматического высокоскоростного запечатывания в полипропиленовую пленку методом «конверта» различных товаров прямоугольной формы таких как аудио и видеокассеты, компакт-диски, кондитерские изделия, парфюмерная и фармацевтическая продукция, коробки для чая, сигареты и много другого. На выходе из машины получается аккуратная, без морщин и складок упакованная продукция.

Вертикальные упаковочные машины применяются для упаковки сыпучих товаров: крупы, сахар, макароны, чипсы. Сверху ставится дозатор объемный, весовой или шнековый (его выбор зависит от вида продукта). Из рулона формируется рукав, из него пакет, в который сверху насыпаются продукты.

Горизонтальные упаковочные машины. Предназначены для упаковки в пакеты из термосвариваемых пленок рулонных материалов в составе автоматического упаковочного комплекса или автономно любых штучных продуктов, в том числе изделий пищевой, хлебобулочной, кондитерской промышленности, а также различных непродовольственных товаров видеокассеты, книги, хозтовары и т.д. В горизонтальных упаковочных машинах подача товаров идет по горизонтали. Производительность горизонтальных упаковщиков гораздо выше (до 40 упаковок в минуту и выше), но и стоимость в несколько раз превышает

стоимость вертикальных. Таким образом, по грубым подсчетам стоимость такого оборудования зависит от размеров упаковки, материалов, и пропорциональна его производительности, количество упаковок в минуту это количество тысяч долларов. Но благодаря высокой производительности и высокой цене эти машины скорее используются на производстве, а не в магазине. Такие машины производят в Германии, Испании, Италии, Швейцарии и России.

Запаечные машины применимы для упаковки продукции в готовые пакеты. Пакеты с расфасованными продуктами помещаются между запаечными планками, запаиваются и, если надо, обрезается лишний пакет. Эти машины хороши тем, что они импульсного нагрева, т.е. сварная поверхность до момента запайки холодная, а в момент запайки нагревается. Это дает некоторые преимущества: струна не пережигает полиэтилен, запаечные поверхности не перегреваются, следовательно, реже надо менять тефлоновую пленку или запаечные струны.

Машины для вакуумной упаковки могут быть бескамерного и камерного типа, настольные и напольные.

Преимущество бескамерных машин в том, что длина пакета практически не ограничена. С помощью сопла, на которое надевается пакет, создается вакуум, но при этом пакет надо поддерживать, машиной тоже управлять вручную. Машины камерного типа ограничивают размеры пакета по высоте и по длине. И если для того, чтобы избежать или уменьшить ограничение по высоте, можно регулировать глубину камеры, вытащив подложенные панели, то ограничения по длине избежать нельзя. Для увеличения глубины камеры крышка некоторых машин имеет выпуклую форму.

Принцип действия примерно одинаков для машин обоих типов: после того, как из пакета выкачан весь воздух, пакет запаивается с помощью сварочной ленты. Разница и в том, что в машинах камерного типа вакуум создается непосредственно в камере, а в машинах бескамерного типа только в пакете.

Термоформовочные машины-автоматы также обеспечивают вакуумную упаковку товаров. Подается две пленки: нижняя пленка плотная (около 120150 микрон), верхняя тонкая (около 80 микрон). В первой камере плотной пленке придают нужную форму. Затем на нее кладут нужную продукцию, и уже во второй камере товар накрывается сверху тонкой пленкой, выкачивается воздух, и пленки запаиваются. Таким образом упаковывают сосиски, сыры, колбасы и т. п.

Вакуумные упаковочные машины сегодня начинают производить и в России: в Калининграде, в Удмуртии. Задача развития отрасли упаковочных машин является замена импортного оборудования (Германия, Голландия, Италия, Польша), с сохранением эргономичности и надежности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авроров, В. А. Упаковочные материалы и фасовочно-упаковочное оборудование пищевых продуктов : учебное пособие для вузов / В. А. Авроров. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 283 с.
2. Аксёнова Т.И., Ананьев Т.В., Дворецкая Н.М. и др.; под ред. Розанцева Э.Г. Технология упаковочного производства: Учебник для вузов. - М.: Колос, 2021. - 184с
3. Бударина Л.А., Мочалова Е.Н.: Технология упаковочного производства. Учебное пособие - Инфра-Инженерия, 2023. – 168 с.
4. Веселов А.И., Веселова И.А. Технологическое оборудование, оснастка и основы проектирования упаковочных производств. — М.: ИНФРА-М, 2019. – 262 с.
5. Ефремов Н.Ф., Гротов А.С., Ефремов Д.Н., Сизов Е.В., Фирсова В.Ю., Кононюк Т.М. Автоматизированное проектирование упаковки: Учебное пособие. - М.: МГУП, 2020. – 205 с.
6. Кузьмич В.В. Технологии упаковочного производства – М.; Высшая школа, 2022. – 384 с.
7. Слесарчук В.А., Хамитова Е.К. Упаковка продукции пищевых производств – М; Республиканский институт профессионального образования, 2019. – 235 с.

8. Трыкова Т.А. Товароведение упаковочных материалов и тары: Дашков и Ко; Москва; 2019. – 146 с.
9. Шеремет, Е. А. Товароведение упаковочных материалов и тары : курс лекций /сост. Е. А. Шеремет, Грошев И. М. – Витебск : УО «ВГТУ», 2021. – 230 с.
10. Шипинский В.Г. Оборудование и оснастка упаковочного производства. Учебное пособие. — Минск : Вышэйшая школа, 2018. - 384 с.

УДК 664.664.5.

## АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИНИИ ДОЗИРОВАНИЯ ЛАВРОВОГО ЛИСТА

А.Е. Янцер, студент

Научный руководитель А.К. Туров, канд. техн. наук, доцент  
Новосибирский государственный аграрный университет

**Аннотация.** В данной статье рассматривается эксплуатация линии дозирования лаврового листа. Представлен обзор существующих конструкций дозаторов для сыпучих материалов и описана сущность дозирования на предприятии. Так же представлено описание ситуации на предприятии, проблема линии дозирования лаврового листа и ее решение со схемой изготовленного экспериментально узла. Сделаны выводы и планы дальнейшей работы.

**Ключевые слова:** дозаторы, сыпучий материал, подача, лавровый лист, система подачи, транспортер, бункер.

### 1. Обзор существующих конструкций дозаторов для сыпучих материалов.

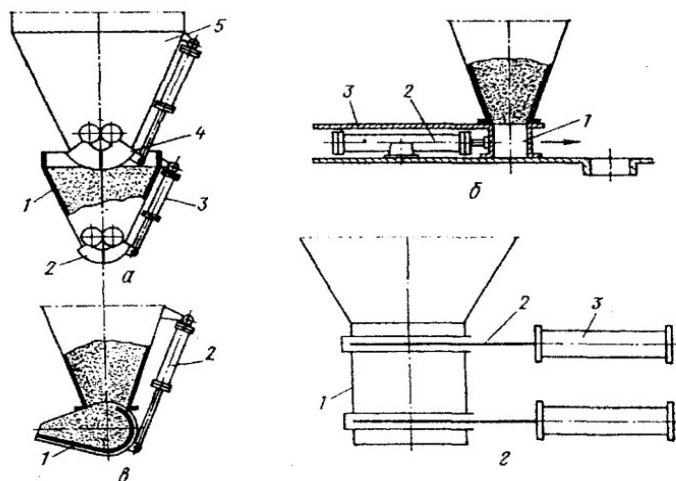
В основном различаются два вида дозирования сыпучих продуктов:

- Объемное дозирование
- Весовое дозирование

Объемные дозаторы:

К ним относятся дозаторы дискретного (периодического) действия. Отмеривание дозы продукта производится при помощи мерных емкостей, как правило, регулируемого объема. Мерная ёмкость может представлять собою диск или барабан, совершающий непрерывное вращательное движение, сектор, совершающий возвратно-вращательное движение.

Объемные дозаторы характеризуются сравнительно низкой ценой и высокой производительностью. Точность работы большинства дозаторов лежит в пределах 1–6 % (при условии их соответствия дозируемому продукту). Точность эта сильно зависит от величины дозы продукта [1].



### Рисунок 1 – Дозаторы объемные дискретного действия

Бункерный дозатор (рис. 1, а) состоит из промежуточной емкости 1 (бункер малой вместимости) с челюстным затвором 2 и пневматическим цилиндром 3.

При открывании челюстного затвора 4 основного бункера 5 материал пересыпается в малый бункер 1. Затем затвор 4 основного бункера 5 закрывается, и открывается затвор 2 бункера-дозатора. Доза определяется объемом бункера-дозатора.

Коробчатый дозатор (рис. 1, б) представляет собой коробку 1, расположенную под бункером и передвигающуюся от него к месту разгрузки пневмоцилиндром 2. Дном коробки является неподвижная плита 3. Доза регулируется перестановкой задней стенки коробки.

Поворотный дозатор (рис. 1, в) состоит из поворотного короба 1 и пневмоцилиндра 2. Дозатором легко управлять, обеспечивая точное дозирование. Доза определяется объемом короба.

Шиберный дозатор (рис. 1, г) представляет собой трубу 1 прямоугольного сечения или мягкий рукав и два шибера 2, которые перемещаются пневмоцилиндрами 3. Доза определяется объемом трубы, заключенной между шиберами.

Серьезным недостатком дозаторов периодического действия является то, что у них почти невозможно изменять дозу, по крайней мере без остановки агрегатов. Поэтому такие дозаторы стали применяться все реже [3].

Весовые дозаторы:

Весовые дозаторы – это дозаторы непрерывно-циклического или дискретного (периодического) действия. Отмеривание дозы производится посредством взвешивания продукта на встроенных весах. Сюда же следует отнести и силовые дозаторы, в которых масса отмериваемой дозы оказывается пропорциональной величине силового поля (например, электростатического).

Весовые дозаторы более точны, поскольку доза отмеривается в них взвешиванием на встроенных весах [2].

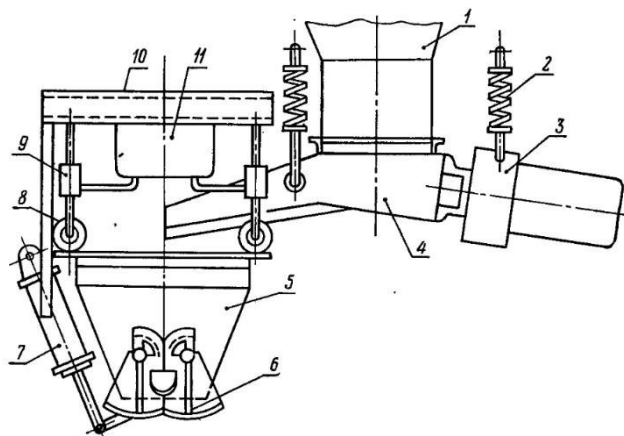


Рисунок 2 – Весовой дозатор периодического действия

1 – бункер; 2 – пружинная подвеска; 3 – электровибратор; 4 – лоток; 5 – бункер весов; 6 – секторный затвор; 7 – пневмоцилиндр; 8 – подвеска; 9 – тензометрический массоизмеритель; 10 – рама; 11 – электронный блок управления.

Автоматический весовой дозатор периодического действия типа ДВ-100 (рис. 2) состоит из расходного бункера 1 и электровибрационного питателя 3 с лотком 4, которые подвешены на пружинах. Бункер дозатора 5, снабженный затвором 6, подвешен на тягах 8 к раме 10. Массоизмерителем являются электротензометры 9. Электронное устройство 11 управляет всем циклом взвешивания и регистрирует число отвесов. В

начале цикла дозирования электровибратор работает с максимальной амплитудой, благодаря чему дозируемый материал поступает в бункер 5 с максимальной скоростью.

После того как масса дозы достигает 80-90 % от заданной, скорость подачи материала снижается для повышения точности взвешивания. При достижении заданной массы электровибратор автоматически отключается, срабатывает клапан и пневмоцилиндр 7 открывает затвор 6. Доза материала заданной массы высыпается из бункера 5 и затвор закрывается.

Весь цикл взвешивания продолжается 30-60 с. [1].

2. Сущность дозирования на предприятии АО «Проксима»:

На предприятии используется весовой дозатор Yamato 6 (рис. 3).

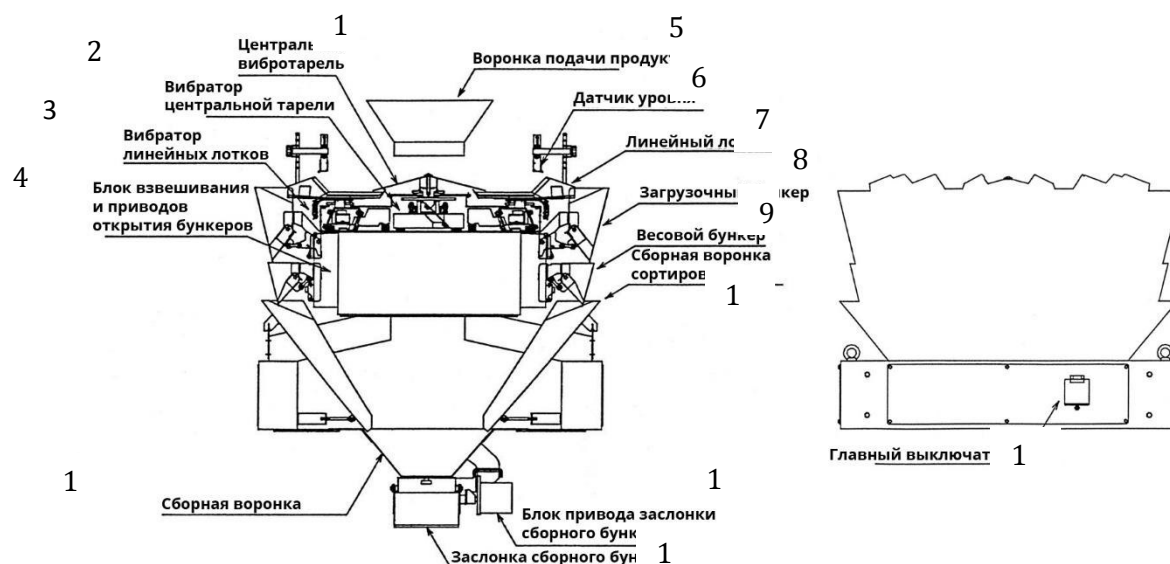


Рисунок 3 - Весовой дозатор (мультиголовка) электронного дискретного действия Yamato

Принцип работы:

В центре мультиголовочного дозатора располагается центральная вибротарель 1, используемая для распределения продукта с помощью вибратора центральной вибротарели 2 по линейным лоткам 7, расположенным вокруг вибротарели. Вибраторы линейных лотков 3 предназначены для подачи продукта в загрузочные бункеры 8. Амплитуда и продолжительность вибрации линейных дозаторов контролируются автоматически для обеспечения бесперебойной подачи продукта в загрузочные бункеры. Лотки представляют собой легкоъемные элементы конструкции. Предварительно подготовленная доза сбрасывается в ниже расположенный загрузочный бункер, при условии, что он уже свободен от продукта, т.е. пустой, или при его недостаточной загрузке. С каждым тактом сброса дозатор синхронно пополняет освободившийся бункер предварительными дозами. Весовой бункер 9 предназначен для удержания порции продукта во время его взвешивания весовым датчиком. Используя информацию о весе с каждого весового бункера, компьютер вычисляет наиболее близкую к заданному весу комбинацию. При поступлении команды контроллера соответствующий весовой бункер сбрасывает продукт в сборную воронку 11. Сборная воронка предназначена для приема, сброшенного из весовых бункеров продукта в определённой комбинации и для направления его в сборный бункер через заслонку сборного бункера 13 или прямо к расфасовочному автомату при подключении последнего [4].

3. Описание ситуации на предприятии:

В настоящее время подача лаврового листа на упаковочные станки RovemaVPI – 180, производится через накопительный бункер и наклонный транспортер ячеистого типа с гофробортами.

При эксплуатации данной системы подачи сталкиваемся с проблемами транспортировки листа. Проблемные участки подачи листа (рис. 4):

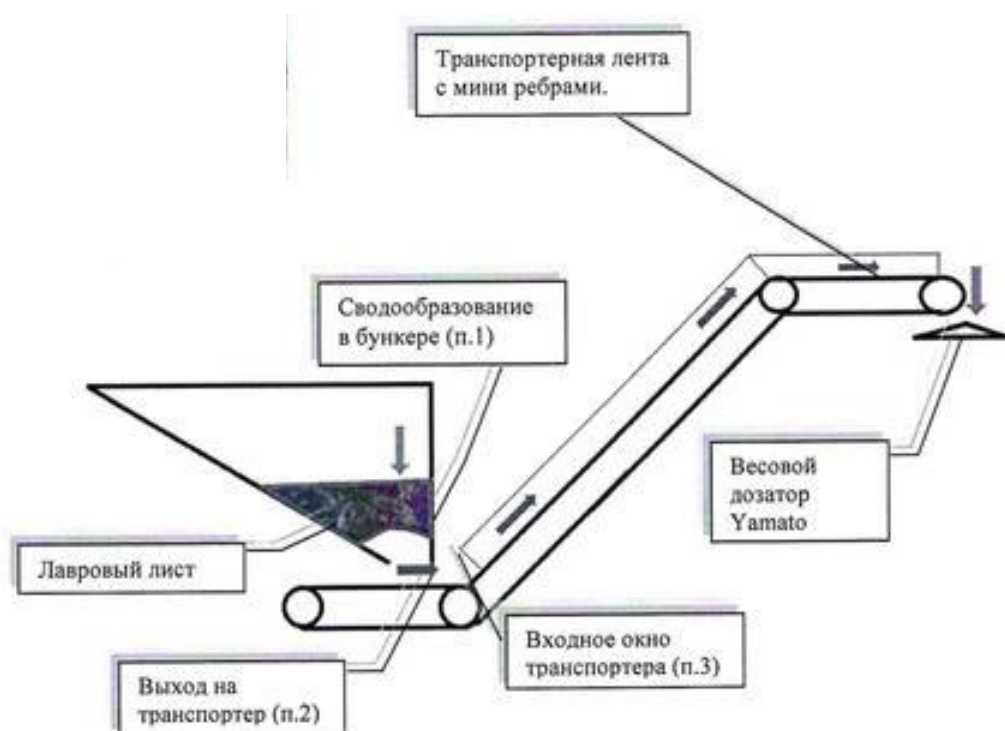


Рисунок 4 - Схема движения лаврового листа

1. Зависание лаврового листа. Окно ссыпки бункера. Происходит периодическое сводообразование («зависание») листа над ссыпным окном бункера, даже при активации листа пневмоцилиндром и вибродвигателем. Далее, при ручном воздействии на продукт происходит обрушение свода и переполнение ячеек транспортера.

2. Горизонтальный выход бункера на транспортер. После обрушения свода, переполненные ячейки транспортера двигаются на выход из транспортера, сминая и повреждая лист о край бункера.

3. Выходное окно транспортера. После, переполненная ячейка транспортера движется в закрытую зону наклонной части транспортера. На выходе в эту зону происходит дальнейшее сжатие и деформация листа.

На основе выше перечисленных проблем транспортировки и проблемных участков подачи листа можно обосновать недостаток данной линии – существующая схема не обеспечивает точность дозирования и сохранность продукта.

Для решения выше описанной проблемы, предлагается установить бункер-накопитель с нижней подачей. То есть, с подвижной нижней частью бункера (ребристая транспортерная лента).

4. Проведение эксперимента:

Для технической реализации разработана документация и изготовлен экспериментальный узел наклонного транспортера с нижней подачей на котором проведены предварительные опыты.

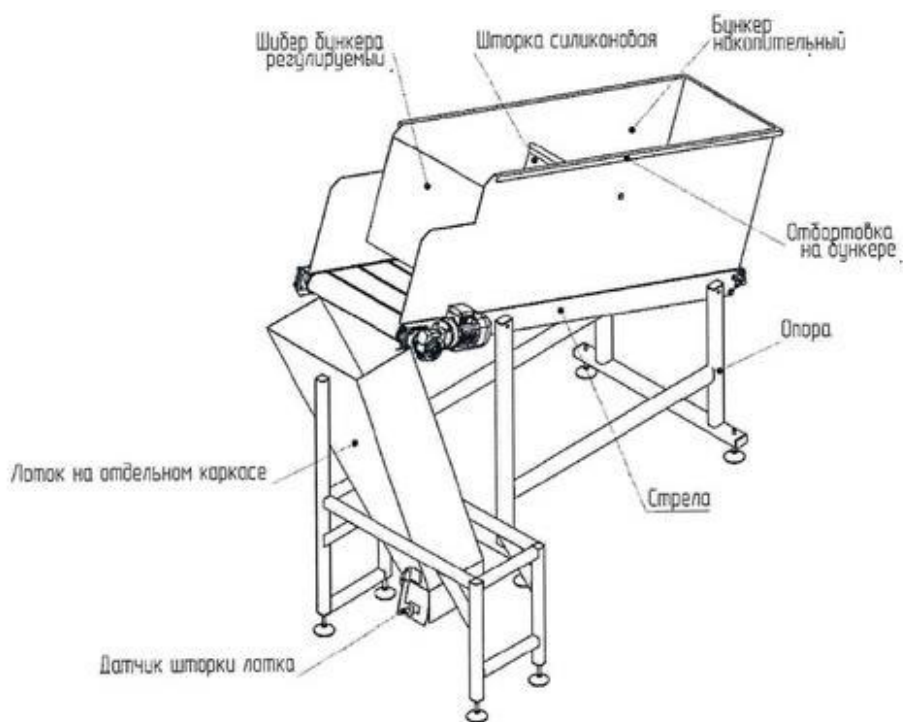


Рисунок 5 - Основное исполнение транспортера

Выводы: схема показала себя хорошо.

1. Улучшилась стабильность подачи листа, поток стал более однородным.
2. Практически отсутствует переполнение ячеек подъемного транспортера, и, как следствие, излишняя деформация и лом листа.
3. Нет ручного воздействия на подачу листа. Лист равномерней распределяется на весовом дозаторе Yamato. Как следствие, более стабильная скорость фасовки и точность дозирования.

В дальнейшем запланированы опыты по отработке технологии дозирования и разработка технической документации на предприятии АО «Проксима».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; под ред. Акад. РАСХН В.А. Панфилова. - М.: Высш. Шк., 2001. - 703 с.
2. Виденеев Ю.Д. Дозаторы непрерывного действия [Текст] / Ю.Д. Виденеев – М.: Энергия, 2013. – 185 с.
3. Глобин А.Н., Краснов И.Н. Дозаторы [Текст] / А.Н. Глобин, И.Н. Краснов - Зеленоград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. – 365 с.
4. Демченко В.А., Казаков Ю.Р. Пути повышения точности работы дозаторов для сыпучих пищевых продуктов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. № 1. С. 37-42.

## АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕМНОГО ДОЗАТОРА

К. А. Промская студент

А.К. Туров, канд. техн. наук, доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В статье рассматривается эксплуатация объемного дозатора, его недостатки и решение этих недостатков.

**Ключевые слова:** дозирование продукта, дой-пак, ПЧМ, циклон, кожух действующей аспирации, установка щелевых отсосов.

На линии фасовки молотого перца предприятия «Проксима» установлены фасовочные станки Laundenberg №9 которые фасуют перец чёрный молотый (ПЧМ) в пакеты по 100 грамм. Принцип работы станка следующий: - на станок устанавливают рулон с этикетом, затем этикет фиксируется захватами, которые продвигают упаковочный материал к месту фасовки сырья. Во время движения этикета происходит формирование пакета с термической проклейкой с трех сторон, при проклейке нижней части пакета ставится дата и номер оператора. Далее происходит отделение пакета от основной ленты этикета и уже отдельные пакеты продвигаются к месту заполнения ПЧМ. В это время из бункера ПЧМ шнековым погрузчиком подается в приемный бункер дозатора карусельного типа. Дозатор карусельного типа состоит из пяти дозирующих стаканчиков, (объем стаканчика рассчитан на 100 грамм ПЧМ), которые работают по принципу дозирования порций стаканчиками. Объем дозы продукта настраивается вручную за счет увеличения или уменьшения объемов стаканчиков. Во время вращения карусельного дозатора, объемные стаканчики наполняются сырьем и поочередно совмещаются с сформированным упаковочным пакетом и доза сырья попадает в пакет. При продвижении пакета далее по транспортеру происходит термо-заклейка верхней части пакета. После заклейки пакет падает на нижний ленточный транспортер, в это время происходит считывание количество готовых упакованных пакетов, и пакеты перемещаются в коробку. В коробку укладывается по 20 пакетов, затем эту коробку оператор кладет на весы, тем самым контролируя вес готовых пакетов. Погрешность должна быть не более 2% [2].

При дозировании легких сыпучих материалов, содержащих пыль, применяется закрытая конструкция дозатора (рис.1а). Шнековым погрузчиком материал подается по трубе 1, шнеком 2 в приемный бункер дозатора 5 через приемный патрубок 3. В бункере дозатора 5 установлен объемный датчик 4, который разъединяет электрический контакт и останавливает шнек 2 при заполнении продуктом [4]. Из бункера дозатора порошок попадает в стаканчиковый карусельный дозатор 6 (рис.1б) с шестью объемными стаканчиками и заполняет дозирующие стаканчики 7 определенным объемом продукта. Конструкция стаканчикового дозатора позволяет регулировать объем продукта вручную. При вращении карусельного дозатора, доза продукта находящаяся в объемном стаканчике при совмещении стаканчика с отверстием 8 в опорной плите порошок пересыпается в незапечатанный пакет [1].

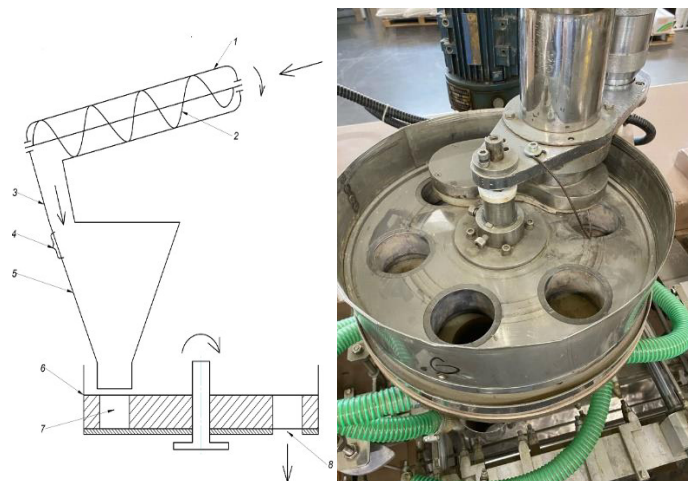


Рисунок 1. Стаканчиковый карусельный дозатор, а) - принципиальная схема; б) – общий вид.

В процессе эксплуатации на предприятии ООО «Проксима» объёмного дозатора при фасовке ПЧМ по 100г/20шт/коробке на Laundenberg №9 (в дой-пак) выявлен основной недостаток: - существуют потери продукта ПЧМ(перец черный молотый). Потери возникают в процессе дозирования продукта, часть взвешенной пыли удаляется из зона пересыпания в пакет централизованной системой аспирации и оседает в циклоне. Отключение аспирации или уменьшение потока воздуха взвешенная пыль от продукта оседает на этикетке в зоне сварки горизонтального шва, сваренный шов теряет герметичность. Так же при отключении аспирации или уменьшении потока аспирации большое количество взвешенной пыли находится в воздухе РЦ, при этом работа оператора в таких условиях не соответствует санитарным нормам [3].

На фото ниже (рис 2) изображен кожух действующей аспирации в зоне дозирования.



Рисунок 2. Существующая схема аспирации зоны дозирования.

В результате возникновения разряжения в кожухе, часть продукта вместе с взвешенной пылью оседает в циклоне. Потери за смену фасовки составляют от 20 до 40 кг продукта.

Так как система аспирации централизованная, то в циклоне получается смесь продуктов со всех систем дозирования находящихся в производстве цеха №1. Использовать данный продукт из-за смешивания разных продуктов не возможно, отходы утилизируются.

Для решения описанной выше проблемы предложена установка местных щелевых отсосов. Щелевые отсосы не создают общего разряжения в зоне дозирования, что значительно уменьшит потери продукта, удаляется только взвешенная пыль, образующаяся при падении продукта, при этом щелевые отсосы могут работать только в паре с пылесосом низкого давления.

Попытка подключить щелевые отсосы к централизованной системе аспирации не дала эффекта, так как в централизованной системе используется патрубки от 160 мм и выше, в котором создается соответствующий необходимый поток. В щелевых отсосах, подключённых патрубками диаметром 30 . . . 40 мм, к патрубку 160 мм централизованной системы, не удастся развить необходимого отрицательного давления, в результате щелевой отсос не работает.

Для обоснования необходимых конструктивных параметров щелевых отсосов, диаметров подключаемых патрубков и подбора индивидуального пылесборного оборудования намечено провести эксперименты. Были установлены щелевые отсосы (рис. 3) на дозаторные воронки (подвижную и не подвижную), патрубки от щелевых отсосов подключены к аспиратору, который создает необходимый паток. Аспиратор использовали временно с РЦ ОМАГ.



*Рисунок 3. Схема подключения индивидуальной системы пылеотсасывания.*

В результате эксперимента удалось собрать 4 кг взвешенной пыли в аспираторе за 12 часов работы фасовки РЦ.

Так как аспиратор установлен локально, и использовался исключительно для ПЧМ, то собранный продукт можно аккумулировать и в дальнейшем использовать на смешивании полуфабрикатов.

Операторы на момент проведения эксперимента оценили модернизированную аспирацию, в воздухе летает меньше взвешенной пыли, работать стало комфортнее.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; под ред. Акад. РАСХН В.А. Панфилова. - М.: Высш. Шк., 2001. - 703 с.

2. Виденеев Ю.Д. Дозаторы непрерывного действия [Текст] / Ю.Д. Виденеев – М.: Энергия, 2013. – 185 с.
3. Глобин А.Н., Краснов И.Н. Дозаторы [Текст] / А.Н. Глобин, И.Н. Краснов - зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. – 365 с.
4. Демченко В.А., Казаков Ю.Р. Пути повышения точности работы дозаторов для сыпучих пищевых продуктов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. № 1. С. 37-42.

УДК 664.6/ 664.87

### **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ ТУШКИ ЦЫПЛЕНКА**

Г.Д. Проскуряков, студент

П.С. Каликин, студент

А.А. Диденко, канд. тех. наук

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** На предприятии АО «Новосибирская птицефабрика» при упаковке тушки цыпленка имеет место большая доля ручного труда в части в дозировании коробки по весу. Для научного обоснования механизированного процесса укладки выделен ряд задач. Рассмотрен принцип работы мультиголовочного весового дозатора. Предложена модернизированная конструкция весового дозатора на линии упаковки тушки цыпленка.

**Ключевые слова:** мультидозатор, упаковка тушки цыпленка, весовой бункер,

На сегодняшний момент на большинстве предприятий птицеводческой промышленности присутствует большая доля ручного труда, фонд промышленного оборудования морально и физически устарел.

Современное развитие пищевой промышленности идёт по пути создания высокоэффективных технологий и повышения качества выпускаемой продукции. Растущие затраты на сырье, услуги и энергию создают необходимость обеспечения показателей качества готового продукта, соответствующих стандарту ГОСТ 31962-2013 [1], интенсификации технологического процесса и снижения затрат ресурсов на единицу выпускаемой продукции. Мясо кур должно соответствовать требованиям настоящего стандарта и вырабатываться по технологической инструкции по производству мяса птицы с соблюдением санитарных и ветеринарных норм и правил, действующих на территории государства, принявшего стандарт.

Основная задача весовых дозаторов заключается в обеспечении подачи определенного количества того или иного продукта. В зависимости от количества подаваемых продуктов устройства делятся на одноканальные и многоканальные. Для дозировки требуемого количества продукта используется система взвешивания, что позволяет использовать такие устройства для различных материалов. Для дозирования вещества в заданной временной или логической последовательности используются программные дозаторы.

Современные весовые дозаторы оснащены блоком управления, которые отвечает за работу всей системы. Это позволяет минимизировать вмешательство оператора в процесс дозировки продукта. При встраивании в систему весового дозатора мини ЭВМ обеспечивается высокая функциональность оборудования:

осуществление дозировки материала по заложенной программе без участия оператора;

минимизация влияния внешних факторов, настройка работы программы с их учетом;

передача полученных результатов работы;

предоставление информации о работе устройства в удобном и понятном виде.

Поэтому современные весовые дозаторы способны обеспечить высокую функциональность и удобство работы производственной линии.

#### *Виды дозаторов*

В качестве основного критерия для того, чтобы провести классификацию дозаторов, используется принцип их функциональности.

Выделяются следующие типы весоизмерительных устройств:

1. Шнековые дозаторы используются для дозировки сыпучего, гранулированного, порошкового и пастового продукта.

Шнековый дозатор по принципу работы не похож ни на весовой, ни на объемный дозатор. Порции отмериваются вращением лопастей шнека. Представляет собой, в основном, шнек, заключённый в кожух; рабочий инструмент данного типа может располагаться вертикально, горизонтально или под наклоном, встречаются дозаторы с несколькими шнеками. В конус-накопитель сыпается продукция, которой предстоит пройти по винтовому механизму. Скорость вращения винта можно отрегулировать с помощью настроек. Если заставить его двигаться медленнее – порции будут больше. Если быстрее – то дозы будут меньше.

Основным преимуществом является простота конструирования, и, как следствие, простота очистки и замены деталей.

К недостаткам относятся: показатель точности дозирования искажается благодаря влиянию погрешностей в процессе изготовления шнека.



*Рисунок 1 Шнековый дозатор*

2. Объемные дозаторы используются в качестве дозирования газа, жидкости, паст.

Представляют собой мерные сосуды, кругообразно загружающиеся из бункера и разгружающиеся в приёмную ёмкость. Их производительность регулируют с помощью изменения скорости наполнения, времени цикла или объёма

К преимуществам относятся проста конструирования, и большая надёжность.

Недостатками являются: объем дозирования находится под большим влиянием температуры и давления. Объемные дозаторы имеют погрешности при взвешивании – 0,5 -20%.



*Рисунок 2 Объемный дозатор*

3. Массовые дозаторы используются, чаще всего, при дозировании твердого сыпучего сырья, паст, и жидкостей.

Массовые устройства данного типа имеют существенный ряд преимуществ в отличии от других:

- Высокий показатель дозирования, где погрешность равняется 0,2%.
- Размер не зависит от температурных условий и давления.
- Если взвешиваются пенящиеся среды, то погрешность также остается мала.

Основной недостаток представляет собой высокую стоимость.



*Рисунок 3 Массовый дозатор*

4. Мультиголовочные весовые дозаторы используются для проведения дозировки твердого сыпучего материала. Вес дозы может быть равен от 1 г до нескольких сотен кг. Среди достоинств отмечается компактность датчиков давления, универсальность, оптимальная точность и большая производительность; к недостаткам можно отнести необходимость предварительного определения гидростатического давления от веса продукта в ёмкости, низкая скорость работы. В сравнении с объёмными сложны, поэтому имеют малую эксплуатационную надежность и высокую стоимость.

Для упаковки курицы из существующих конструкций наиболее подходящий под технологическую линию по упаковке тушки цыпленка является мультиголовочный весовой дозатор

Мультиголовочный комбинационный весовой дозатор (мультиголовочный дозатор) — один из основных элементов линии фасовочно-упаковочного оборудования. Предназначение мультиголовочного дозатора - высокоскоростное и точное дозирование пищевых и непищевых продуктов в пакеты, гофрокороба или готовую тару.



*Рисунок 4 Мультиголовочный комбинационный весовой дозатор*

#### Устройство мультидозатора

Устройство мультидозатора представляет собой машину, оснащенную взвешивающими головками и тензометрическим датчиком. Это основные элементы данного оборудования.

Так как взвешивающих головок несколько, процесс дозирования и распределения продукта происходит быстрее, что значительно ускоряет производство и делает его более эффективным. Управление головок происходит с помощью микропроцессора, который позволяет запрограммировать вес конечного продукта и блокирует его подачу при несоответствии заданным характеристикам. Таким образом, вы всегда получаете качественную продукцию с верным распределением веса при упаковывании.

От бункера отходят приемные лотки, где происходит взвешивание с помощью дозирующей головки на конце каждого лотка. Приемных лотков может быть от 10-ти до 20-ти штук, что отражается на объемах производства. Если компания занимается небольшими поставками продукта, например, при производстве нескольких видов товаров, 10-ти ручьевой мультиголовочный дозатор отлично впишется в ее деятельность. Если же компания ставит своей целью производство одного вида продукта и для нее важна результативность, следует устанавливать дозатор на 20 штук головок.

Для повышения эффективности технологического оборудования по упаковке курицы в цехе переработки в ходе анализа установлена необходимость модернизировать мультиголовочный весовой дозатор. Данное оборудование не подходит из-за габаритов и размеров бункеров, предназначенные для твердых сыпучих продуктов, поэтому было принято решение изменить количество бункеров и увеличить их размеры под курицу, а также убрать линейные и накопительные ковши.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 31962-2013 Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части).
2. ISHIDA URL: <https://www.ishidaeurope.com/ru> (дата обращения: 17/05/2023).
3. YAMATO URL: <https://yamatoscale.com/> (дата обращения: 17/05/2023).
4. Рогинский Г. А. Дозирование сыпучих материалов. М.: Химия. 2008. 176 с
5. Шушпанников, А. Б. Моделирование процесса порционного дозирования / А. Б. Шушпанников, Б. А. Федосенков // Техника и технология пищевых производств. — 2010. — № 2

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ И УПАКОВКИ ЗАМОРОЖЕННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ**

А. Е. Шаркова, студентка группы 3405

Научный руководитель: А. А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент  
*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В статье проведен обзор и анализ существующих конструкций для весового дозирования штучных продуктов, выделены основные виды устройств для дозирования продуктов, предложено конструктивное решение для автоматизации процесса упаковки замороженных полуфабрикатов.

**Ключевые слова:** дозирование, транспортирование, замороженные полуфабрикаты.

Одна из главных проблем мясного производства – высокая себестоимость производимой ими продукции (мяса, молока, яиц, овощей, фруктов). На данный момент, успешная конкуренция на рынке пищевой продукции не совсем возможна без минимизации затрат, при постоянном увеличении качества изготавливаемой продукции и ее количества. Для реализации этих задач требуется проведение комплекса мероприятий в различных сферах: техническое оснащение производства, обучение специалистов, оптимизация процессов производства и управления затратами, а также улучшение качества продукции.[1]

В современных условиях производство мясных и колбасных изделий становится одним из наиболее активно развивающихся направлений промышленного животноводства. В этой области присутствуют такие особенности, как большая концентрация полуфабрикатов на мясокомбинатах и поточность технологических процессов, что требует автоматизации и оптимизации некоторых операций.

Механизация и автоматизация технологических процессов позволяют повысить эффективность производства мясных продуктов, увеличить объемы производства и качество продукции, а также создать более комфортные условия для труда обслуживающего персонала. Использование специальных автоматизированных устройств в работе производства и проведение необходимых модернизаций являются необходимыми шагами для оптимизации работы производства и повышения его результативности. [3]

Для повышения производительности, уменьшения трудозатратности и минимизации технологических отходов, на участок по изготовлению и упаковке замороженных полуфабрикатов (котлет) требуется установить автоматизированное весовое дозирующее устройство. [1]

Анализ технологического процесса на предприятии показывает, что процесс дозирования можно свести к следующим вариантам:

- дозирование сырья или полуфабрикатов в последующую машину или поточную линию с целью стабилизации производительности;
- дозирование (дискретное, порционное) при фасовке в тару.

В настоящее время существует операция упаковки замороженных полуфабрикатов (рис. 1) процесс упаковки происходит с помощью транспортирования замороженного продукта их спирального холодильника по металлической конструкции, называемой «трубой», из трубы котлеты сразу попадают в гофротару, накрытую полиэтиленовым пакетом.

Этот процесс отслеживается только визуально, далее коробка с продукцией попадает на весы, в руки оператора-упаковщика, он взвешивает коробку с котлетами, регулирует вручную вес продукта и далее, закрывает и упаковывает коробку.

Такой принцип упаковки трудозатратен, так как, требуется три работника – один для того, чтобы накрывать коробку пакетом, второй для того, чтобы следить за наполнением тары и передачей тары на следующую позицию, третий – для взвешивания и упаковки этой тары, и помещения ее на паллет.



*Рисунок 1 Существующий на данный момент процесс упаковки замороженных полуфабрикатов.*

При таком технологическом решении присутствуют следующие недостатки:

- неравномерное наполнение коробки;
- завалы продукцией;
- недовесы и перевесы тары с продукцией;
- при частых завалах, создаются потери продукции;
- не стабильная производительность;
- нехватка времени для упаковки гофротары.

Для повышения эффективности и производительности на участке по упаковке замороженных полуфабрикатов возможно применение двух технологических решений с применением имеющихся на рынке машин и оборудования для дозирования и упаковки готовой продукции.

**Первым технологическим решением является внедрение бункерных весов в линию по упаковке замороженных полуфабрикатов:**

**Весы бункерные** (рис. 2) предназначены для измерения массы сыпучих материалов.

Весы состоят из грузоприёмного устройства, выполненного в виде прямоугольного или круглого сечения с затвором и системы управления с программным обеспечением.

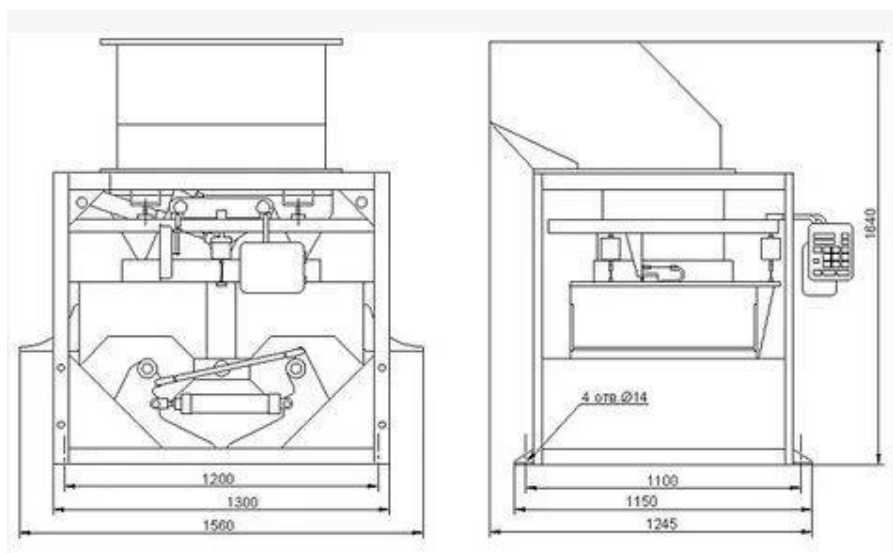


Рисунок 2. Весы бункерные

Таблица

Технические характеристики	
Производительность, м <sup>3</sup> /час	250
Погрешность взвешивания, %	0,1
Рабочий объем весового бункера, л	450
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /час	30
Потребляемая мощность	60
Масса, кг	600
Тип управления	Электронные
Материал	Стальные
Способ установки	Напольные
Вид грузоприемного устройства	Бункерные

Бункерные весы обеспечивают следующие виды весоизмерительных операций:

- простое перевешивание с максимальной производительностью, когда величина дозы равна максимальной грузоподъемности весового бункера;
- порционное перевешивание, когда величина дозы много больше максимальной грузоподъемности весового бункера и доза набирается мелкими порциями;
- поддержание заданной производительности подачи продукта.

Предназначены для работы при температуре от -30 до +40оС.

Подача продукта в весовой бункер происходит сверху самотеком. Отсечка продукта при заполнении весового бункера производится секторной заслонкой с электроприводом по команде блока управления. [5]

**Вторым технологическим решением является мультиголовочный дозатор:**

**Мультиголовочный дозатор** (рис. 3) — высокоскоростной и точный класс машин, служащий для дозирования пищевой и непищевой продукции. Полное название: «Мультиголовочный комбинационный весовой дозатор».

Под дозатором обычно располагается упаковочная машина вертикального или горизонтального типа. Она упаковывает сброшенную дозу в полиэтиленовую, пластиковую, картонную или какую-нибудь другую упаковку. [6]

Мультиголовочные дозаторы встречаются практически на всех предприятиях в России, которые самостоятельно упаковывают свою продукцию в индивидуальную упаковку. [1]

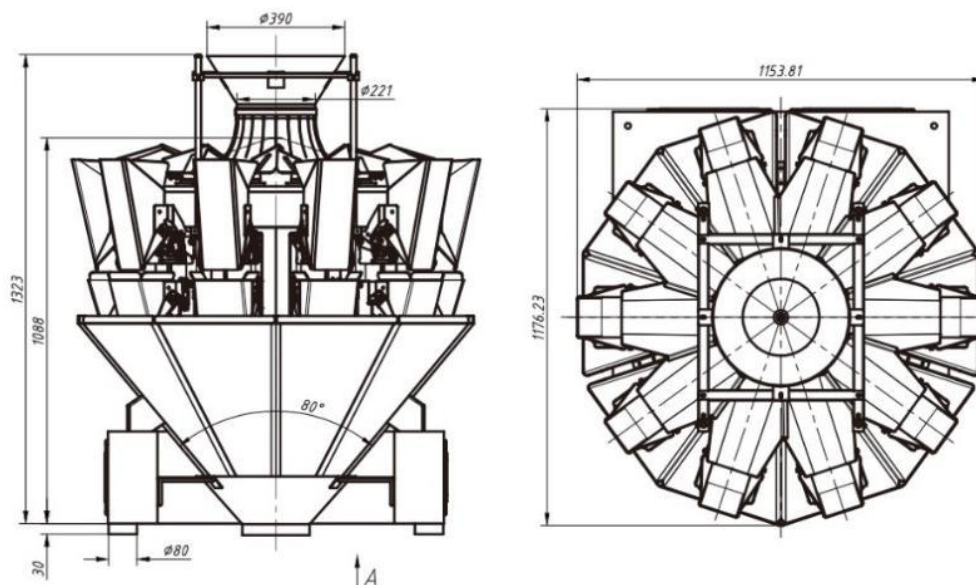


Рисунок 3 Мультиголовочный дозатор

Исходя из имеющихся площадей и размеров участка упаковки  $24 \text{ м}^2$  замороженных полуфабрикатов на производстве, площади расположения предлагаемых варианта №1 размерами  $2,1 \text{ м}^2$  и варианта №2 размерами  $2 \text{ м}^2$  входят в площадь цеха, но за счет их размеров и способов установки в цеху, площади участка будет недостаточно. Встроить бункерные весы или мультиголовочный дозатор в существующий цех вызывает сложности в эксплуатации всего оборудования, находящегося в цеху.

Поэтому предлагается следующее технологическое решение:

Требуется установка какой-либо емкости или бункера для дозирования замороженных котлет с воздухообменом, а также установить ленточный транспортер размерами  $0,75 \text{ м}^2$ , для транспортирования продукта к месту взвешивания и упаковки в гофротару.

Одним из вариантов технологического решения выступает схема, представленная на рисунке 4:

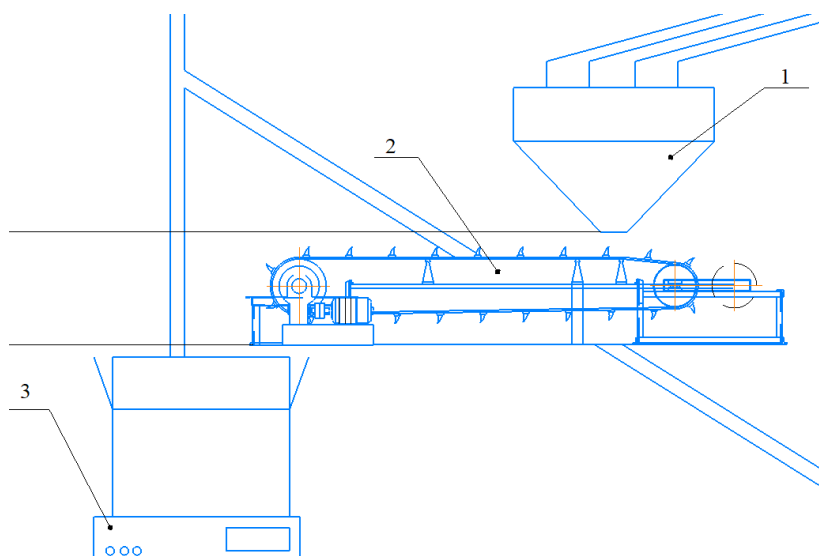


Рисунок 4 Машинно-аппаратурная схема линии упаковки замороженных полуфабрикатов.

1 – бункер; 2 – ленточный транспортер; 3 – весы

Предложенная конструкторская разработка (рис. 4) позволит наладить процесс упаковки замороженных полуфабрикатов, при этом требует минимум физических и материальных затрат на загрузку и разгрузку. Ленточный конвейер имеет широкий диапазон скоростей, обеспечивая при этом заданную производительность. [2]

На рассматриваемом нами участке по упаковке замороженных полуфабрикатов установка конструкции (рис.4), которая имеет большую производительность, существенно повышает эффективность всей технологической линии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев П. С. Технологическое оборудование отрасли / П. С. Беляев, Д. Л. Полушкин, П. В. Макеев, И. В. Шашков. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – 250 с.
2. Вуколов В.Н. Весовой дозатор сыпучих продуктов / В. Н. Вуколов, А. А. Федосеева // Описание полезной модели к патенту. – 2006. – №2. – С. 2-6.
3. Пат. № 2138783 РФ, МПК<sup>6</sup> G 01 F 11/00. Способ непрерывного дозирования сыпучих материалов / В.Ф. Першин, С.В. Барышникова. – № 9811069/28 заявл. и патентообладатель Тамб. гос. техн. ун-т. заявл. 04.06.98; опубл. 27.09.99, Бюл. № 5. – 3 с.
4. Першина С.В. Весовое дозирование зернистых материалов: учебник / С.В. Першина. – М.: Машиностроение, 2009. – 260 с.
5. Першина, С.В. Реализация способа двухстадийного непрерывного дозирования сыпучих материалов с использованием ленточного транспортера / С.В. Першина, В.Ф. Першин, П.М. Явник – Университет им. В.И. Вернадского. — 2012. — № 42(4). — С. 340-344.
6. Родионов Д. А. Классификация и назначение дозаторов / Д. А. Родионов, И. В. Суворина, П. В. Макеев, Ю. В. Князев / — 2015. — С. 409-413.

УДК 664.663.9

#### **АВТОМАТИЧЕСКИЕ УКЛАДЧИКИ ХИНКАЛЕЙ НА ПОДНОСЫ**

Е.М. Хорошилова, студент

Научный руководитель: А.А Мезенов кандидат технических наук, доцент  
*Новосибирский государственный аграрный университет*

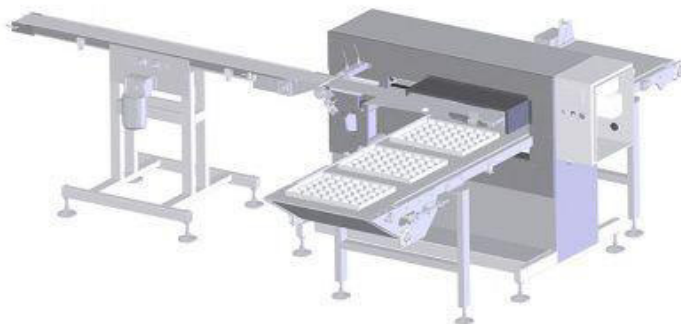
**Аннотация.** В данной статье представлены конструкции машин для автоматической и робототехнической укладки хинкалей. Достоинства и отличия автоматической укладки от ручной.

**Ключевые слова:** автоматическая укладка, производственный процесс, готовая продукция.

Автоматические укладчики хинкалей - это устройства, предназначенные для автоматической укладки хинкалей. Они используются в производстве пищевых продуктов для быстрой и эффективной укладки хинкалей в упаковки или контейнеры. Автоматические укладчики хинкалей бывают разных размеров и могут укладывать разные типы хинкалей. Они обычно работают по принципу конвейера и могут обрабатывать большие объемы продукции за короткий промежуток времени. Применение этих устройств позволяет экономить время при производстве, а также снизить затраты на персонал. Принцип работы данного оборудования основан на использовании роботизированных механизмов, которые выполняют все необходимые операции по укладке хинкалей на подносы.

Укладчики хинкалей работают по принципу автоматической ленты, которая перемещает готовые хинкалей на поднос и расставляет их в нужном порядке. Таким образом, официанты могут сосредоточиться на обслуживании клиентов, а кухня может быстрее выпустить заказы. В этой статье мы рассмотрим основные преимущества использования автоматических укладчиков хинкалей на подносы и как они могут помочь вашему бизнесу достичь большей эффективности.

Укладчик изделий УХСП-1Э обеспечивает автоматическую укладку штучной пищевой продукции – печенья, хинкалей, пирожков и т.д. на подносы для последующей их обработки (выпечки, заморозки, охлаждения и т.д.).



*Рисунок 1 – Укладчик изделий УХСП-1Э*

Устройство автоматического укладчика: рама с установленным на ней транспортером для подачи и укладки изделий, транспортировки подносов, устройство осадки.

Возможно несколько вариантов укладки изделий, базовая – 10 рядов по 7 штук. Также конструкция оборудования предусматривает реверсивное движение подносов (следует переустановить транспортер на 180 градусов).

Устройство осадки регулируется по высоте, настройки исключают повреждение продукта. Данный укладчик изделий может быть включен в любую автоматизированную линию по упаковке штучной и мелкоштучной продукции

Автоматический укладчик на подносы WL-YZP - замыкающим звеном производственной линии. Возможности данного автомата позволяют раскладывать кондитерские изделия в зависимости от их размеров и веса, так же можно регулировать количество изделий в одном ряду и количество самих рядов.



*Рисунок 2 Автоматический укладчик WL-YZP*

Автомат не наносит изделиям никакой деформации и раскладывает их аккуратно и последовательно, на определённом расстоянии друг от друга, что не даёт изделиям слипнуться во время приготовления.

Проводя анализ автоматических укладчиков нельзя не рассмотреть применения роботов в пищевой промышленности.

Одним из вариантов технического решения с помощью портального промышленного робота Birbi P-1 Pro с системой пневмозахвата на присосках.



*Рисунок 3 Промышленный робот манипулятор Birbi M*

Задача робота - автоматическая укладка печенья с конвейера в коробку.

Алгоритм работы:

Получение координат для захвата кондитерской продукции с конвейера.

Захват печенья с помощью пневмоприсосок.

Перемещение печенья и укладка в коробку.

Повторение операции с укладкой печенья в заданной последовательности.

Повторение цикла.

Получение координат для захвата продукции реализуется тремя способами:

1. Последовательный захват продукции из буфера, как показано на видео.

2. Алгоритмически рассчитываются координаты с учетом размеров продукции и скорости движения конвейера и робота.

3. С помощью искусственного интеллекта и системы машинного зрения определяется положение продукции, угол поворота, рассчитывается точка перехвата с учетом скорости движения конвейера и робота.

Стоимость реализации варианта с распознаванием продукции с помощью искусственного интеллекта и машинного зрения увеличивается в зависимости от сложности адаптации нашего программного обеспечения для вашей продукции в конкретных производственных условиях.

Средняя производительность робота укладчика - 150 кг/час.

Максимальная производительность зависит от веса, расстояния и некоторых других особенностей процесса, индивидуальных для каждого производства.

Эффекты применения и окупаемость:

Повышается качество готовой продукции - возможность в автоматическом режиме отбраковывать продукцию (поломанную, подгоревшую и т.д.)

По производительности 1 робот заменяет в среднем от 2 до 4 сотрудников.

Результаты исследований показали, что автоматические укладчики хинкалей на подносы способны обрабатывать до 1000 штук в час, что является значительным преимуществом перед ручной работой. Кроме того, автоматизация процесса укладки позволяет точно контролировать размер порции и равномерность распределения хинкалей по подносу.

В целом можно сделать вывод о том, что использование автоматических укладчиков хинкалей на подносы является эффективным и экономически обоснованным решением для производственных предприятий, занимающихся производством данного продукта. Также следует отметить, что автоматические укладчики хинкалей на подносы отличаются высоким уровнем гигиены и безопасности в производственном процессе. Это позволяет снизить риск возникновения непредвиденных ситуаций, связанных с некачественным укладыванием продукции

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенова Т.И. Технология упаковочного производства/ Т.И. Аксенова, В.В. Ананьев, Н.М. Дворецкая.- М.: Колос, 2016.-184 с.
2. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.: под. Ред. Акад. РАСХН В.А Панфилова. – М: Высш. Шк., 2017. – 703 с.
3. Осадочные и формовочные машины <http://www.163region.ru/equipment/otsadka.html>
4. Робот упаковщик <https://bid.life/rnd/robot-packing.html>

УДК 631.362.62

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ МОЛОЧНЫХ ТАКСИ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ МОЛОКА ТЕЛЯТАМ

Д.А. Коваленко, студент

А.Г. Христенко, канд. техн. наук, доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В статье рассмотрены аспекты кормления телят молочного периода с использованием мобильных средств транспортирования молока. Рассмотрены конструктивные особенности молочных такси и возможность их применения в условиях хозяйств. Приведены эксплуатационные особенности молочных такси их преимущества и недостатки.

**Ключевые слова:** телята, молоко, молочное такси, раздача молока, транспортировка молока, поение.

Фермы КРС бывают молочного и мясного направления. Молочная и мясная продуктивность животных формируется на ранних стадиях их выращивания и развития.

Выделяют три основных периода выращивания молодняка: молозивный, молочный, переходный. Каждый период выращивания влияет на их физиологическое становление органов и систем организма. В молочный период происходит интенсивное развитие организма телят, физиологическое поение телят молоком основано на режиме кормления, норме и температуре выпаиваемого молока. Но возникает проблема: «как же максимально придерживаться ко всем критериям и минимизировать соотношения качества и времени?». Поэтому в производствах используют малогабаритную технику, которая несомненно облегчает человеку труд и экономию времени.

Различная техника с малыми габаритными размерами эксплуатируется и для поддвижки кормов и для удаления навоза, и для выпаивания телят молоком в молочный период кормления и др.

Экономия времени и трудозатрат — это неотъемлемая задача на производстве не зависимо от его размеров, ведь каждое предприятие хочет высокую производительность. Подсчитав использование мг. техники и ручного труда, мы достигаем примерно до 50% производительности продукции.

В технологии выпаивания широко используются молочные такси для транспортировки и раздачи молока, что и позволяет снизить затраты ручного труда и времени выполнения операции кормления.

Существуют несколько видов молочного такси для различных хозяйств, которые приведены в таблице 1.1.

Таблица – Виды молочных такси для транспортировки молока телятам

<i>Ручные</i>	<i>Прицепные</i>	<i>Самоходные</i>
Используют на небольших предприятиях с малым поголовьем. Проста в конструкции, выполняет большинство маневров, которые не могут выполнить	эксплуатируется на больших предприятиях с большим поголовьем. Плюс такого такси в том, что она проста в конструкции и прицепная, по мимо прицепного такси агрегат, за	Так же, как и прицепные используются на крупных предприятиях. Принцип машины прост, оснащена рамой с баком и электроприводом. Имеет емкость, существенно больше

<p>большие прицепные и самоходные машины. Оснащено такое такси рамой небольших габаритов и баком до 120 литров.</p>	<p>который его цепляют может эксплуатировать и другую сельскохозяйственную технику. Такси имеет бак с большим литражом, что существенно сокращает время доставки молока для телят. Так же оно в использовании и легко ремонтируется, из-за легкодоступных деталей в изделии.</p>	<p>чем у ручных такси, но меньше чем у прицепных, что дает преимущество перед своими сородичами. Еще одно преимущество в том что машиной управляет оператор и она спокойно может привезти молоко самостоятельно непосредственно с молоканки.</p>
---	--	--



а)



б)



в)

*Рисунок 1 – Разновидности молочных такси: а – ручные; б – прицепные; в – самоходные.*

Молочное такси - это передвижная установка, которая используется для приготовления, подогрева, транспортировки молока/ЗЦМ к месту выпойки телят и его дозированной раздачи. Оборудование выполняет функцию пастеризации, поэтому способно уничтожить все болезнетворные микробы.

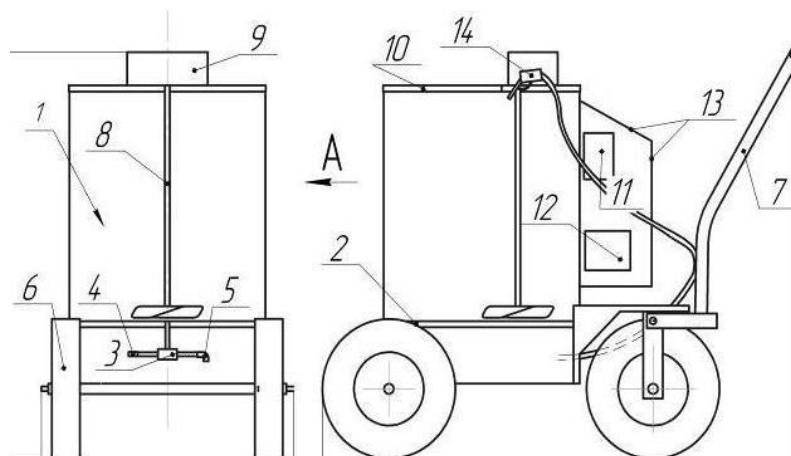
Общим для всех типов молочных такси емкость из нержавеющей стали типа «термос», смонтированную на колесной платформе. Туда же обычно ставят систему подогрева, которая работает от электросети 380В, подставку для ведер и механизм перекачивания смеси из бака непосредственно кормушку.

Перемешивание молока позволяет избежать подгорания, дает возможность быстрее и более равномерно прогревать.

Особенности ручных моделей: мобильное для небольших предприятий, состоит из простых деталей, что обеспечивает при поломке быструю починку, простота в эксплуатации.

Отличительной особенностью самоходных молочных такси является наличие привода на ведущие колеса, исключающие затраты труда оператора на его перемещение.

Прицепное молочное такси для выпойки телят представляет собой передвижное устройство на колёсах для транспортировки молочной смеси агрегируемое с транспортным средством, например квадроцикл и т.п..



*Рисунок 2 – Общая компоновка молочного такси: 1-рабочий бак; 2- подогрев дна бака; 3- аккумуляторный насос; 4- патрубок для перекачки жидкости; 5- сливной кран; 6- система транспортировки; 7- транспортировочная ручка; 8- мешалка; 9- электродвигатель; 10- крышка; 11-электронный бак; 12- аккумулятор 12В с блоком зарядки, 13- панель управления, 14- разливочный пистолет.*

Особенности применения молочного такси на животноводческих фермах крупного рогатого скота: экономия времени оператору; использование одной машины, обеспечивая удобство; подогрев молока осуществляется в пути; мобильность машины за счет простоты конструкции.

Для начала молоко забирают с емкостей для хранения. После молоко нагревает до нужной температуры молочное такси по пути в «телятник». Осуществляют добавки в молоко молочное такси перемешивает их за счет циркуляции, затем начинают раздачу молочной смеси. Представлено на схеме 1.

Вывод. Особенностью применения молочного такси для транспортировки молока телятам на выпойку и его выбор являются мощность животноводческой фермы и поголовье обслуживаемых телят. Объем емкости молочного такси влияет на выбор конструктивной особенности молочных такси и их вид.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://ulicom.by/index.pl?act=PRODUCT&id=1011>
2. <https://mtraktor.ru/good-3935-minitraktor-uralec-220>
3. <https://big-farmer.ru/molochnoe-taksi-dlya-telyat/>
4. <https://pelengagro.ru/catalog/pritsep-molochnoe-taksi-mt-1200-l/>
5. [https://www.russkayaferma.ru/stati/molochnoe\\_taksi\\_naznachenie\\_ustroystvo\\_ekspluatatsiya/](https://www.russkayaferma.ru/stati/molochnoe_taksi_naznachenie_ustroystvo_ekspluatatsiya/)
6. Януков Н.В., Майоров А.В., Михеева Д.А., Эштуков И.В., Смирнова С.Т. Модернизированное молочное такси для выпойки телят // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modernizirovannoe-molochnoe-taksi-dlya-vpoyki-telyat> (дата обращения: 01.06.2023).

## АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ СДВИГАНИЯ КОРМОВ В ЗОНУ ПОЕДАНИЯ

М.Н. Бабкин, студент

П.Ю. Кисапов, студент

А.Г. Христенко, канд. техн. наук, доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В статье приведен анализ различных способов подталкивания корма. Рассмотрены аспекты влияния подталкивания на продуктивность животного. Изучены конструктивные особенности подталкивателей кормов и рабочие органы применяемые в их конструкциях.

**Ключевые слова:** корм, подталкиватель кормов, робот, пододвигатель кормов, кормовой стол.

В настоящее время на большинстве животноводческих объектах недостаточно механизированы процессы кормления животных, а в частности крупнорогатого скота. Механизация процесса кормления находится на недостаточном уровне. Это обосновано применением ручного труда рабочего персонала. Процесс кормления является циклическим и начинается с приготовления кормосмеси, далее её транспортируют к помещениям содержания КРС и при помощи технических средств идёт распределение кормовой смеси вдоль кормового стола, по мере убывания корма на кормовом столе, животное непроизвольно отталкивает корм с кормового стола на кормовой проезд. Необходимо подтолкнуть этот корм обратно на кормовой стол вручную. Для механизации этого процесса необходимо использовать подталкиватель кормов. Важно сохранение полезных свойств кормов для животных, которые в силу своих инстинктов отбрасывают корм от ограждения кормового стола, в следствии чего недополучают необходимые питательные вещества, а изначально заложенные свойства кормов могут ухудшаться в силу дополнительного загрязнения, соприкосновении с воздухом и водой, что неблагоприятно складывается на их здоровье и продуктивности. Для поддержания частоты кормового стола, нужно его очистить от остатков корма, после каждого кормления. Следовательно из вышперечисленного, подталкивание корма оказывает значимое влияние на продуктивность за счет увеличения его количества, в доступной для животного зоне, что является результатом работы подталкивателя, на рисунке 1 отображена зависимость надоев от количества подталкиваний. [1]

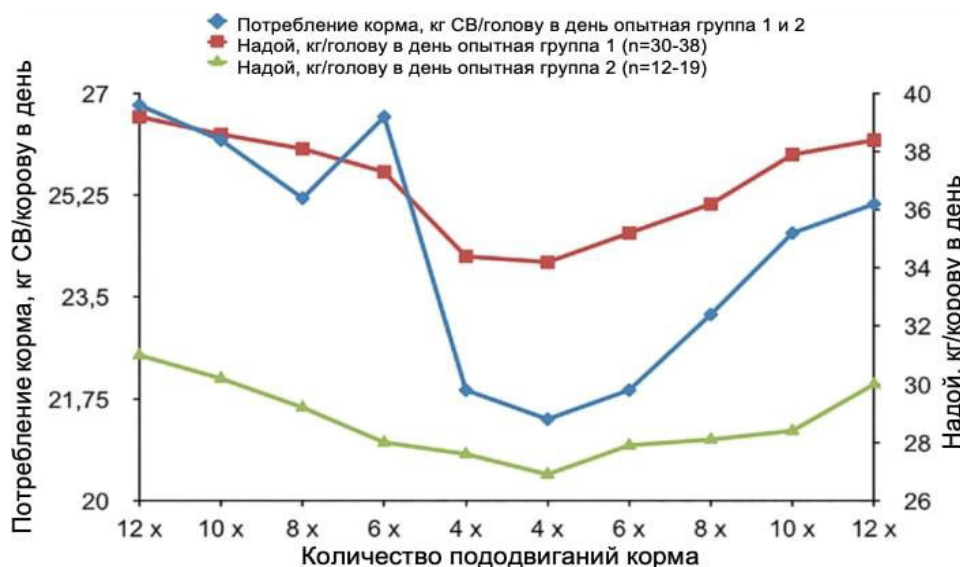


Рисунок.1 - Зависимость надоев от количества подталкиваний

Таблица – Свод данных зависимости надоев от количества подталкиваний

Количество пододвиганий корма	Потребление корма кг/корова/день			Надой кг/корова/день		
	базовый показатель	динамика	прирост	базовый показатель	динамика	прирост
4	21,75	22,00	+0,25(1,15%)	29,2	28,8	-0,4(-1,4%)
6		26,70	+4,95(22,8%)		29,8	+0,6(2,05%)
8		25,25	+3,50(16,1%)		32,3	+3,1(10,6%)
10		26,30	+4,55(20,9%)		35,3	+6,1(20,9%)
12		27	+5,25(24,1%)		36,0	+6,8(23,3%)
Среднее значение	5,25/12 = 0,4375 (+2%)			6,8/12 = 0,5666 (+1,94%)		

Для каждого хозяйства характерен свой уровень механизации кормления, исходя из этого возможно применение различных конструкций привода и рабочего органа подталкивателя, они представлены на рисунке 2.

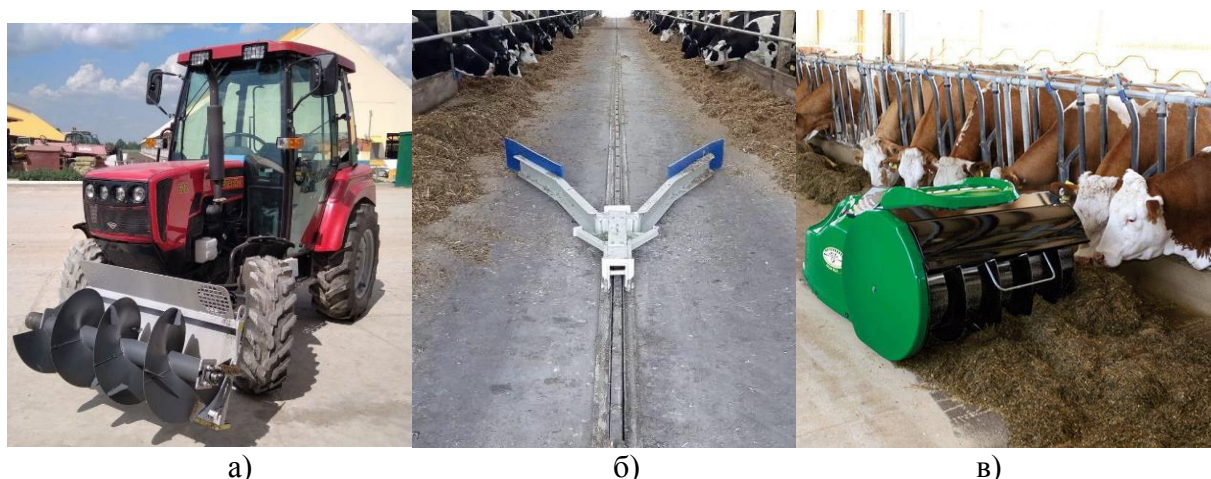


Рисунок 2 – Виды подталкивателей кормов: а) – мобильный, б) – стационарный, в) – робот.

Возможна дальнейшая классификация рабочих органов подталкивателей кормов, представленная на рисунке 3.

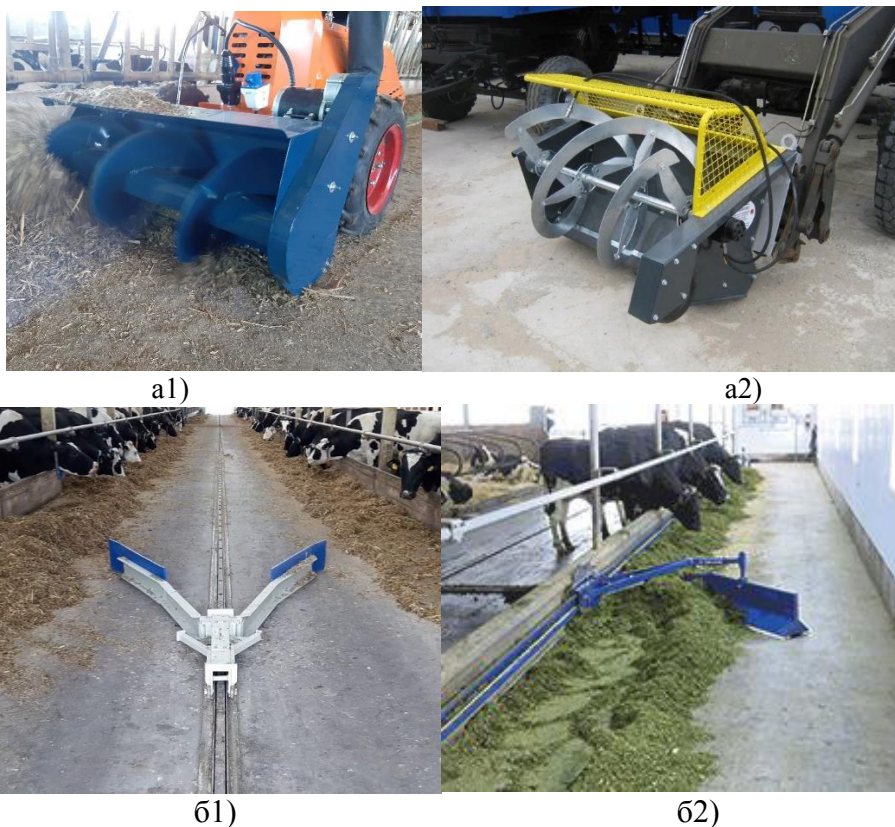


Рисунок 3 – Классификация рабочих органов подталкивателей: а) – активный: а1)-шнековый, а2) – ленточный; б) – пассивный: б1)-скреперного типа, б2) – скребкового типа.

Рассмотрим преимущества и недостатки некоторых подталкивателей приведённых выше в классификации.

**Мобильный шнековый подталкиватель кормов** является навесным орудием и соответственно требуется наличие трактора, который является источником загрязнения кормового стола ГСМ и помещения выхлопными газами, что сказывается на здоровье животных, а также отсутствует автоматизация процесса подталкивания, что влечёт за собой увеличение трудоёмкости процесса, вследствие чего возрастают затраты на оплату труда. К положительным факторам можно отнести то, что подталкиватель довольно компактный и имеет небольшую металлоёмкость, а также высокую эффективность за счет подталкивания корма с повторным его перемешиванием. [3]

**Робот- подталкиватель кормов** с активным рабочим органом - это подталкиватель способный работать в автономном режиме без оператора. Робот имеет полную свободу движения на кормовом столе и следит за его чистотой что является положительным моментом.

Он имеет достаточно большую массу и высокую стоимость, которая является одним из основных критерием выбора оборудования, а в частности подталкивателя. Для технического обслуживания требуется квалифицированный специалист, которого не так уж и просто найти в селе.[2]

**Стационарный подталкиватель кормов с рабочим органом скребкового типа** может работать как в ручном, так и в автоматическом режиме, имеет возможность продолжения движения из любой точки кормового стола, имеет невысокую стоимость по сравнению с конкурентами, небольшую металлоёмкость, а также небольшие затраты труда на его обслуживание, всё это относится к положительным моментам подталкивателя. К недостаткам можно отнести то что, подталкиватель не может оценить состояние кормового стола и лишь будет двигаться с определённым циклом.

Исходя из вышеперечисленного, можно выделить стационарный подталкиватель кормов с рабочим органом скребкового типа т.к. он имеет меньше недостатков по сравнению с аналогами и более значимые преимущества.

**Вывод.** Применение подталкивателя кормов на фермах с беспривязным содержанием позволит снизить затраты на ручной труд персонала и влияние человеческого фактора в целом на процесс кормления животных, существенно снизить потери кормов, избежать загрязнение кормов грязью с покрышек трактора, если бы их подгребали отвалами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агровестник. Постоянная доступность обеспечивает высокое потребление корма. [Электронный ресурс]. 2023. URL <https://agrovesti.net/lib/tech/feeding-tech/postoyannaya-dostupnost-obespechivaet-vysokoe-potreblenie-korma.html>
2. Робо-Тренды. [Электронный ресурс]. 2023. <https://robotrends.ru/pub/1834/roboty-pododvigateli-kormov---zachem-nuzhny-i-kakie-byvayut>
3. Своё фермерство. [Электронный ресурс]. 2023. <https://svoefermerstvo.ru/product/8359-94053/8359-94053-podtalkivatel-voroshitel-korma-na-traktore-belarus-132/8359-94053>

УДК 631.362

#### ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРОПИТАТЕЛЕЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Е.Е. Михайлова магистрант

Научный руководитель Е.А. Пшенов канд. техн. наук, доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** Рассмотрены основные направления применения вибрационных технологий применяемых в механизации сельского хозяйства, в частности использование вибропитателей при обработке зерновых культур (семян) и в кормопроизводстве. Выявлены тенденции применения электромагнитных побудителей, управляемых современными программируемыми систем управления на базе контроллеров отличающихся плавностью и точностью регулирования производительности вибропитателей.

**Ключевые слова:** вибропитатель, электромагнитный побудитель, вибрлоток.

Применение вибрационных технологий широко используется во многих отраслях промышленности, агропромышленный комплекс не стал исключением. В частности, в послеуборочной подработке, переработке зерна, в кормопроизводстве вибрационные технологии занимают ведущую роль. На основе вибрации разрабатываются, дозаторы, питатели, сепараторы, смесители и различные классификаторы. При этом применяются различные источники вибраций электромеханические, электромагнитные и пневматические. Рассмотрим современные достижения в области разработки и применения вибропитателей.

Вибрационные питатели в силу своей специфики взаимодействия с обрабатываемой средой, обеспечивают более устойчивое истечение материала через устье бункера, препятствуют зависанию и сводообразованию, выгодно отличаются по показателям энергопотребления, надежности, абразивного износа и, часто, металлоемкости. Также они позволяют совмещать дозирование и транспортирование материала по лотку. В работе [1] предлагается расширить функциональные возможности вибрационного питателя, совместив дозирование с протравливанием семян.

В вибрационных питателях широкое распространение получил гармонический закон колебательного движения, так как его довольно просто можно получить путем

возбуждения колебаний в упругой системе. Данный способ дает возможность работать при резонансной и околорезонансной настройках системы. Поэтому требует минимальных возмущающих усилий вибратора. Колебательная система питателя довольно проста и надежна в эксплуатации [1].

При подготовке семян зерновых культур перспективным направлением является фотосепарирование. Сущность, которого заключается в обнаружении в разреженном сплошном однослойном потоке сыпучего материала, компонентов, которые отличаются по оптическим признакам от основного массива, и их поштучному извлечению [3]. Современные фотосепараторы, независимо от конструктивного исполнения, используют один общеизвестный принцип работы, при котором удаление нежелательных компонентов производится воздушным импульсом, направленным в плоскости, перпендикулярной потоку обрабатываемых частиц за счет открытия пневмоклапана или эжектора головки пневмосистемы. В качестве дозаторов в таких сепараторах используются вибропитатели.

Уровень вибраций оказывает влияние не только на производительность вибролотков. Так в работе [2] представлены результаты исследований влияния уровня вибрации вибропитателя фотосепаратора на качество очистки семян гречихи. Получены зависимости количества и чистоты семян, содержания обрубленных зерновок и примесей, а также массы 1000 зерен от уровня вибрации вибропитателя [2].

В работах Герца М.Е [4] доказана эффективность и экономичность авторезонансного вибропитателя для сыпучих материалов. В ходе экспериментальных проверок установлено существование “жестких” режимов автоколебаний при плоском вибротранспортировании. Этот эффект возникает из-за существования устойчивых режимов в двух системах. Для сыпучих материалов системы различаются количеством материала на лотке в режимах с остановками и без них. Для сосредоточенной массы по теоретическим результатам системы различаются числом степеней свободы: с двумя – при вибротранспортировании и с одной – без него. Более узкая область “жестких” режимов автоколебаний по сравнению с вынужденными колебаниями расширяет возможности вибропитателя в задачах дозирования сыпучих материалов.

При операциях смешивания, выгрузке и дозировании компонентов кормосмесей влажностью менее 70 % присутствует такой негативный фактор как статически устойчивое сводообразование, которое приводит к забиванию патрубков и выгрузных отверстий при дозированной выдаче. Для устранения этого явления очень часто применяют вибрацию, в частности в кормораздатчиках. В статье [5] предложен способ устранения статически устойчивого сводообразования возникающего при выпуске кормовых ингредиентов из бункеров и при разгрузке готовых смесей из контейнеров смесителей, путем использования эффекта вибрации. Теоретически обоснованы частота и амплитуда колебаний рабочего органа побудителя.

Вопросам разработки вибрационных смесителей посвящено много работ ученых Омского аграрного университета [6]. Доказано что вибрационное воздействие на перемешиваемые материалы и рабочие органы смесителя значительно увеличивает производительность процесса, снижает затраты энергии и позволяет улучшить качество смеси. При этом, в одних случаях вибрация может лишь интенсифицировать основной процесс, а в других – вызывать специфические вибрационные эффекты, которые используются для перемешивания. Процесс перемешивания с наложением вибраций сопровождается также обнажением дополнительных поверхностей, разрушением коагуляционных структур и увеличением диспергирования твердых тел, то есть, по сути, активизацией состояния смеси.

Для очистки зернового вороха поступающего в молотковые дробилки разрабатываются сепараторы, отделяющие минеральные примеси используя вибрационный отделитель [7] на базе вибролотка. Под действием вибрации поток

зерна можно представить как «псевдожидкость», поэтому примеси, имеющие большую плотность, оседают на дно вибрлотка и удерживаются порожком. Разработанная конструкция позволяет регулировать в широких пределах значимые факторы, необходимые для теоретического и практического обоснования параметров вибросепаратора: амплитуда, частота, угол наклона вибрлотка и др. Рабочий процесс показывает необходимость определения минимальной длины рабочей части вибрлотка или минимального расстояния от бункера до порожка.

Перспективным направлением является использование электромагнитных вибропитателей которые получили широкое распространение во многих отраслях промышленности. В качестве побудителя применяется электромагнит управляемый различными схемами. Они отличаются простотой конструкции, а также имеют малую металлоемкость.

В работе [8] представлена разработка контроллера для дозирующего устройства на базе вибропитателя с электромагнитной катушкой. Для управления вибропитателем нужен сложный алгоритм управления, который позволяет регулировать длительность импульсов. Стандартные симисторные регуляторы не позволяют достичь плавности, примерно на 60% мощности происходит резкий скачек уровня вибрации и вибропитатель начинает работать на максимальной мощности. От 1 до 10% видимого регулирования не происходит. Для управления выпускаются специальные устройства, которые позволяют работать по логарифмической кривой. При работе на 100 процентной мощности от обычного регулятора происходит работа на частоте 60 Гц. Что иногда недостаточно. Специальное устройство позволяет включать и выключать питание на катушку в определенные моменты, тем самым амплитуда увеличивается до 2 раз.

Принцип работы основывается на воздействии переменного магнитного поля и преобразовании его в возвратно-поступательные движения. Ток, протекающий через катушку вибровозбудителя создает переменное магнитное поле, которое воздействует на якорь. Якорь закреплен на лотке неподвижно. Колебания якоря передаются на лоток. Ось якоря и лоток расположены под небольшим углом относительно плоскости станины, это обеспечивает оптимальное движение продукта по лотку.

Регулирование скорости подачи продукта происходит путем регулирования силы тока, протекающего через катушку вибровозбудителя. Увеличение силы тока влечет за собой увеличение электромагнитного поля на якорь, а уменьшение силы тока – уменьшение электромагнитного поля и как следствие уменьшение амплитуды колебаний лотка [8].

На основании выше изложенного можно сделать вывод, что обоснование, разработка и настройка вибропитателей при переработке зерна и приготовлении кормов является актуальной задачей. Перспективным направлением является совмещение нескольких операций в одном устройстве, а именно дозирование, транспортирование и сепарация. Однако необходимо четко формулировать начальные условия для каждой конкретной задачи. Не исключено применения машинного зрения для выделения тех же минеральных примесей с резким перенаправлением потока сыпучего материала в отдельный сборник по принципу фотосепарации семян.

Использование накопленного опыта вибрационных технологий в смежных отраслях позволит повысить эффективность применяемого технологического оборудования в сельском хозяйстве, продлить ресурс работы отдельных рабочих органов машин, повысить качество готовой продукции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галлямов, Ф. Н. Обоснование параметров вибрационного дозатора / Ф. Н. Галлямов, Р. Р. Юсупов // Наука молодых – инновационному развитию АПК : материалы

- X Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Уфа, 05 декабря 2017 года / Башкирский государственный аграрный университет. Том Часть I. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2017. – С. 189-193.
2. Гиевский, А. М. Перспективы использования фотосепарирования при подготовке семян зерновых культур / А. М. Гиевский, В. А. Гиевский // Прикладные вопросы физики (к 120-летию со дня рождения академиков И.В. Курчатова и А.П. Александрова) : материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 20 октября 2022 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. – С. 346-353.
3. Мяснянкин, К. В. Влияние уровня вибрации вибропитателя фотосепаратора на качество очистки гречихи / К. В. Мяснянкин, А. П. Тарасенко // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 12. – С. 26-28.
4. Герц, М. Е. Эффективность и экономичность авторезонансного вибропитателя для сыпучих материалов / М. Е. Герц, М. М. Герц // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2012. – № 1. – С. 61-67.
5. Марадудин, А. М. Теоретическое обоснование частоты и амплитуды колебаний при вибровыпуске кормовых смесей из бункеров дозирующих и кормоприготовительных машин / А. М. Марадудин, М. Г. Загоруйко, А. В. Перетяшко, А. А. Леонтьев // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 7. – С. 46-50.
6. Отто, А. С. Вибрационные смесители сыпучих кормов / А. С. Отто, С. Г. Ахметов, Д. Ж. Садбеков, У. К. Сабиев // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития : Материалы V Международной научно-практической конференции, Омск, 29 апреля 2021 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 100-105.
7. Широбоков, В. И. Результаты предварительных исследований вибрационного отделителя примесей для дробилок зерна / В. И. Широбоков, В. А. Баженов, А. А. Мякишев, А. Г. Бастрогов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3(44). – С. 61-68.
8. Горшков, Д. В. Разработка контроллера для дозирующего устройства на базе вибропитателя с электромагнитной катушкой / Д. В. Горшков // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 31. – С. 105-110.

УДК 007.52

**АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ РОБОТА-ТРАНСПОРТЕРА ДЛЯ  
МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ**

И.Р. Червяков, студент

Научный руководитель А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент  
*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** Статья рассказывает о проблемах, связанных с транспортировкой мяса на мясокомбинатах и о том, как роботы переносчики и манипуляторы могут решить эти проблемы. В статье описываются различные виды роботов и их функции, а также приводятся примеры компаний, использующих роботов для транспортировки мяса.

Для реализации этих функций необходимо использовать современные технологии, такие как системы навигации и управления, датчики, камеры и программное обеспечение. В качестве базовой платформы можно использовать существующие роботы транспортировщики и модифицировать их под нужды мясоперерабатывающей промышленности.

Разработка собственного робота для транспортировки мясной продукции позволит мясоперерабатывающим предприятиям снизить затраты на трудовые ресурсы и повысить эффективность производственных процессов. Кроме того, это может стать одним из шагов в развитии отечественной промышленности и повышении ее конкурентоспособности на мировом рынке.

**Ключевые слова:** робот, транспортировка, автоматизация, производство, роботы-транспортировщики, навигация, LIDAR.

Существующие тележки для транспортировки мяса на мясокомбинатах являются не удобным средством, как в плане погрузки, так и присутствия человеческого участия в полном управлении этой тележкой. Таким образом, в отрасли сформировалась потребность в создании автоматизированной версии «тележки» способной работать с весами, а также самостоятельно осуществлять транспортировку мяса внутри мясокомбината.

Одной из главных функций роботов переносчиков является транспортировка мясной продукции между различными участками производственного цикла. Они могут перемещать грузы весом до 500 кг и обладают скоростью до 2 м/с. Они оснащены многочисленными датчиками, которые позволяют им точно определять положение в пространстве, направление движения и скорость.

В целом, роботы переносчики на мясокомбинате являются высокотехнологичными устройствами, которые обеспечивают высокую эффективность производственных процессов. Они оснащены современными системами управления и программным обеспечением. Кроме того, они обладают высокой долговечностью и могут работать в тяжелых условиях производства.

В настоящие дни в РФ не производят роботов манипуляторов для транспортировки мяса, тем не менее компании данной отрасли применяют современные технологии в своих мясокомбинатах. Приведем примеры иностранных и российских компаний использующих роботов для транспортировки мяса.

## 1. "Черкизово"

Компания "Черкизово" - один из крупнейших российских производителей мяса и мясных продуктов. На этом мясокомбинате используются автоматические погрузчики для транспортировки продукции на склады и в зоны упаковки. Эти роботы оснащены датчиками, которые позволяют им определять местоположение и ориентацию предметов, а также управлять их движением.

## 2. JBS

JBS - международная компания, специализирующаяся на производстве мяса и мясных продуктов. Она использует роботов-манипуляторы для перемещения свежей говядины на линиях упаковки. Эти роботы могут управляться операторами или работать автономно, используя программное обеспечение, которое позволяет им определять местоположение и ориентацию предметов.

Ниже представлены 2 компании, которые производят роботов-транспортировщиков, которые в последствие могут использоваться для транспортировки мяса на мясокомбинатах.

## 1. ABBRobotics

ABB Robotics производит более 4000 роботов в год для различных отраслей промышленности, включая мясоперерабатывающую. От данного производителя рассмотрим популярную на западе модель - AMR P204 (см. рис. 1):



Рисунок 1 «AMR P204»

Рассматривая модель, которая непосредственно используется на предприятиях (AMR P404) важно понимать его характеристики (публикуемые на официальном сайте):

- Грузоподъемность – до 350 кг
- Максимальная скорость – до 2.2 м/с
- Тип конструкции – робот для перемещения стеллажей и поддонов
- Время работы от аккумуляторов - ~8-10 ч.
- Вес – 205 кг.
- Общее время работы робота (наработка на отказ)– 400 тыс. часов

Роботы ABB состоят из механических и электронных компонентов, системы управления и программного обеспечения. Они оснащены передвижением по рельсам и колесам, а также системой навигации, которая позволяет им точно перемещаться по заранее заданной траектории.

## 2. OMRON

Мобильный робот Omron HD-1500 - это автономный робот-перевозчик, предназначенный для транспортировки тяжелых грузов на производственных площадках и складах



Рисунок 2 «Omron HD-1500»

Рассматривая модель, которая непосредственно используется на предприятиях (Omron HD-1500) важно понимать его характеристики (публикуемые на официальном сайте):

- Грузоподъемность – до 1500 кг
- Максимальная скорость – до 1.8 м/с
- Время работы от аккумуляторов: до 9 часов
- Вес: 370 кг
- Общее время работы робота (наработка на отказ)– 240 тыс. часов

Основные функции робота:

- Автономное движение по заданному маршруту с помощью встроенной системы навигации
- Перевозка грузов на палетах или других специальных устройствах
- Обнаружение препятствий и автоматическое остановка при необходимости
- Возможность программирования маршрутов и задач с помощью ПО

Все эти роботы широко применяется на производственных площадках и складах для автоматизации транспортировки тяжелых грузов. Робот значительно ускоряет процесс транспортировки грузов и снижает затраты на персонал. Важно понимать, что существующая экономическая, геополитическая обстановка повышает риски, связанные с импортированием различных роботов из-за границы. Необходимо диверсифицировать риски, одним из наиболее привлекательных вариантов является разработка собственного робота, способного транспортировать мясную продукцию.

Сперва необходимо понять вид этого робота, так как он не будет осуществлять разделку и иные функции кроме транспортировки, то у него будет 2 функции: навигация и передвижение по мясокомбинату, а также оптимальная грузоподъемность. Сама «тележка» будет выглядеть следующим образом см. рис . 3:

Такая по форме тележка и будет осуществлять транспортировку, оптимальный размер тележки позволит перевозить до 200-250 кг, в зависимости от объема. Вторая же функция робота – навигация и перемещение. Робот при «получении» мяса должен будет преодолеть расстояние при этом не задеть никаких препятствий и выбирать оптимальный маршрут (так как если на мясокомбинате несколько таких роботов необходимо в режиме реального времени выбирать наиболее эффективный путь).



*Рисунок 3 «Тележка для транспортировки мяса»*

Из наиболее оптимальных вариантов для обеспечения навигации робота из лазерный LIDAR или с помощью камеры встроенной в робот. LIDAR обычно выглядит как небольшой выступ на роботе, который вращается с большой скоростью и сканирует окружающие предметы, что дает роботу точное представление об окружающей его местности. В то же время есть некоторые недостатки у такого способа, например, наличие зеркалов будет препятствовать нормальному функционированию робота, наличие выступа на роботе в случае если робот достаточно высоко над поверхностью будет слабо замечать предметы внизу.

Способ навигации с помощью камеры является оптимальным решением, поскольку, дешевле аналогов и лазерного метода, позволяет внедрять технологии ИИ в работу робота (об этом чуть позже), механизм работы более подходит под рутинную работу на мясокомбинате.

Камеры установленные в робота транспортировщика будут фотографировать область, а ПО, в котором заложены множества факторов, начиная от цветов объектов, заканчивая тем, что робот строит виртуальную карту помещения в котором работает и постоянно анализирует его, выбирая оптимальный путь до конечной точки. Камерный способ лучше лазерного еще тем, что он долговечнее, так как механизм вращения у лазерного будет изнашиваться и ломаться, в то же время робот с камерой будет работать дольше и лучше. При внедрении систем ИИ и работой с ПО можно постоянно обновлять ПО роботов, задавать новые характеристики, в случае изменения планировки или внедрения еще роботов на предприятия изменять параметры в коде, делая робота максимально эффективным в работе.

Разумеется, необходимо будет устанавливать мотор, аккумулятор и другие дополнительные детали к роботу транспортировщику для его итоговой работы, но 2 аспекта рассмотренные выше являются краеугольными и проблемными, поскольку из-за них преимущественно в России не производятся похожие технологии или производятся в недостаточном количестве.

Разумный импорт из Китая и других дружественных стран позволит решить проблемы с некоторыми комплектующими изделиями, а также перенять технологии и возможно производить уже свои камеры для роботов.

В любом случае внедрение этих роботов в мясокомбинаты – вопрос времени, так как это безусловно эффективно и прибыльнее. Нет издержек на человеческий труд, убавляется большая доля налоговых отчислений (за персонал), увеличивается скорость работы и так далее.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варшавский А. Е., Дубинина В. В. МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2020. №3.
2. Морозов Н.М., Цой Ю.А., Кирсанов В.В., Цой Л.М., Мирзоянц Ю.А. НАПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА // Техника и технологии в животноводстве. 2022. №1 (45).
3. Воробьева Н.А., Колесников М.В. ТРАНСФОРМАЦИИ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЯПОНИИ В РАМКАХ ПОЛНОМАСШТАБНОЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ // Известия Восточного института. 2022. №3 (55). URL:
4. <https://cherkizovo-group.com/>
5. <https://jbs.com.br/en/>
6. [https://amr.robotics.abb.com/hubfs/New%20ABB%20Web/Products/Datasheet/EN/Mover/ABB\\_Datasheet\\_AMR%20P204.pdf?hsLang=en](https://amr.robotics.abb.com/hubfs/New%20ABB%20Web/Products/Datasheet/EN/Mover/ABB_Datasheet_AMR%20P204.pdf?hsLang=en)

УДК 636.2.631.3

### АНАЛИЗ РОБОТОВ ДОЯРОВ

Ю.Д. Хохлов, студент

Научный руководитель А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент  
*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** Статья рассказывает о том, как современные технологии и средства механизации влияют на производительность и качество продукции в животноводстве. Описываются различные виды современных технологий и средств механизации, такие как автоматизация кормления и поения животных, использование роботов для ухода за животными, применение систем контроля и управления, а также технологии генетической селекции.

Статья описывает преимущества использования современных технологий и средств механизации в животноводстве, такие как повышение производительности и качества продукции, сокращение затрат на содержание животных и снижение затрат на труд. Использование роботов манипуляторов для доения коров является перспективным направлением в развитии животноводства, при выборе конкретной модели робота необходимо учитывать различные факторы, такие как цена, функциональность, безопасность и т.д.

**Ключевые слова:** животноводство, современные технологии для доения коров, средства механизации, автоматизация, роботы манипуляторы.

Современное животноводство не может обойтись без применения современных технологий и средств механизации. Использование новых технологий позволяет увеличивать производительность и качество продукции, улучшать условия содержания животных и сокращать затраты на их содержание.

Среди современных технологий и средств механизации животноводства можно выделить следующие:

1. Автоматизация кормления и поения животных. С помощью автоматических кормушек и поилок можно обеспечить животных качественным кормом и водой в нужном количестве.

2. Использование роботов для ухода за животными. Роботы могут осуществлять уход за животными, в том числе чистку и дойку.

3. Применение систем контроля и управления. С помощью таких систем можно следить за состоянием животных, контролировать температуру и влажность в помещениях, а также управлять процессом кормления и поения.

4. Использование технологий генетической селекции. С помощью генетических исследований можно повысить продуктивность животных и улучшить их здоровье.

Применение современных технологий и средств механизации позволяет увеличить производительность животноводства и снизить затраты на содержание животных. Например, автоматическое кормление и поение животных позволяет сократить затраты на труд и время, а также снизить расходы на корма и воду. Использование роботов для дойки животных позволяет повысить производительность и снизить затраты на труд при производстве молока, приведем несколько уже функционирующих передовых роботов в животноводстве.

Есть как российские, так и иностранные производители роботов манипуляторов:

1. Один из российских производителей роботов манипуляторов для доения коров – ООО «ПРОМТЕХНИКА-ПРИВОЛЖЬЕ». Производят робота "Волшебник".



*Рисунок 1 Робот манипулятор «Волшебник»*

2. Еще один производитель роботов манипуляторов для доения коров – швейцарская компания "DeLaval". Они выпускают робота "VMS" (Voluntary Milking System)
3. Нидерландская компания "Lely" также является производителем роботов манипуляторов для доения коров. Их робот "Astronaut A5"
4. GEA DairyRobot R9500 - это автоматизированная роботизированная система для доения коров, которая была разработана немецкой компанией GEA Group AG.
5. RDS Futureline - это робот-манипулятор, разработанный компанией RDS Robotics в Дании для автоматизации процесса доения коров.

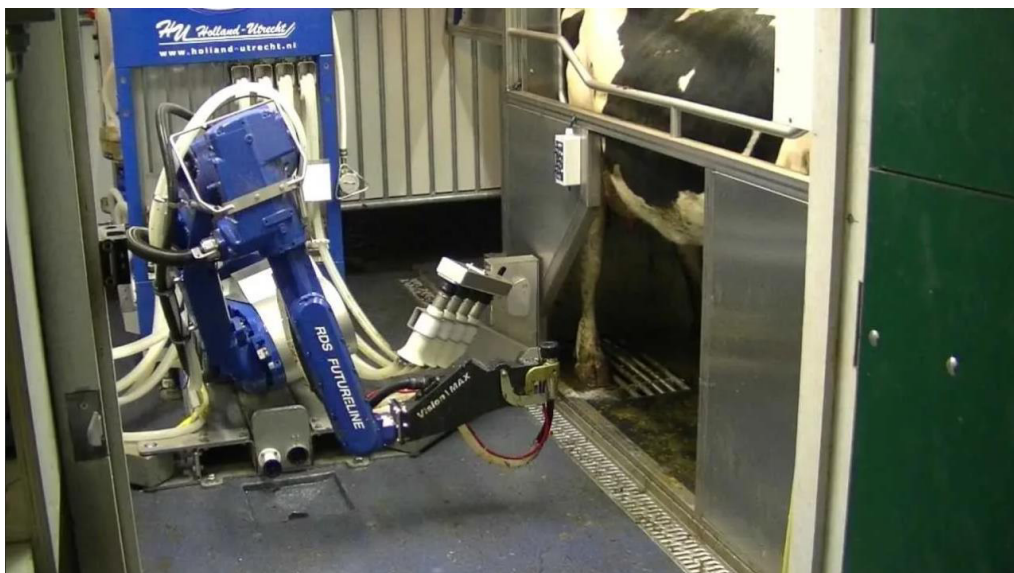


Рисунок 2 Робот манипулятор «RDS Futureline» на предприятии

Основная функция роботов манипуляторов — это автоматическое доение коров. Роботы могут обслуживать в пределе максимума 60-70 коров в день, а также выполнять следующие задачи:

1. Определение местоположения коровы и ее идентификация по уникальному номеру.
2. Подготовка вымени к доению.
3. Определение уровня молока в вымени и контроль качества молока.
4. Обработка вымени после доения.
5. Отслеживание здоровья коровы и выявление заболеваний.

Роботы манипуляторы для доения коров состоят из нескольких частей. Основными компонентами являются робот-манипулятор, система определения положения сосков, система доения, система мойки и система управления. Робот-манипулятор оснащен манипуляторами, которые подходят к вымени коровы и доят его. Система определения положения сосков определяет положение сосков и направляет манипуляторы к ним. Система доения обеспечивает процесс доения и контролирует количество выдоенного молока. Система мойки очищает вымя коровы после доения. Система управления контролирует все компоненты робота.

Роботы манипуляторы для доения коров используют различные методы для идентификации сосков коровы. Один из наиболее распространенных методов - это использование лазерного сканера. Сканер сканирует вымя коровы, определяет положение сосков и передает эти данные в систему управления роботом. На основе этих данных робот определяет положение манипуляторов и подходит к корове для доения.

Другой метод идентификации сосков — это использование камеры и компьютерного зрения. Камера сканирует вымя коровы и передает изображение в компьютерную систему, которая определяет положение сосков и передает эти данные в систему управления роботом.

Также существуют роботы-доильные аппараты, которые используют радиочастотную идентификацию (RFID). Каждая корова имеет специальный браслет с чипом, который идентифицирует животное. Робот сканирует этот чип и определяет положение сосков.

Роботы манипуляторы для доения коров имеют общую функцию - автоматизированное доение животных. Они оснащены манипуляторами, которые могут выполнять различные операции, такие как очистка вымени, установка сосков в доильные аппараты, контроль качества молока и т.д.

Основные свойства роботов манипуляторов для доения коров включают в себя:

- Автоматизация процесса доения, что позволяет снизить затраты на труд и увеличить производительность процесса.
- Использование датчиков и камер для контроля качества молока и здоровья животных.
- Поддержание гигиены и безопасности процесса доения.
- Возможность индивидуального подхода к каждой корове, что позволяет оптимизировать процесс доения и увеличить выход качественного молока.
- Использование системы управления, которая позволяет мониторить и управлять процессом доения удаленно.

Сравнивая роботов манипуляторов, производители робота манипулятора «Волшебника» представили таблицу, аргументирующую преимущества их робота по сравнению с наиболее часто используемыми моделями в России см. табл. :

Таблица «Сравнения роботов манипуляторов в РФ в 2022 году»

Сравнения роботов манипуляторов в РФ в 2022 году					
Страна производитель	Российская Федерация	Швеция	Германия	Великобритания	Нидерланды
Санкционные ограничения	+	-	-	-	-
Отечественная система управления	+	-	-	-	-
Производительность	Июль 2024 г.				
Применение отечественных ЭКБ	До 70 голов в сутки	До 60 голов в сутки	До 65 голов в сутки	До 70 голов в сутки	До 70 голов в сутки
Локализация комплекса оборудования для контроля и управления тех. Процессами доения и учета молока	+	-	-	-	-
Стоимость оборудования, млн. руб.(без НДС)	12 млн. руб.	15 млн. руб.	18 млн. руб.	20 млн. руб.	17 млн. руб.
Возможность модернизации комплекса иностранного производителя	Июль 2024 г., частичная, с заменой КИП до 40%	-	-	-	-
Система детектирования	Локализация с 2023 г.	Локализация отсутствует	Локализация отсутствует	Локализовано в стране производителя	Локализация отсутствует
Быстрая удаленная замена ПО	+	-	-	-	-
Модульность и взаимозаменяемость аппаратной части плат и ПО в различных системах	+	-	-	-	-

Можно увидеть неоспоримые преимущества робота манипулятора «Волшебник» в вопросах безопасности, снижения рисков и постоянства в виду фактора геополитической нестабильности и санкционного давления на РФ. Удобство внесения различных изменений в механизм работы робота, а также, немаловажный фактор, постоянная возможность внесения изменений и обновления ПО робота манипулятора.

Несмотря на то, что роботы выполняют схожие функции качество и скорость работы у «Волшебника» выше, чем у конкурента.

В целом, использование роботов в животноводстве имеет множество преимуществ. Оно позволяет улучшить производительность и качество животноводства, уменьшить затраты на рабочую силу и снизить риск заболеваний у животных. Однако, необходимо учитывать, что роботизация не может полностью заменить человеческий труд и требует постоянного контроля и обслуживания. По поводу иностранных разработок, которые закупаются за рубежом, их настраивают для комфортной работы и используют в производстве, а российские собирают в нашей стране, и ничем не уступают иностранным, а даже превосходят по параметрам и по финансовым затратам обходятся дешевле.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кормановский Л.П., Цой Ю.А., Кирсанов В.В. НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА // Техника и технологии в животноводстве. 2020. №1 (37). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-razvitiya-sistemy-mashin-dlya-molochnogo-skotovodstva>
2. Морозова Н.И., Бышова Н.Г., Садиков Р.З., Жарикова О.В. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА В УСЛОВИЯХ РОБОТИЗИРОВАННОГО МОЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА В ООО "БАКИНСКОЕ АГРО" // Вестник РГАТУ. 2017. №1 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-proizvodstva-moloka-v-usloviyah-robotizirovannogo-molochnogo-kompleksa-v-ooo-vakinskoe-agro>
3. Варшавский А. Е., Дубинина В. В. МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mirovye-tendentsii-i-napravleniya-razvitiya-promyshlennyh-robotov>
4. Морозов Н.М., Цой Ю.А., Кирсанов В.В., Цой Л.М., Мирзоянц Ю.А. НАПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА // Техника и технологии в животноводстве. 2022. №1 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-mehanizatsii-i-avtomatizatsii-zhivotnovodstva>
5. <https://www.agrorobotics.com.br/>
6. <https://www.delaval.com/>
7. <https://www.lely.com/ru/>
8. <https://www.gea.com/ru/products/milking-farming-barn/dairyrobot-automated-milking/dairyrobot-r9500-robotic-milking-system.jsp>
9. <https://promtehnika.com/oborudovanie/roboty/doilnyj-robot/>
10. <https://amtk.su/kapitelnoe-oborudovani/doilnye-zaly/doilnyy-robot/>

# СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, МЕТОДЫ И РЕШЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

УДК 631.363

## К ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНОВЫХ К СКАРМЛИВАНИЮ ЖВАЧНЫМ ЖИВОТНЫМ

К.А. Мальцева, студент

Научный руководитель. П.А. Патрин, канд.техн.наук, доцент  
Новосибирский государственный аграрный университет

**Аннотация.** Жвачные животные отличаются уникальным способом функционирования пищеварительного аппарата. Именно симбиотическая связь между животным-хозяином и микрофлорой рубца даёт жвачным животным ряд преимуществ в пищеварении и метаболических процессах перед другими животными. Взаимоотношения между симбионтами рубца (бактериями, грибами и инфузориями) являются достаточно сложными. Поэтому понимание характера взаимодействия между составляющими микробной экосистемы и поступающим кормом в рубец позволяет определить вклад отдельных микроорганизмов в переваривании кормов, повышение продуктивности животного и его здоровья.

**Ключевые слова:** жвачные животные, бактерии, рубец, зерно, сбраживание, рациональные условия.

Целью работы является обоснование рационального способ подготовки зерновых к скармливанию животным с двухкамерным желудком.

Для этого необходимо провести анализ процесса желудочно-кишечного тракта жвачного животного.

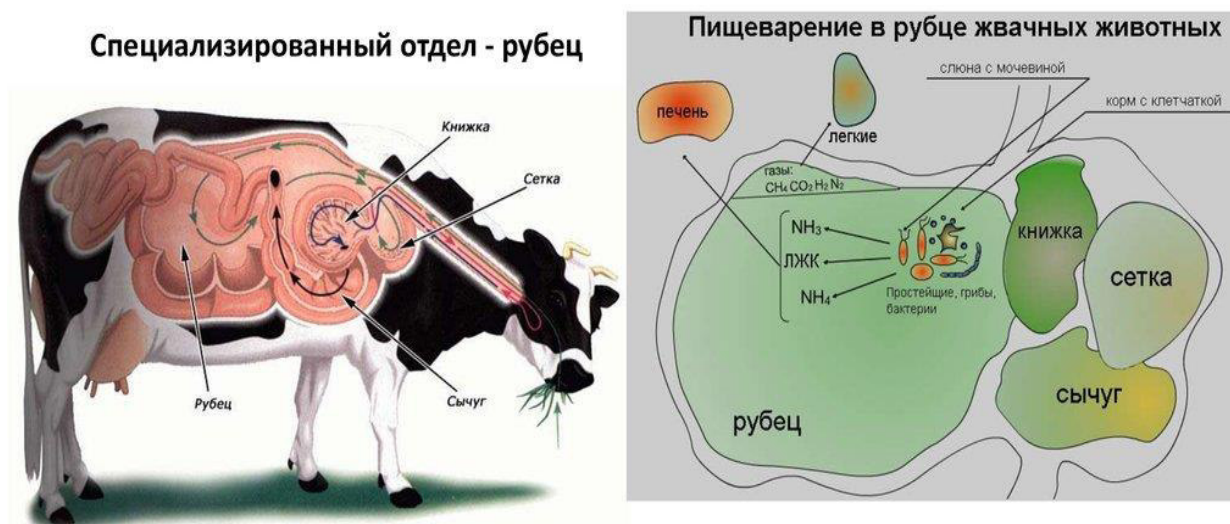


Рисунок 1. Строение желудка жвачных животных

К числу операций выполняемых ротовой полостью относятся: захват корма, апробация, механическая обработка (измельчение), смачивание и частичный гидролиз (насыщение корма минеральными веществами хлоридом и бикарбонатами щелочи), формирование пищевого кома и его проглатывание. Из ротовой полости грубый корм через пищевод попадает в рубец. Это самая большая часть желудка. Она может вместить до 120 л.

Соотношение различных частей рубцового содержимого не постоянно и зависит от структуры и характера рациона. Содержимое располагается в рубце послойно и зависит от

физических свойств корма, а не от очередности их поступления. В верхней части (жидкой среде) рубца расположены газы, в средней – плотные частицы, причём чем они мельче, тем ниже находятся. Внизу располагается жидкость с небольшой взвесью плотных частиц. Такое трёхслойное размещение рубцового содержимого, характерно и для размещения микроорганизмов.

Первая – жидкая среда. Эта фаза составляет до 25% микробной массы. Питаются растворимыми углеводами и протеином.

Вторая – твердая фаза составляет 70% микробной массы. Эта группа, прикрепленная к частицам корма, переваривает нерастворимые полисахариды такие как крахмал и клетчатку.

В третьей фазе 5% микробов прикреплены к эпителиальным клеткам рубца.

Бактерии рубца выделяют ферменты, при помощи которых они расщепляют клетчатку до сахаров. Сбраживая сахара, бактерии выделяют в полость рубца уксусную, пропионовую, масляную кислоты. Летучие жирные кислоты (ЛЖК) всасываются в кровь, используются организмом животного в качестве источника энергии и для образования жира молока, белков тканей организма. Бактерии могут синтезировать белки своего тела из аммиака и простых соединений углерода, используя соли аммония и амиды, а также мочевины. Таким образом, уровень протеинового питания жвачных животных может быть повышен за счёт образования белка из небелковых соединений.

Следовательно, рубец можно рассматривать как природный ферментатор, в котором за счёт эволюции жвачных животных происходит отбор микробов, способных эффективно сбраживать поступающий в преджелудки корм. Отсюда следует, чем больше количество микроорганизмов в рубце и преджелудках, тем полнее переваривается корм и тем выше продуктивность животного. Так как микробное сообщество рубца является достаточно хрупкой экосистемой, функционирующей по принципу саморегулирования, поэтому необходимо создавать рациональные условия для роста и размножения микроорганизмов в рубце. К ним относятся: температура среды – 38 -40<sup>0</sup>С; рН среды – близкая к нейтральной – 6 – 7,3; анаэробные условия; толерантность к большому количеству ЛЖК (около 100-150 мл); высокое осмотическое давление.

Крупному рогатому скоту необходимо тщательно пережёвывать пищу, чтобы сетка желудка пропустила её в книжку и далее в сычуг. Жвачка начинается, через 30-70 минут после еды. Пищевые комки (болюсы) из рубца срыгиваются в рот и дожёвываются. При жевании болюсы сдавливаются и выделяющиеся при этом жидкие и мелкие пищевые частицы немедленно проглатываются и направляются в сетку. Большие же пищевые частицы дожёвываются в течении 50-60 секунд и после проглатываются. В результате пережёвывания жвачки происходит не только уменьшение размеров пищевых частиц, но и размельчение волокнистых структур, что увеличивает поверхностное воздействие на них микроорганизмов, а значит их переваривание. При пережёвывании увеличивается слюновыделение, что стабилизирует кислотно-щелочной баланс и способствует росту микрофлоры. Корова в сутки может выработать почти три килограмма соды, которая действует в качестве естественного буфера рубца.

На основе проведённого анализа можно заключить, что процесс ферментации в рубце играет ключевую роль в питании жвачных животных.

Поэтому включение мелкоизмельчённого дроблением зерна в рацион жвачных в качестве источника энергии для микроорганизмов рубца приводит к закислению его среды. Так как мелкие плотные крахмальные частицы, попадая в рубец опускаются в низ в жидкую среду и легко ферментируются, что приводит к снижению рН рубца и потери питательных веществ. Поэтому чтобы исключить эти недостатки необходимо обеспечить расположение приготовленных зерновых компонентов во второй твёрдой фазе рубца (мате), где содержится максимальное количество бактерий. Для этого частицы должны иметь большую площадь и маленькую плотность. При пережёвывании жвачки эти частицы будут смачиваться слюной измельчаться и через сетку и книжку направляться в сычуг. Это позволит обеспечить бактерии необходимой энергией и сдвиг деградации крахмала из рубца в кишечник.

Зерновые с большой поверхностью и малой плотностью можно получить: гранулированием, экструдированием, микронизацией и дроблением.

Гранулированные корма изготавливают из измельченных компонентов сырья, которые под действием сухого пара подвергаются процессу термообработки и затем спрессовываются в гранулы определенной формы, чаще всего цилиндрической. Гранулируют не только полнорационные комбикорма для сельскохозяйственных животных и птицы, но и отдельные виды сырья: травяную муку, подсолнечный шрот или отруби. Основные преимущества в сравнении с рассыпным состоит в том, что животные, птицы или рыбы получают необходимое количество питательных веществ благодаря тому, что каждая гранула имеет одинаковый состав, включающий в себя все необходимые питательные ингредиенты.

Экструдирование кормов – это процесс, в результате которого происходит расщепление сложных углеводов на простые сахара, что обеспечивает существенное улучшение органолептических показателей корма и, тем самым, повышает его усваиваемость. Достигается данный результат благодаря механическому перемалыванию и трению, высокотемпературному воздействию и высокому давлению, важным условием является влажность продукта.

Микронизация - это тепловая обработка зерна инфракрасными лучами. Ее проводят с помощью инфракрасного облучения при температуре в зоне воздействия 150...200 °С. Перед обработкой инфракрасными лучами зерно увлажняют и пропаривают при давлении пара 0,06...0,07 МПа, после чего облучают в течение 20 с.

Таблица способы подготовки кормов к скармливанию

Показатель / Оборудование	Р <sub>пр.</sub> , т/ч	N, кВт	Масса, кг	Габариты, мм
Пресс-гранулятор ДГ-5	5,0	57,95	2600	2140x1130x2250
Экструдер для кормов ЭП-02 БИО	1,0	93,5	2150	2680x2065x1460
Микронизатор ИММ- 20	2,0	83	1750	3450x1400x2445
Плющилка зерна Н-1500	1,5	3,0	136	750 x 900 x 1280
Плющилка зерна KURTSAN	5	7,5	397	1770 × 1510 × 800

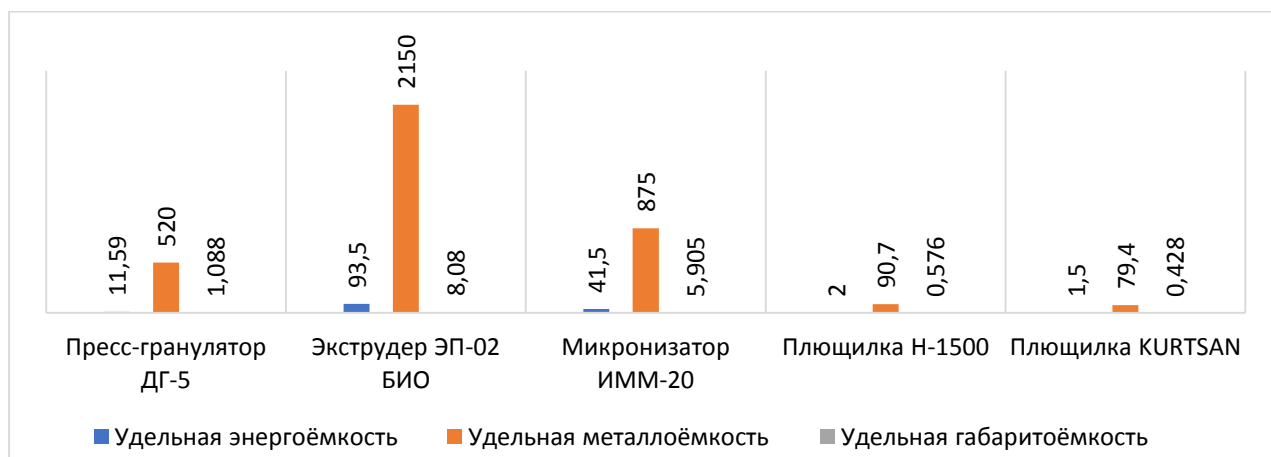


Диаграмма сравнительной характеристики показателей.

Из диаграммы видно, что самым менее энергоёмким, металлоёмким и габаритоёмким, является процесс плющения, поэтому следует применять именно эту технологию при подготовке зерновых для скармливания жвачным животным.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нижельская Е.Н., Сочинская О.Н. Биохимия пищеварения. - Ростов: ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018
2. Доза-Агро - официальный сайт производителя оборудования для комбикормовых заводов // Доза-Агро URL: <https://dozaagro.com/> (дата обращения: 14.05.2023).

# ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ, КАЧЕСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 636.085.55:631.363

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАСЧЕТА ПНЕВМОТРАНСПОРТА МИНИ- КОМБИКОРМОВОГО ЗАВОДА

Е.А. Пшенов, канд. техн. наук, доцент

С.С. Блёскин, аспирант

П.А. Лычагин, студент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** Проанализированы основные виды существующих систем пневмотранспорта, в частности использование пневмотранспорта в сельском хозяйстве на примере мини комбикормового завода. Выделены две разновидности систем пневмотранспорта, используемых на мини комбикормовых заводах. Представлены расчетные зависимости для определения гидравлических сопротивлений отдельных элементов пневмосети, а именно пневмо-трубопроводов, эжектора и циклонного аппарата.

**Ключевые слова:** пневмотранспорт, гидравлическое сопротивление, сопротивление циклона.

Пневмотранспорт — это эффективный и удобный способ транспортировки различных материалов в промышленности. Он широко применяется во многих отраслях, таких как пищевая, химическая, фармацевтическая, строительная и другие. Пневмотранспорт основан на использовании потока воздуха для перемещения сыпучих, порошкообразных или гранулированных материалов через трубы и каналы. Этот метод транспортировки материалов является эффективным и надежным, что делает его незаменимым во многих производственных процессах.

Существуют следующие виды пневмотранспортных установок [1]:

- Всасывающее (вакуумные);
- Нагнетательные;
- Всасывающе-нагнетательные (комбинированные) установки.

В области сельского хозяйства пневмотранспорт широко используется для переноса сыпучих, порошкообразных и гранулированных материалов, таких как зерно, семена, корма, удобрения и другие. Он позволяет эффективно перемещать большие объемы материалов на значительные расстояния, снижая временные и трудовые затраты, а также минимизируя риск повреждения материалов в процессе переноса.

Одним из основных преимуществ пневмотранспорта в сельском хозяйстве является возможность автоматизации процесса переноса материалов. Это уменьшает риск ошибок и повышает эффективность производственных процессов.

Кроме того, пневмотранспорт позволяет сократить потери материалов во время их транспортировки, что особенно важно при переносе ценных кормов и семян. Он также позволяет уменьшить риск загрязнения и контаминации материалов, что важно в пищевой и фармацевтической промышленности.

Для отделения транспортируемого материала от переносящего его воздушного потока используют циклоны разгрузители. Принцип работы, которых основан на разнице в скоростях потоков воздуха и взвешенных частиц материала внутри

циклонного аппарата, за счет центробежных сил и сил трения материала о внутренние стенки аппарата. Циклоны являются неотъемлемой частью пневмотранспорта.

В условиях малого и среднего производства кормов, на миникомбикормовых заводах производительность которых 0,8-5 т/час [3], используется комбинированная установка, которая по методу поступления материала в дробилку является всасывающей, а при транспортировании из дробилки в смеситель является нагнетательной.

Существует две основные системы пневмотранспорта сырья из пневмодробилки в смеситель, это система с непосредственной подачей материала и подача через циклон разгрузитель. Следует отметить, что компоновка с циклоном позволяет уменьшить потери материала в окружающую среду, поскольку эффективность циклонов по пылеулавливанию достигает 95-98% [2].

При этом, при расчете таких систем, необходимо учитывать общее гидравлическое сопротивление оказывающее влияние на среднюю скорость потока, по всему пневмоканалу.

Гидравлическое сопротивление всей системы пневмотранспорта является суммой всех сопротивлений пневмоэлементов используемых для пневмотранспортирования продукта.

Таким образом для нахождения гидравлического сопротивления нагнетательной части установки, используемой в схемах мини-комбикормовых заводов с циклоном разгрузителем, необходимо определить гидравлическое сопротивление циклонного аппарата и трубопровода идущем от пневматической дробилки (являющейся нагнетательным устройством в данной схеме) до циклонного аппарата.

Для расчета нагнетательного и вакуумного пневмотранспорта для движения чистого не запыленного воздуха рассчитывается по формуле (1), результаты вычислений которой близки с данными, полученными экспериментальным путем [4].

$$\Delta P_B = \lambda_B \frac{L_{np} V_B^2 \gamma_B}{d_T 2g}, \quad (1)$$

где  $\lambda_B$  – коэффициент сопротивления, который зависит от числа Рейнольдса и от состояния внутренней поверхности трубопровода;

$L_{np}$  – приведенная длина транспортирования, м;

$d_T$  – диаметр трубопровода, м;

$V_B$  – скорость движения воздуха, м/с;

$\gamma_B$  – объемная масса воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

В качестве гибкого трубопровода на миникомбикормовых заводах используют гибкие пластиковые армированные трубы. В результате исследований институтов Германии, Швейцарии, Италии, Франции, Англии, США и др. было установлено, что трубы из пластических масс относятся к гидравлически гладким [5].

Для гладких труб коэффициент сопротивления определяется выражением:

$$\lambda_B = \frac{0,3164}{Re^{0.25}}, \quad (2)$$

где  $Re$  – число Рейнольдса, определяемое в зависимости от характеристик движения воздуха.

Для учета потерь давления, вызываемых местными сопротивлениями, определяют по формуле:

$$\Delta P_{MC} = \xi \frac{V_B^2 \gamma_B}{2g}, \quad (3)$$

где  $\xi$  – коэффициент сопротивления, зависящий от углов изгиба трубопровода:

$$\xi = \xi_0 A B, \quad (4)$$

здесь  $\xi_0$  – табличный коэффициент;

$A$  – коэффициент, определяемый из таблицы в зависимости от числа Рейнольдса;

$\beta$  – коэффициент, определяемый в зависимости от угла поворота трубопровода.  
Приведенная длина транспортирования определяется из выражения:

$$L_{\text{пр}} = \sum l_{\text{г}} + \sum l_{\text{в}} + \sum l_{\text{эмс}}, \quad (5)$$

где  $\sum l_{\text{г}}$  – сумма длин горизонтальных участков, м;  
 $\sum l_{\text{в}}$  – сумма длин вертикальных участков, м;  
 $\sum l_{\text{эмс}}$  – сумма длин элементов местных сопротивлений.

По расчетам формул 1–5 возможно рассчитать потери давления при движении чистого воздуха в пневмотрубе идущим от дробилки до циклона разгрузителя в Па.

При включении в сеть каких-либо элементов, ее общее сопротивление будет увеличиваться. Загрузочные устройства также будут создавать дополнительное сопротивление, которое будет зависеть от их конструкции.

Суммарное гидравлическое сопротивление эжектора при загрузке зернового материала определяется по выражению [6]:

$$\Delta p_{\text{сум}} = \Delta p_1 + \Delta p_2 = (\xi_1 + \xi_2) \frac{\rho w^2}{2} = \xi_{\text{сум}} \frac{\rho w^2}{2}, \quad (6)$$

$$\Delta p_{\text{сум}} = \xi_{\text{сум}} \frac{\rho}{2} \cdot \left(\frac{Q}{F}\right)^2, \quad (7)$$

где  $\Delta p_1$  – потери давления, зависящее от конструкции эжекторов, Па;  
 $\Delta p_2$  – потери давления, зависящие от сопротивления зернового слоя, Па;  
 $\xi_1$  – коэффициент сопротивления зависящее от конструкции эжекторов;  
 $\xi_2$  – коэффициент сопротивления зернового слоя;  
 $\rho$  – плотность рабочего газа, кг/м<sup>3</sup>;  
 $w$  – средняя скорость потока в сечении  $F$  при рабочих условиях, м/с;  
 $Q$  – объемный расход рабочего газа, м<sup>3</sup>/с;  
 $F$  – принятая площадь сечения элемента канала, м.

Объемный расход рабочего газа  $Q$  можно определить из характеристики вентилятора, а площадь  $F$  определяется из конструктивных параметров эжектора, причем основной воздушный поток делится на два составляющих: первый (основной) поток проходит в кольцевом (между внутренним патрубком и внешней трубой) пространстве устройства, а второй (дополнительный) через слой зерна. Математически это можно записать следующим образом:

$$Q = w \cdot F + \Delta Q, \quad (8)$$

где  $w \cdot F$  – основной поток воздуха;  
 $\Delta Q$  – дополнительный поток воздуха.

Основной формулой для определения гидравлического сопротивления циклона  $\Delta p$ , Па, является формула [7]:

$$\Delta p = \zeta \frac{\rho w^2}{2}, \quad (9)$$

где  $\zeta$  – коэффициент гидравлического сопротивления циклона;  
 $\rho$  – плотность газа, кг/м<sup>3</sup>;  
 $w$  – условная скорость газа в циклоне, м/с.

При этом коэффициенты циклонов различных типов существенно отличаются, возрастая вместе с эффективностью пылеулавливания.

Существует два типа коэффициента гидравлического сопротивления циклона приведенных к условной скорости потока  $\zeta$  и к средней скорости газа во входном патрубке  $\zeta_{\text{вх}}$  [7]:

$$\zeta = \frac{2\Delta p}{\rho w^2} \quad (10)$$

$$\zeta_{\text{вх}} = \frac{2\Delta p}{\rho w_{\text{вх}}^2} \quad (11)$$

где  $w$  – условная скорость газа в циклоне, (скорость в плане), м/с;  
 $w_{\text{вх}}$  – средняя скорость во входном патрубке соответственно, м/с.

При этом коэффициент сопротивления для каждого типа циклонного аппарата обычно устанавливается опытным путем на чистом (незапыленном) газе и принимается постоянной величиной. А также данный коэффициент может находиться с помощью компьютерного моделирования процесса движений потока внутри циклонного аппарата.

Одним из таких программных обеспечений является SolidWorksFlowSimulation, в котором коэффициент гидравлического сопротивления определяется по следующей формуле:

$$\varepsilon = \frac{P_{01} - P_{02}}{\frac{\rho V^2}{2}}, \quad (12)$$

где  $P_{01}$  – давление на выходе, Па;

$P_{02}$  – давление на входе, Па;

$\rho$  – плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  – средняя скорость, м/с.

При известном коэффициенте гидравлического сопротивления  $\varepsilon$  из выражения (12) определяется гидравлическое сопротивление  $\Delta p$ , Па:

$$\Delta p = P_{01} - P_{02} = \varepsilon \cdot \frac{\rho V^2}{2}. \quad (13)$$

Все вышеизложенное позволяет на стадии компьютерного моделирования рассчитать полное гидравлическое сопротивление сети пневмотранспорта мини комбикормового завода для оценки изменения энергозатрат при внесении изменений в конструкцию циклона.

На данном этапе определены гидравлические сопротивления разрабатываемого циклона [8] и циклона БЦР-400, установленного на комбикормовом заводе фирмы «АгроПостака» с использованием программного обеспечения SolidWorksFlowSimulation в диапазоне скоростей на входе 10-30 м/с результаты представлены на графике (рис.).

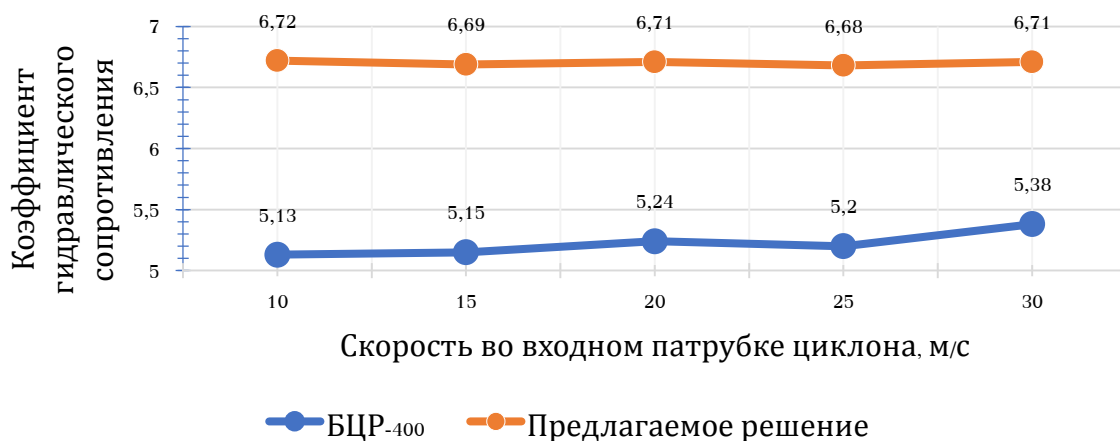


Рис. Зависимость гидравлического сопротивления от скорости воздушного потока во входном патрубке

По данным, представленным на графике, можно сделать вывод, что в предлагаемом решении изменение скорости во входном патрубке в диапазоне от 10 до 30 м/с не оказывает существенного влияния на гидравлическое сопротивление циклона. При этом сопротивление циклона БЦР-400 более чувствительно к изменению скорости воздушного потока на входе. В тоже время гидравлическое сопротивление циклона БЦР-400 в среднем в 1,29 раз ниже, чем сопротивление предлагаемого решения.

Дальнейшие исследования направлены на экспериментальную проверку полученных теоретических зависимостей гидравлического сопротивления циклонов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вишня, Б.Л. Пневмотранспорт, Пылеулавливание. Часть 1 / Б.Л. Вишня, Б.С. Дроздов, В.Т. Стефаненко. – Екатеринбург : Сократ, 2010. – 31 с.
2. Пшенов, Е. А. Разработка двухступенчатого циклона / Е. А. Пшенов, С. С. Блескин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53, № 2. – С. 101-109.
3. Блескин, С. С. Особенности эксплуатации оборудования на мини комбикормовых заводах / С. С. Блескин, Е. А. Пшенов // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования : Материалы XIII международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию кафедры Надежности и ремонта машин ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 15 декабря 2021 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. – С. 286-291.
4. Гавриленко А. В. Определение потерь давления в установке пневматического транспорта материалов / А.В. Гавриленко // Вестник ИрГТУ. 2015. №4 (99). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-poter-davleniya-v-ustanovke-pnevmaticheskogo-transporta-materialov> (дата обращения: 14.05.2023).
5. Шевелев Ф.А., Исследование основных гидравлических закономерностей турбулентного движения в трубах/ Ф.А. Шевелев.–М.: ВОДГЕО, 1953. – 208с.
6. Булатов С. Ю. Система загрузки и очистки фуражного зерна комбикормового агрегата. Теория методика, эксперимент, анализ / С. Ю Булатов, В. Н. Нечаев // LAP LAMBERT - Нижегородский государственный инженерно-экономический институт. - 2013. — с. 117.
7. Мисюля, Д. И. Экспериментальное и Численное определение гидравлического сопротивления высокоэффективного циклона СЦН-40 / Д. И. Мисюля, В. В. Кузьмин, О. А. Петров // Труды БГТУ. №3. Химия и технология неорганических веществ. – 2016. – № 3(185). – С. 154-160.
8. Патент на полезную модель № 208117 U1 Российская Федерация, МПК В04С 9/00, В01D 45/12. Циклон : № 2021106836 : заявл. 15.03.2021 : опубл. 03.12.2021 / Е. А. Пшенов, А. А. Мезенов, М. Л. Вертей [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Новосибирский государственный аграрный университет".

УДК 631.363

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ОТВОЛАЖИВАНИЯ ЯЧМЕНЯ НА РАВНОМЕРНОСТЬ УВЛАЖНЕНИЯ ЗЕРЕН И КАЧЕСТВО ПЛЮЩЕННОГО ПРОДУКТА.**

А.Д. Герасименко, аспирант

П.А. Патрин, канд. техн. наук, доцент

В.А.Новик, старший преподаватель

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** Ячмень – одно из самых распространенных зерновых культур, используемых для производства комбикорма для КРС. Увлажнение зерен играет важную роль в процессе их обработки и хранения, так как это помогает сохранить качество продукции и уменьшить потери. Увлажнение зерен ячменя является важным процессом, который напрямую влияет на качество и количество получаемой продукции. Кормление животных играет решающую роль в стимулировании их здоровья и продуктивности, ведь примерно 60% себестоимости произведенной продукции покрывают расходы на корма. В связи с этим, производство качественных кормов является ключевым фактором в деятельности сельскохозяйственных предприятий. Однако, необходимо отметить, что даже полноценно

составленный рацион не гарантирует высокой продуктивности животных и их здоровья, а также снижения затрат на корма. Для достижения этих целей, необходимо точно соблюдать структуру кормовой смеси, соответствующую физиологическим процессам пищеварения животных, особенно у тех, у которых сложный желудочно-кишечный тракт (ЖКТ).[1] Процесс отволаживания ячменя - это важный этап производства плющеного продукта, который влияет на увлажнение зерен и качество конечного продукта. Отволаживание позволяет убедиться в том, что зерна ячменя достигли равномерной влажности, которая необходима для эффективного размола и получения высококачественного плющеного продукта. Зерновое производство является одной из ключевых отраслей сельского хозяйства. Недостаточное увлажнение может привести к потере массы зерна и ухудшению его качества, а избыточное - к развитию патогенных микроорганизмов и гнили. Одним из факторов, влияющих на эффективность увлажнения зерен ячменя, является время отволаживания.

**Ключевые слова:** комбикорма, плющение ячменя, вальцовые плющилки, отволаживание

Уровень подготовки зерновых кормов должен более полно соответствовать биохимическим процессам, проходящим в рубце жвачных животных. Размеры и площадь подготовленного зерна должны обеспечивать равномерное распределение его по мату, содержащего до 70% микробной массы и имеющего рН близкую к нейтральной среде.

Во время процесса плющения хлопьев (готового продукта) происходит несколько важных процессов. Во-первых, площадь хлопьев увеличивается в несколько раз, что способствует их осаждению на поверхности мата. Во-вторых, оболочка зерна теряет связь с эндоспермом, а зерна крахмала разрываются на клеточном уровне и образуются трещины в эндосперме. [2]

Время отволаживания – это важный фактор, который может существенно повлиять на процесс равномерного увлажнения зерен ячменя. Чем дольше зерна находятся в условиях высокой влажности, тем более равномерно распределяется вода по всему зерну. Однако, слишком длительное время отволаживания может привести к потере качества зерна.

Для проведения экспериментальных исследования В качестве исходного материала использовалось зерно ячменя влажностью 8%. Ячмень — наиболее распространенный вид концентрированных кормов и является наиболее прочным среди зерновых.

Исходная влажность и дальнейшие измерения проводились с использованием специализированного универсального прибора для оперативного измерения влажности и температуры зерна. (рис.1.) Для искусственного увлажнения зерна применяли методику, приведённую в [3, 4].

Необходимое количество воды для увлажнения зерна определяли по формуле:

$$G_B = G_3 * \left( \frac{100 - W_{\text{нач}}}{100 - W_{\text{кон}}} - 1 \right)$$

где  $G_B$  — масса добавляемой воды, кг;  $G_3$  — масса увлажняемого зерна, кг;  
 $W_{\text{нач}}$  И  $W_{\text{кон}}$  — соответственно начальная и конечная влажность зерна, %.

После увлажнения зерна его тщательно перемешивали и были помещены в контейнеры, где прошел процесс отволаживания при определенной температуре и влажности. После чего каждые 2ч отбирали пробы и производили замер влажности с помощью прибора (рис.1). Проводили сравнение рассчитываемой влажности с фактической, результаты исследований представлены на графике (1).

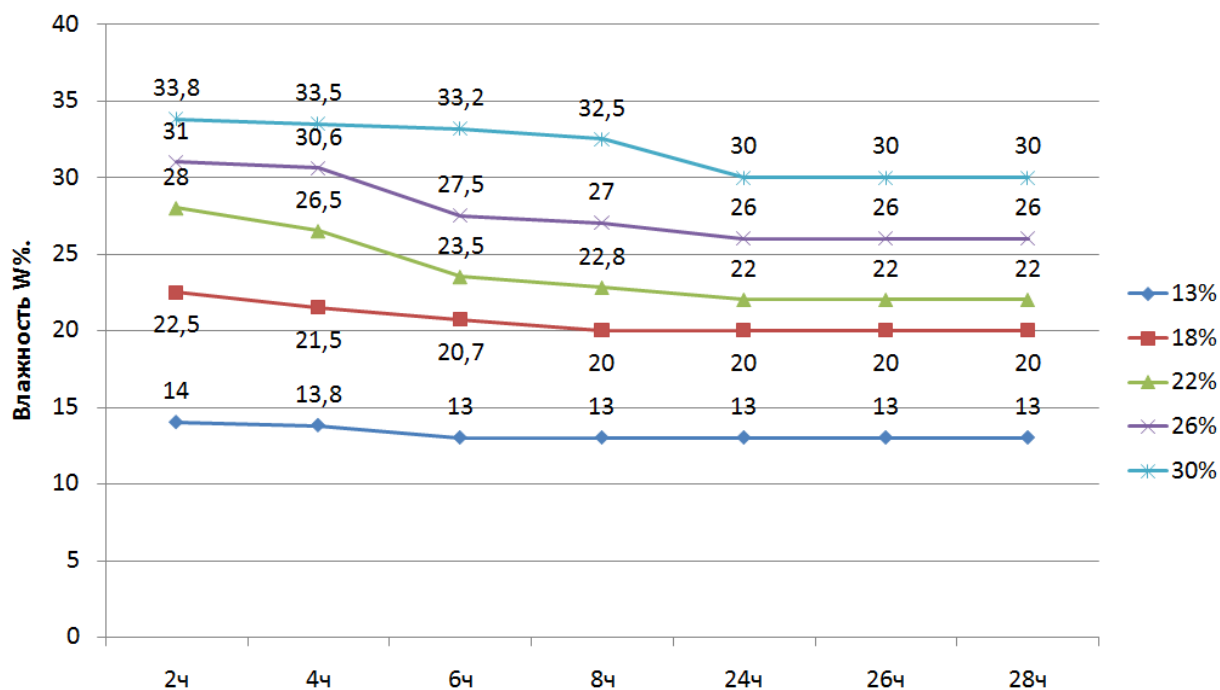


График 1.- Зависимость фактической влажности от расчётной при разном времени отволаживания

Из полученных данных мы можем наблюдать, что из отобранной пробы после 2 часов отволаживания наблюдается повышенная фактическая влажность зерен ячменя независимо от расчетной влажности, но при увеличении времени отволаживания фактическая влажность снижается и достигает расчетной.

При отлеживании 6 часов зерен ячменя, равенство фактической и расчетной влажности достигается только при расчетной 13%. Дальнейшее увеличение расчетной влажности увеличивает и время отволаживания.

Также отобранные пробы подвергали измельчению на двухступенчатой вальцово-ленточной плющилке [5]. И оценивали целостность хлопьев.

Результаты представлены на графике (2)



Рисунок 1. - Влагомер Wile 65

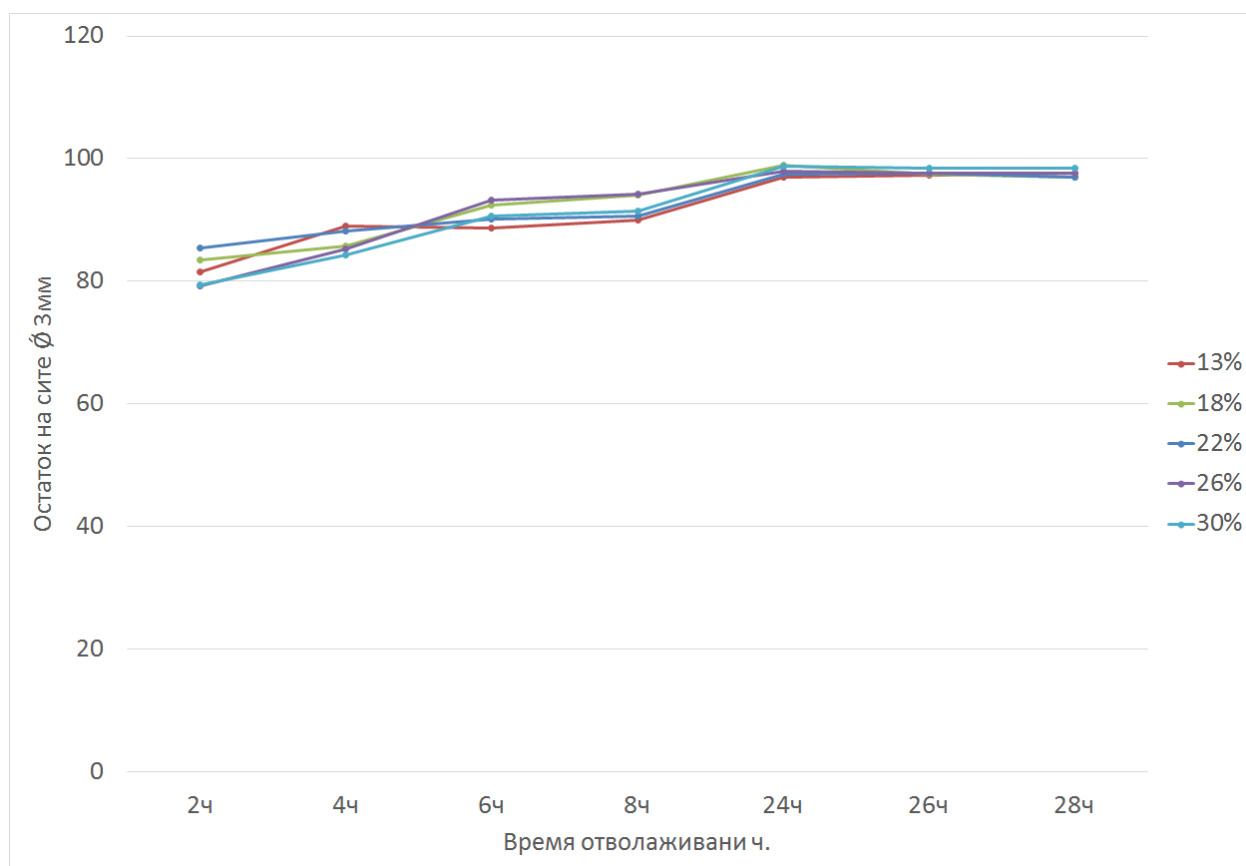


График 2. - Зависимость содержание цельных хлопьев от времени отволаживани исходного продукта и расчётной влажности

По данным исследований мы можем наблюдать, что при отволаживани от 2 часов до 8 часов наблюдается динамика повышения содержания цельных хлопьев, а при достижении 24 часов содержание цельных хлопьев достигает максимального значения.

Анализ полученных результатов показал, что время отволаживани зерен ячменя оказывает значительное влияние на процесс их увлажнения. Было выяснено, что с увеличением времени отволаживани до 24 часов, увлажнение зерен происходит более равномерно и интенсивно. Наблюдается также улучшение качества зерна - его масса и объем увеличиваются. Однако при продолжительном отволаживани свыше 24 часов, некоторые зерна начинают разрушаться и терять прочность оболочки. Это может привести к понижению качества продукции при дальнейшей переработке. Таким образом, оптимальным временем отволаживани зерен ячменя для достижения наилучших результатов является интервал от 18 до 24 часов. При этом необходимо контролировать процесс увлажнения и избегать продолжительного выдерживани зерна в условиях повышенной влажности.

Исследования показали, что оптимальное время отволаживани для ячменя составляет 24 часа. В течение этого времени достигается равномерное распределение влаги по всему зерну и обеспечивается максимальный процент увлажнения без потери качества.

Однако, следует помнить, что оптимальное время отволаживани может изменяться в зависимости от условий хранения и свойств конкретного типа ячменя. При выборе времени отволаживани необходимо учитывать все эти факторы и проводить регулярные контрольные измерения содержания влаги в зерне для достижения наилучших результатов.

В результате исследования было установлено, что процесс отволаживани является важным этапом для увлажнения зерен ячменя и повышения качества плющенного продукта. Однако, данный процесс может быть подвержен влиянию различных факторов, таких как температура и влажность окружающей среды. Для улучшения качества продукта необходимо использовать оптимальные условия отволаживани и контролировать процесс с помощью специального

оборудования, для более точных результатов рекомендуется дополнительное исследование с использованием различных методик обработки зерна.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Георгиевский В.И. Физиология сельскохозяйственных животных – М.: Агропромиздат., 1990. – 511с
2. П.А. Патрин, А.Д. Герасименко, Д.С. Рудаков, Мальцева К.А. / Обоснование способа подготовки зерна для скармливания жвачным животным / Теория и практика современной аграрной науки 2023. -752с
3. Халтурин В.С. Совершенствование конструктивных и технологических параметров молотковой дробилки зерна с колосниковой решеткой: Дисс....канд. техн. наук. -Киров, 1998. - 196 с.
4. Мельников С.В. Влияние влажности зерна на показатели работы молотковых дробилок // Земледельческая механика: Сб. тр. - М.: Машиностроение, 1961.-Т. 6.-С. 372...380.
5. Патрин П.А., Герасименко А.Д., Патрин В.А. и др. Трёхвальцоваяплющилка зерна и зерновых смесей. Патент R.U. № 2757116 С1 МПКВ02С 4/06.

УДК 62-94

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СОРТИРОВАНИЯ СЕМЯН НА ВОЗДУШНО-РЕШЕТНЫХ СЕПАРАТОРАХ.

Д.М. Волков, магистрант,

А.К. Туров, канд. техн. наук, доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема высокой нагруженности подсевных решет на семяочистительных машинах типа СМ-0.15. Данная тема является актуальной, так как перегруженное нижнее решето таких машин не позволяет качественно сепарировать зерно от щуплых фракций. Предлагается вариант совершенствования технологического процесса, основной идеей которого является использование первого аспирационного канала для выделения как лёгких фракций, так и щуплого зерна.

**Ключевые слова:** семяочистительная машина СМ-0,15, воздушно-решетный сепаратор, щуплое зерно, зерновой материал.

Процесс очистки и сортировки семян является важным этапом перед их дальнейшей подработкой. Качество отобранных семян напрямую связано с конечным качеством продукции. При сепарировании одной из основных задач является выделение щуплого зерна из общей массы. Щуплое зерно, в сравнении с качественным зерном, обладает менее стабильными свойствами при хранении и более подвержено воздействию внешних факторов. Соотношение оболочки по отношению к эндосперму у щуплого зерна гораздо выше, что снижает его ценность. Такая фракция не идет в мукомолье и классифицируется как зерновая примесь.

В воздушно-решетчатых сепараторах качество очистки зависит от целого ряда факторов:

- 1) Формы и размеров отверстий решет;
- 2) Количество ярусов решет;
- 3) Способ подачи зернового материала;
- 4) Частота колебания и угол наклона решет;
- 5) Параметры воздушного потока

В результате совершенствования сепараторов сложилась определенная последовательность технологических шагов, которая обеспечивает надежную работу и

высокую эффективность процесса. Первым этапом является отделение легких примесей с использованием воздушного потока. Это имеет важное значение, поскольку легкие примеси могут составлять до 70% от общей массы примесей, и их удаление на ранней стадии значительно упрощает последующие этапы обработки [1].

За основу для совершенствования технологического процесса выбрана машина СМ-0.15, технологический процесс которой представлен на рисунке 1.

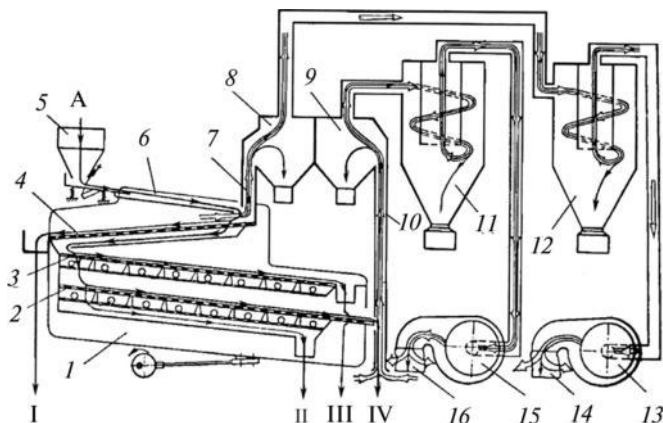


Рисунок 1- Семяочистительная машина СМ-0.15. (1 — решетный стан; 2,3,4 — решета; 5 — бункер; 6 — вибрационный питатель; 7,10— аспирационные каналы; 8,9 — осадочные камеры; 11, 12 — циклоны; 13,15 — вентиляторы; 14,16 — пылесборники; А — исходный материал;

I — крупные примеси; II — мелкие примеси и мелкие семена; III — крупные семена; IV — полноценные семена основной культуры; V — лёгкие примеси; VI — щуплое зерно)

На первой стадии работы машины через аспирационный канал 7 отделяются только легкие примеси. Так как щуплое зерно гораздо легче зёрен основной культуры прогнать его через слой на последующих решетах, оно всплывает на поверхности слоя и не может отделиться от качественного.

Первая стадия по технологическим нормам не предусматривает отделение других фракций, кроме лёгких, однако, регулировка воздушного потока первого аспирационного канала могла бы позволить также выделять и щуплое зерно[2].

Щуплая фракция, после прохождения по вибрационному питателю 6, попадает под воздействие воздушной струи аспирационного канала 7. На этом этапе она испытывает действие двух сил: силы тяжести  $G$  и силы сопротивления воздуха  $R$ . Если сила тяжести больше силы сопротивления воздуха, то щуплое зерно поступает на дальнейшие этапы очистки. Но если увеличить силу сопротивления воздуха таким образом, чтобы она была больше, чем сила тяжести  $G$ , рассматриваемая фракция сможет попасть в осадочную камеру 8.

Для определения режима воздушного потока необходимо проведение эксперимента, главной задачей которого является нахождение оптимальной скорости воздушного потока на первой стадии работы машины, которая позволила бы выделять щуплое зерно вместе с прочими зерновыми примесями [3].

Для проверки гипотезы был проведен эксперимент, направленный на определение скорости витания щуплого зерна на семяочистительной машине СМ-0,15 на первой стадии работы. Путем постепенного увеличения напряжения скорость воздушного потока в аспирационном канале 7 изменялась, в результате чего щуплое зерно поднималось по аспирационному каналу и оседало в камере. После проведения эксперимента выполнялась проверка зернового материала из камеры 8 на рассеивателе У1-ЕРЛ-10 с помощью установленного решета с отверстиями 2,4 мм. Подобная проверка проводилась и для оставшегося материала, который проходил дальнейшую сепарацию, минуя аспирационный канал 7. Таким образом,

определялось наличие и процентное соотношение щуплого зерна во всех фракциях. Согласно диаграмме, представленной на рисунке 2, в результате проведения 6 экспериментов определено, что на скорости воздушного потока в 5 м/с происходит выделение щуплого зерна в воздушном потоке аспирационного канала 7.

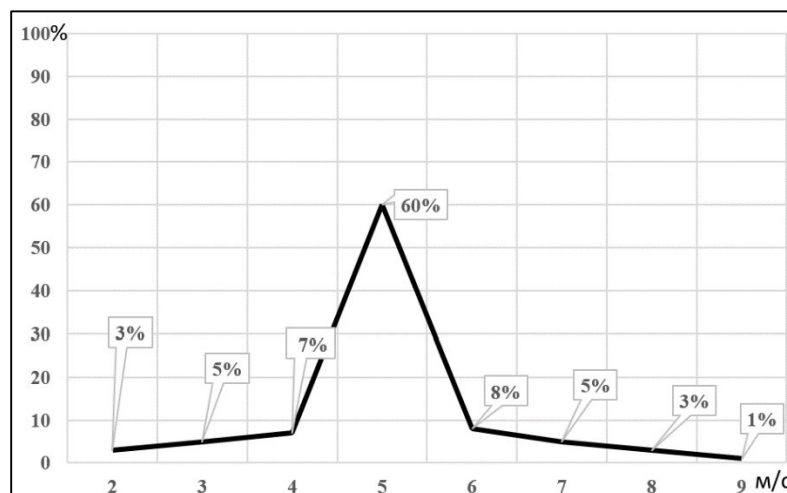


Рисунок 2- Зависимость % выноса исследуемой фракции в зависимости от скорости воздушного потока, м/с.

Таким образом, согласно проведенному исследованию, технологический процесс выделения щуплого зерна может быть выполнен за счет подбора режима воздушного потока.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Невзоров, В. Н. Разработка технологического оборудования для сепарирования и подготовки зерна пшеницы к шелушению / В. Н. Невзоров, И. В. Мацкевич, Д. В. Салыхов // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Курган, 27 февраля 2020 года / Под общей редакцией Миколайчика И.Н. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2020. – С. 549-552.
2. Мерчалов, С. В. Применение воздушно-ситового сепаратора при измельчении зерна в дробилке в замкнутом цикле / С. В. Мерчалов // Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 115 годовщине со дня рождения профессора Харитончика Ефима Мироновича, Воронеж, 06 апреля 2016 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2017. – С. 67-74.
3. Асенова, Б. К. Оборудования для очистки зерна / Б. К. Асенова, С. К. Касымов, А. М. Муратбаев // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: Сборник научных трудов XII-ой Международной научно-практической конференции, Курск, 19–20 марта 2015 года / Ответственный редактор: Горохов А.А. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2017. – С. 105-109.

## ПЕРВИЧНАЯ ОЧИСТКА ЗЕРНА

М.О. Кондрусов, студент

Научный руководитель А.К. Туров, к.т.н., доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** Очистка зерна – это важнейший технологический процесс состоящих из нескольких этапов. Любой процесс переработки зерна начинается с его очистки и доведения до стандартных значений. Неважно, насколько современные уборочные машины, зерно придется все равно очищать дополнительно от минеральных и органических примесей.

**Ключевые слова:** зерно, очистка, сепаратор, примесь.

Основная цель первичной очистки зерна – удаление из сырья различных по размеру примесей при минимальных потерях основного материала [3]. Зерновая масса, которая поступает на переработку, должна характеризоваться показателями по содержанию зерновой и сорной примесей по ГОСТ 9353-2016 при влажности до 14% [1].

Основные способы первичной очистки: механический и воздушный. Механическая очистка подразумевает просеивание на решетках. Здесь определяющим фактором являются габариты зерновки – ширина и толщина. Если они меньше, чем размер отверстия на решетке, то они проходят через решетку, собираются в накопителе и выводятся из сепаратора. Более крупные зерна остаются на решетке и образуют сход. Рабочим размером для решет с круглыми отверстиями является диаметр отверстия, а для продолговатого отверстия ширина отверстия. Режим работы меняется путем смены решет [5].

При воздушном сепарировании используется скорость витания частиц зерна и примесей. При невысокой скорости они оседают вниз, при высокой – «вылетают» за пределы рабочего канала. Компоненты смеси обладают различной плотностью и парусностью, и, соответственно, скорость витания у них разная [2]. Например, для зерна злаковых культур этот параметр находится в диапазоне 8.5-11.5 м/с (табл. 1). Семена сорных трав, щуплое зерно, полова и другие примеси имеют меньшую скорость витания. Поэтому происходит их эффективное отсеивание от основной массы с помощью воздушных потоков [6].

Таблица. 1 – Пределы изменения скорости витания зерна и примесей

Культура и примеси	Скорость витания, м/с															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Пшеница:																
нормальная																
битая поперек																
битая вдоль																
щуплая																
Рожь																
Ячмень																
Овес																
Гречиха																
Просо																
Горох																
Подсолнечник																
Кукуруза																
Куколь																
Овсяг																
Вьюнок																
Гречишка																
Пырей																
Василек																
Спорынья																
Редька дикая																
Горчак																
Конопля																
Легкие сорняки																
Мякина																
Курай																

Наибольшее распространение на зерноочистительных агрегатах в качестве машины первичной очистки получили ЗВС-20 (рис. 1).

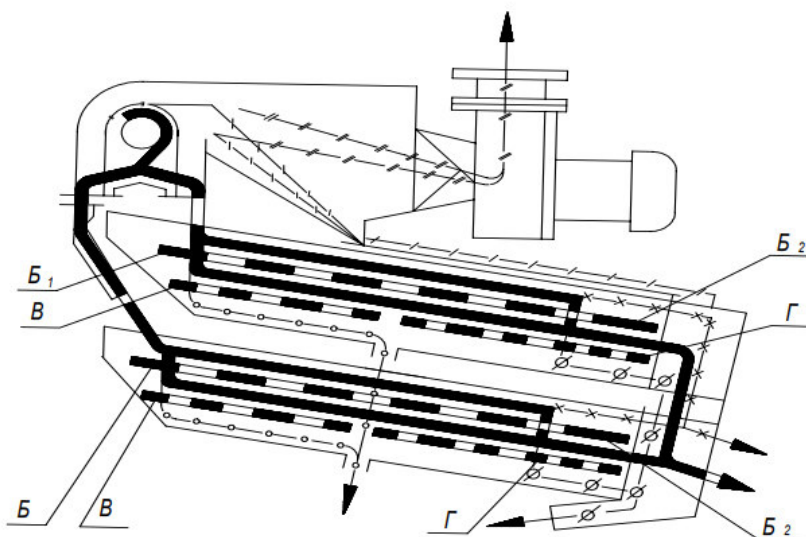


Рисунок. 1 – Технологическая схема ЗВС-20.

Принцип работы машины следующий: зерновой материал поступает в приемную часть питающего устройства и оттуда шнеком распределяется по всей ширине воздушной камеры, при помощи воздушного потока выбирается легкие примеси и осаждаются в отстойной камере, после чего выводятся наружу.

После воздушной очистки зерна материал, распределенный на две равные части, поступает на верхний и нижний решетчатые станы, которые работают параллельно. В каждом решетчатом стане ЗВС-20 имеется две плоскости решет (на которых и происходит основная часть первичной очистки), на первой плоскости отделяются крупные примеси (те что превышают размер ячейки решета), на второй решетчатой плоскости удаляются мелкие примеси и колотое зерно (примеси, которые

проходят сквозь ячейки решета). Таким образом, при обработке зерна на ЗВС-20 получают чистый продукт, который сходит с нижней решетной плоскости каждого стана [4].

Для очистки зерна необходимо произвести настройку машины на это зерно. Подбор решет производится при помощи таблицы 2 из руководства по эксплуатации.

Таблица 2. – Подбор решет для ЗВС-20

Обрабатываемая культура	Решета			
	Б1	Б2	В	Г
Пшеница	2,2-3,0	3,0-4,0	1,7; 2,0-2,5	1,7-2,4
Рожь	2,2-2,6	3,0-3,6	2,0-2,5	1,5-2,0
Ячмень	2,4-3,0	3,6-5,0	Ø2,5	2,0-2,4
Овес	2,0	2,6-3,6	Ø 2,5	1,7-2,0
Кукуруза	Ø 8,0	Ø 10,0	Ø 5,0	Ø 6,5
Просо	1,7-2,0	2,0-2,4	2,0	1,5-1,7
Гречиха	4,0-3,0	Ø 5,0-6,5	Ø 2,5-3,6	3,6-4,0
Горох	Ø 5,0-6,5	Ø 8,0-9,0	Ø 3,6-5,0	Ø 4,0-4,5
Бобы кормовые	6,5-8,0 Ø 11,0	8,5-10,0 Ø 11,5-11	4,5-5,5 Ø 6,5	Ø 6,5
Рис	2,4-2,8 Ø 5,0-5,5	2,8-3,0; 3,2 Ø 5,0-6,5	2,0; 2,2 Ø 2,5-3,0	2,2-2,4 Ø 3,2-3,6
Подсолнечник	Ø 4,0-5,5	Ø 8-10	Ø 5,0	Ø 4,0

При подборе решет необходимо учесть следующее:

Решето Б2 отделяет крупные примеси от зерна. Оно подбирается с минимальными ячейками, но так, чтобы все зерно проходило через отверстия.

Решета В и Г выполняют одну функцию: выделяют из зерна частицы мельче основной культуры (семена сорняков, пыль и щуплое зерно). Размеры отверстий этих решет меньше минимального размера зерна по ширине и толщине.

При обработке семенного материала отверстия на решетках В и Г должны быть несколько большими, чем при обработке продовольственного зерна.

При работе с выделением фуража решета подбираются так, чтобы они выделяли мелкое, не пригодное для посева зерно. Все решета имеют одинаковые габаритные размеры, что делает возможным использование любых решет при очистке разных культур.

Установив любые решета, проверьте правильность их подбора. Для этого необходимо осмотреть выходы материала из машины.

Решето Б1 должно делить поступающий материал на две фракции для последующей очистки на решетках Б2, В, Г

Регулировку воздушного потока производится изменением положения заслонки на выходе вентилятора, маховиком и фиксацией его положения в кронштейне по длине паза гайкой-барашком. Необходимо установить такую скорость воздушного потока, чтобы из зернового материала выделялись пыль, части соломы, полова, легкие сорняки и т.д. [7].

Недостатками ЗВС-20 является то, что плоские колеблющиеся решета недостаточно осуществляют качественное разделение обрабатываемого зернового вороха повышенной влажности, в том числе засоренности, а во многих случаях не дают возможность обрабатывать ворох без технических устройств передвижения используемого материала по функционирующей поверхности. Каждый процент повышения влажности обрабатываемого зернового вороха более 16% является причиной снижения производительности применяемых зерноочистительных машин на 6%, а каждый процент повышения засоренности - на 2,5%.

И еще к недостаткам этой машины можно отнести то, что приходится периодически настраивать и восстанавливать щетки механизма очистки решет. Эти щетки предназначены для очистки решетчатого стана от застрявших зерновок в отверстиях. Со временем щетки распушаются и стираются, их приходится восстанавливать (если это возможно) или заменять на новые и настраивать на такую высоту, чтобы щетина выступала на 1мм над поверхностью решета, иначе эффективность щеток снижается, от чего качество выходной продукции снижается [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 27 июля 2017 г. №89-П. URL:<https://www.internet-law.ru/gosts/gost/62924> (Дата обращения 18.05.2023). – Текст – электронный.
2. Садофьев Д. С. Эффективность применения машины первичной очистки зерна ЗВС-20А / Д. С. Садофьев, М. В. Поляков // Молодежь и системная модернизация страны : сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых, Курск, 19–20 мая 2020 года. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 215-219. – EDN TTGRHS.
3. Тишанинов К. Н. Основные тенденции развития зерноочистительной техники / К. Н. Тишанинов // Наука в центральной России. – 2022. – № 5(59). – С. 20-27. – DOI 10.35887/2305-2538-2022-5-20-27. – EDN WADXVH.
4. Харитонов Е. С. Обзор и анализ агроинженерных систем послеуборочной обработки зернового вороха / Е. С. Харитонов, Г. В. Алексеева, Г. Н. Поляков // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, Иркутск, 25–26 марта 2021 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 388-397. – EDN JCZOCG.
5. Шиврин В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки / В. И. Шиврин // Знания молодых – будущее России : МАТЕРИАЛЫ XVII МЕЖДУНАРОДНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Киров, 10–12 апреля 2019 года. Том 2. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 294-297. – EDN ITLCQL.
6. Взаимосвязь аэродинамических показателей фракций сыпучего материала / В. В. Василенко, В. И. Орбинский, С. В. Василенко, Д. Н. Посохов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 15, № 4(75). – С. 90-96. – DOI 10.53914/issn2071-2243\_2022\_4\_90. – EDNGATZVO.
7. Руководство по эксплуатации. Машина первичной очистки ЗВС-20 // АГРОИМПУЛЬС СПС URL: [https://zavod-ovs.ru/tehnika/rukovodstvo\\_po\\_yekspluatacii20190311071813](https://zavod-ovs.ru/tehnika/rukovodstvo_po_yekspluatacii20190311071813) (дата обращения: 18.05.2023).

## **ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕШЕТНО-ВОЗДУШНЫХ МАШИН ОБРАБОТКИ ЗЕРНА.**

Е.А. Невдач, магистрант

А.Д. Колунин, аспирант

К.А. Показанов, аспирант

Научный руководитель Патрин П.А., с.н.с., к.т.н., доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** Сегодня на территории РФ отмечается рост урожайности зерновых культур в следствии развития и внедрения новых технологий возделывания, а также развития МГА. Так по данным министерства сельского хозяйства «Урожайность пшеницы составила 36,2 центнеров с гектара против 28,4 центнеров с гектара годом ранее», то есть рост на 25%. Эта тенденция уже какое-то время продолжается и по заявлениям экспертов, будет продолжаться в ближайшей перспективе.

Так министр сельского хозяйства Дмитрий Патрушев, выступая в Госдуме 14 декабря 2022года, сообщил, что по состоянию на этот день в стране было собрано более 159 млн т зерна в бункерном весе. В пересчете на чистый вес после очистки и просушки — это может дать порядка 150 млн т.

Министр отметил, что высокий показатель был достигнут, в частности, за счет роста урожайности зерновых, которая за последние пять лет увеличилась с 25 до 34 центнеров с га.

Таким образом анализируя все вышеперечисленное, можно сделать вывод о том, что перед предприятиями встаёт нужда в увеличении своих обрабатывающих способностей. А анализ представленного на рынке зернообрабатывающего оборудования даст нам понимание о тенденциях и перспективах развития зернообрабатывающего оборудования.

**Ключевые слова:** сепарация, зерновой слой, зерновой ворох, энергоэффективность, металлоёмкость, производительность, габариты.

**Введение.** Ежегодно растущая урожайность — это ежегодно растущая нагрузка на зерноочистительное оборудование предприятий. Которая вынуждает владельцев предприятий увеличивать свои обрабатывающие мощности. Но из-за сложившейся ситуации на рынке сельскохозяйственного оборудования в следствии наложенных на РФ санкций, множество предприятий не в силах приобрести дорогостоящее зерноочистительное оборудование. Что в свою очередь приводит к тому что увеличивается время уборки зерна с полей, что приводит к большим потерям зерна, а недостаточная чистота обработки приводят к потерям при хранении зерна и снижению товарных качеств зерна.

Таким образом, при сохраняющейся тенденции роста урожайности зерновых культур, вместе с ограниченными сроками безопасного хранения зернового вороха и сложной обстановкой на рынке с/х оборудования предприятиям требуются высоко производительные машины для предварительной очистки зерна. В связи с этим предприятиям требуется дешёвое, производительное, энергоэффективное и мало-металлоёмкое оборудование для зерноочистки.

Основной вид зерноочистительных машинах общего типа составляют воздушно-решетные машины, так анализ представленных на рынке воздушно-решетные машин позволит сделать вывод о общих тенденциях в развитии зернообрабатывающего оборудования.

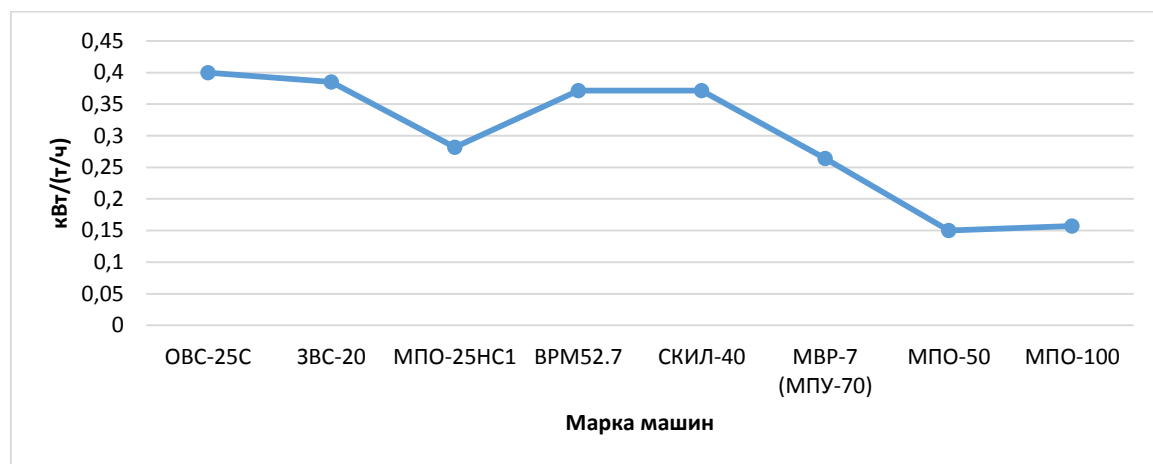
**Цель работы:** На основе технико-экономических показателей воздушно-решётных машин, представляемых на рынке, проанализировать выбранное производителями направление их развития с точки зрения повышения производительности при допустимом качестве очистки.

**Материалы и методы.** На основе паспортных данных представленных на рынке воздушно-решётчатых машин (см. табл 1. и тал.2), были рассчитаны их удельные технико-экономические показатели: удельная энергоёмкость, удельная металлоёмкость и удельная габаритоёмкость в зависимости от их производительности.

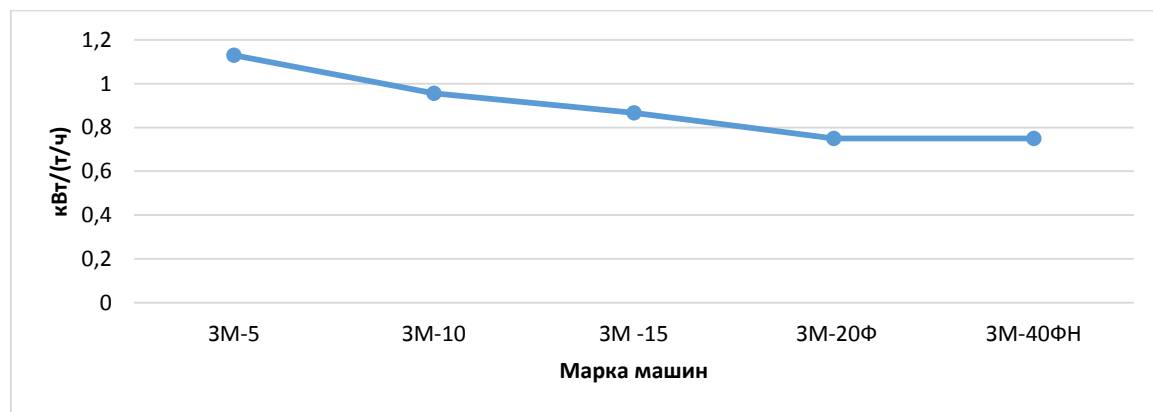
Таблица. 1. Представление на рынке зерно обрабатывающие машины.

Наименование машины	ОВ С- 25С	ЗВ С- 20	МП О- 25Н С1	ВРМ -52.7	СКИ Л-40	МВ Р-7	МП О-50	МП О- 100	МП О-80
Производительность т/ч.	10	20	22	35	35	50	50	70	80
потребляемая мощность кВт.	4,00	7,70	6,20	13,00	13,00	13,20	7,50	11,00	12,65
Габариты(Длинна,Ширина,Высота) м.	3/ 2,1 /2,4	3 /2 /2,6	3,25 /1,7/ 2,86	3,1 /2,4/2 ,6	2,8/ 2,4 /2,6	2,9 /2,2 /3,2	2,9 /2 /2	3,21/ 1,97 /2,13	3,68 /2,6 /2,6
масса кг.	1090	1805	1700	2300	2300	2100	1000	1350	1800

Наименование машины	ЗМ-5	ЗМ-10	ЗМ -15	ЗМ-20Ф	ЗМ-40ФН
Производительность т/ч.	10	20	22	35	35
потребляемая мощность кВт.	4,00	7,70	6,20	13,00	13,00
Габариты(Длинна,Ширина,Высота) м.	3/ 2,1 /2,4	3 /2 /2,6	3,25 /1,7/ 2,86	3,1 /2,4/2,6	2,8/ 2,4 /2,6
масса кг.	1090	1805	1700	2300	2300

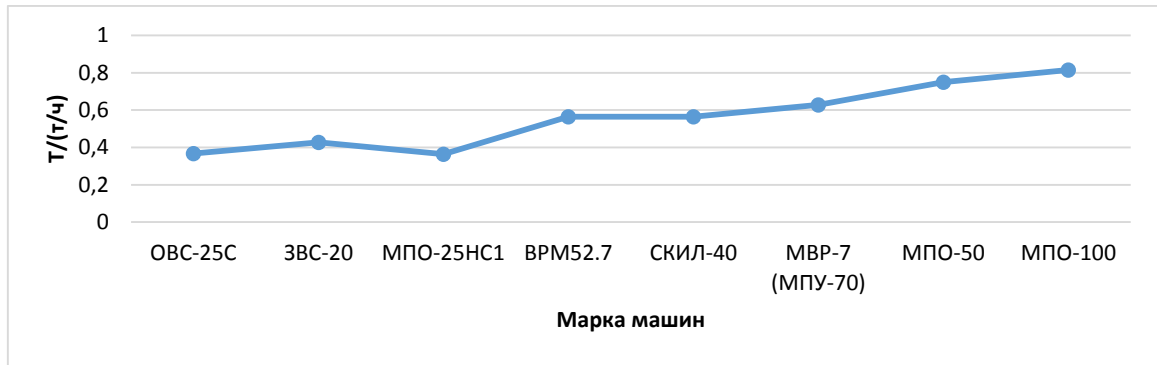


А)

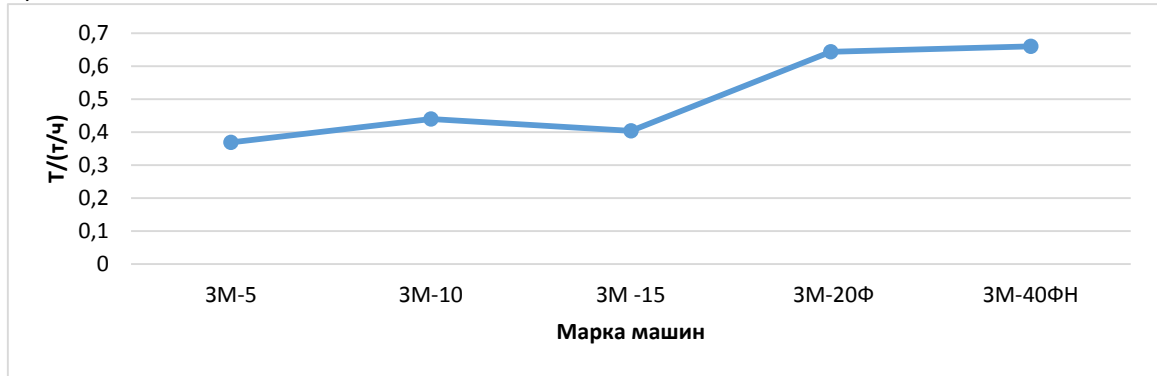


Б)

Рис.1. Удельная энергоёмкость машин.

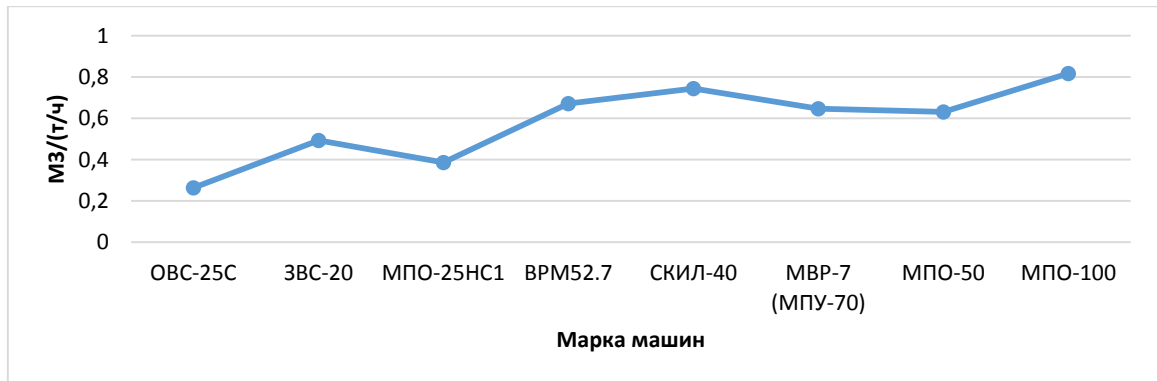


А)



Б)

Рис.2. Удельная металлоемкость машин.



А)



Б)

Рис.3. Удельная габаритоёмкость машин.

Анализируя данные таблицы 1 и графики рисунком 1,2,3, можно сделать следующий вывод, что повышения производительности зерноочистительных машин достигается за счет

увеличения их габаритов и массы машин. Это показывает, что производители воздушно-решётных машины на сегодняшний день идут по экстенсивному пути развития. Который не раз покрывал свою несостоятельность перед интенсивным. Исключение составляют машины с форсированными режимами работы, производительность которых увеличивается за счет увеличения амплитуды колебаний решётных станков.

**Заключение.** Таким образом, на рынке представлены воздушно-решётные машины увеличение производительности, которых достигается путем увеличения производительности за счет увеличения площади решет и воздушных каналов, что приводит к увеличению их массы, габаритов и стоимости. Такие машины представляют сложную, энергоёмкую конструкцию, требующую большие площади, для их размещения и обслуживания.

Следует отметить, что машины предварительной очистки зерна серии МПО с целью снижения энергозатрат имеют замкнутый воздушный поток, создаваемый диаметральным вентилятором. Что способствует накоплению, а, следовательно, и заражению зерна микотоксинами которые являются основной причиной низкой продуктивности и возникновения болезней у свиней. На практике для уменьшения содержания микотоксинов применяется только механическая очистка зерна, способствующая снижению их концентрации на 20%. Термическая обработка зерна мало эффективна. [4]

Поэтому требуется новые идеи направленные на снижения энергоёмкости и металлоёмкости зерноочистительных машин.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малис А.Я. Машины для очистки зерна воздушным потоком. - М., 1962г –176, С.
2. Патрин В.А. Разработка Теории взаимодействия обрабатываемого зерна с рабочими органами зерноочистительных машин с позиции синергетики. - Новосибирск 2015г – 332 С.
3. Патрин П.А., Патрин В.А Способ классификации сыпучих материалов и устройство для его осуществления Патент №2728069.
4. Дурст Л., Виттман Н.М. Кормление сельскохозяйственных животных. – Пер. с немецкого. – Под редакцией и с предисловием Ибатулина И.И., Проваторова Г.В. Винница, НОВА КНИГА, 2003. - 384с.

УДК 631.353

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ПЛЮЩЕНИЯ ЗЕРНА НА ЛЕНТОЧНОЙ ПЛЮЩИЛКИ

Д.С. Рудаков, зав. лабораторией

П.А. Патрин, канд. техн. наук, доцент

А.Д. Герасименко, аспирант

В.А. Новик, ст. преподаватель

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** Представлены результаты многофакторного эксперимента определяющие технические характеристики ленточной плющилки при плющении пшеницы различной влажности. Факторами были выбраны: зазор между рабочими вальцами (0,6 мм; 1 мм); скорость ленты (3,9 м/с; 7,9 м/с); влажность материала (20%; 34%). Представлены полученные интервалы значений критериев оптимизации при плющении пшеницы: потребляемая мощность,  $N = 0,379 \dots 2,457$  кВт; пропускная способность,  $Q = 0,198 \dots 0,943$  т/ч; энергоёмкость процесса,  $\mathcal{E} = 1,134 \dots 3,848$  кВт·ч/т; удельная энергоёмкость,  $q = 0,762 \dots 2,549$  кВт·ч/(т·ед.ст.пл.); проход через решето  $\varnothing 2,5$  мм,  $\varnothing = 0,2 \dots 1,02$  %; а так же модели регрессии критериев оптимизации.

**Ключевые слова:** плющение влажного зерна, зерно, влажность, энергоёмкость, степень плющения, пропускная способность, многофакторный эксперимент, фактор, критерий оптимизации.

Современные технологии подготовки зерна к скармливанию позволяют повысить эффективность получения готового корма. Такой технологией является плющение, зерно плющат как сухое, так и влажное с внесением консерванта и закладкой на хранение. Сравнительный анализ технологий подготовки зерна к скармливанию показал, что удельных затрат при росте привесов в 1 % среди тепловой обработки наименьшие удельные затраты имеет пропаривание с плющением, среди механической обработки – плющение. [1] Это объясняется тем, что при одинаковой эффективности известных технологий, затраты на подготовку зерна плющением ниже. [2] В процессе плющения максимально разрушается связь оболочки с зерновкой, увеличивается поверхность хлопьев, а разрушение крахмальных зёрен эндосперма придаёт хлопьям пористое строение. Всё это способствует интенсивному проникновению ферментов желудочного сока во внутрь хлопьев, что обеспечивает максимальное переваривание питательных веществ. [3]

На кафедре МЖ и ПСХП Новосибирского ГАУ разработан и запатентован способ производства зерно кормовых смесей для животноводства на ранних стадиях спелости компонентов смеси, когда достигается максимальный биологический урожайность культур. [4] Внедрение предлагаемой технологии не нашло широкого применения из – за отсутствия технических средств для плющения зерновой смеси из различных культур. [5]

В связи с этим на кафедре МЖ и ПСХП НГАУ разработана и запатентована конструктивно – технологическая схема ленточной плющилки для плющения зерновой смеси с большой разницей исходных размеров компонентов смеси при высокой влажности (рис. 1). [6, 7]

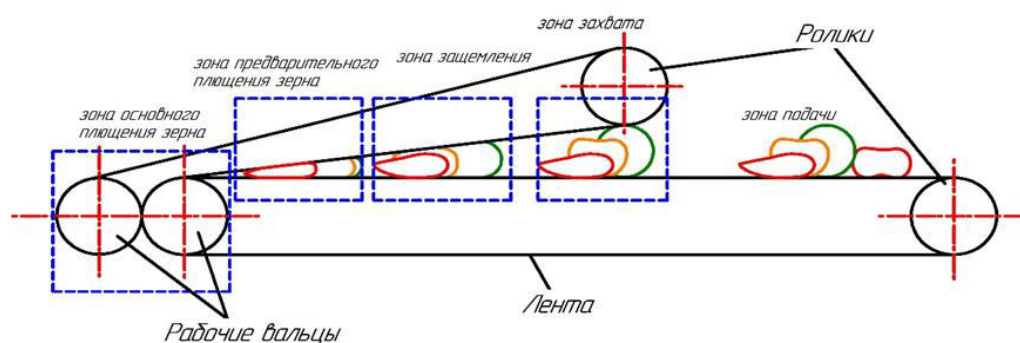


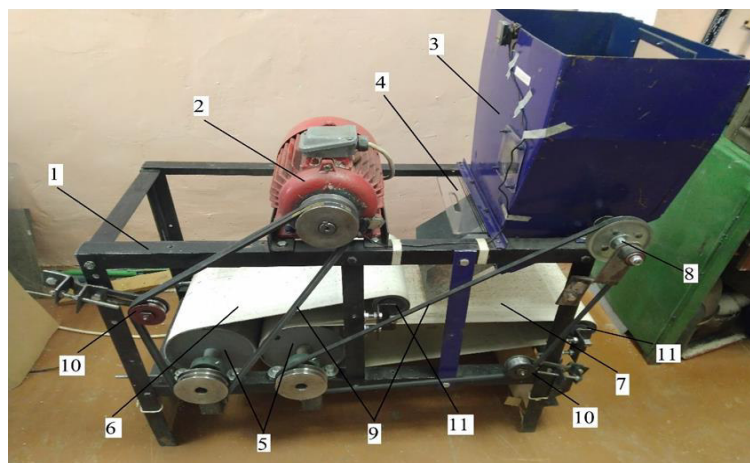
Рисунок 1 - Конструктивно – технологическая схема плющилки для плющения зерновой смеси злаковых и бобовых культур.

Конструктивно – технологическая схема плющилки состоит из двух ленточных транспортеров, двух рабочих валцов и натяжных роликов обеспечивающих создание [8]:

- зоны подачи материала – обеспечивающей выравнивание скорости частиц материала со скоростью рабочих органов, материал подается на горизонтальную ленту, где приобретает скорость лента и обеспечивает равномерную подачу материала в зону захвата;
- зоны захвата – обеспечивающей дифференцированный захват зерновок смеси в зависимости от их размера;
- зоны защемления – обеспечивающей дифференцированный защемление всех компонентов смеси включая самые мелкие зерновки;

- зоны предварительного плющения – обеспечивающей предварительное плющение смеси подготавливая массу к основному плющению;
- зоны основного плющения - обеспечивающей непосредственно основное плющение.

Предлагаемая конструктивно – технологическая схема позволяет обеспечить мягкий режим плющения без ударных воздействий на рабочие органы за счет предварительной зоны плющения, так же конструкция обеспечивает возможность плющения зерна и зерновой смеси в широком диапазоне влажности.



*Рисунок 2 – Общий вид ленточной плющилки для зерновой смеси злаковых и бобовых культур: 1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – приемный бункер; 4 - регулировочная заслонка; 5 – рабочие вальцы; 6 – наклонный транспортер; 7 – горизонтальный транспортер; 8 – ворошитель; 9 - клиноременная передача; 10 – натяжные ролики; 11 – натяжные вальцы.*

Исследования проводились на зерне пшеницы, со средневзвешенным размером по толщине 2,85 мм. Цель исследований, изучение влияния влажности обрабатываемого материала, рабочего зазора и скорость рабочих органов (лент), на рабочий процесс ленточной плющилки, а именно, на пропускную способность, потребляемую мощность и качество готового продукта (хлопьев). Качество хлопьев контролировали величиной крошения, которая регламентируется ТУ 8-22-39-88. Максимально допустимое содержание мучки (проход сита с отверстиями  $\varnothing$  2,50 мм по ГОСТ 214-83) для ячменных хлопьев составляет 6,0 % и перловых – 8,0 % [9].

В качестве факторов были выбраны: зазор между рабочими вальцами; скорость ленты; влажность материала (табл. 1). В качестве критериев оптимизации: потребляемая мощность  $N$  кВт, пропускная способность  $Q$ , т/ч, проход через решета  $\varnothing$  2,5 мм, %, энергоемкость  $\mathcal{E}$ , кВт·ч/т, и удельные энергозатраты  $q$ , кВт·ч/(т·ед.ст.пл.) (табл. 1).

Была реализована матрица полного факторного эксперимента типа  $2^3$  [10], а обработка результатов экспериментальных исследований осуществлялась на персональном компьютере при помощи программы Microsoft Excel.

План эксперимента и результаты наблюдений

Уровни варьирования факторов и номера строк	Факторы			Критерии оптимизации				
	Зазор между вальцами, мм	Скорость ленты, м/с	Влажность, %	Потребляемая мощность при плющении, кВт	Пропускная способность плющилки, т/ч	Энергоемкость, кВт-ч/т	Удельные энергозатраты кВт-ч/(т-ед.ст.пл.)	Проход через решето $\phi$ 2,5 мм, %
	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
верхний (+1)	1	7,9	34					
нижний (-1)	0,6	3,9	20					
1	1	1	1	1,592	0,811	1,963	1,023	0,05
2	-1	1	1	1,774	0,461	3,848	2,549	0,15
3	1	-1	1	0,379	0,198	1,914	1,047	0,1
4	-1	-1	1	0,525	0,302	1,738	1,122	0,15
5	1	1	-1	1,927	1,292	1,492	1,008	0,1
6	-1	1	-1	2,457	0,943	2,606	1,974	0,04
7	1	-1	-1	0,482	0,425	1,134	0,762	0,15
8	-1	-1	-1	0,963	0,583	1,652	1,155	0,1

После реализации матрицы полного факторного эксперимента типа  $2^3$  и обработки результатов экспериментальных исследований нами получены адекватные модели регрессии, описывающие влияние факторов на рабочий процесс:

$$N=1,331-2,483\Delta+0,453V-0,052W+0,061\Delta W-0,004VW; \quad (1)$$

$$Q=1,151-1,499\Delta-0,006V-0,003W+0,3\Delta V-0,004VW; \quad (2)$$

$$\Xi=-2,73+2,811\Delta+0,881V+0,046W-0,83\Delta V; \quad (3)$$

$$q=-0,605+1,882\Delta+0,578V-0,018W-0,633\Delta V+0,003VW; \quad (4)$$

$$\emptyset=-0,252+0,627\Delta-0,025V+0,015W-0,023\Delta V+0,0005VW; \quad (5)$$

На рисунках 3, 4, 5, 6 представлены некоторые результаты.

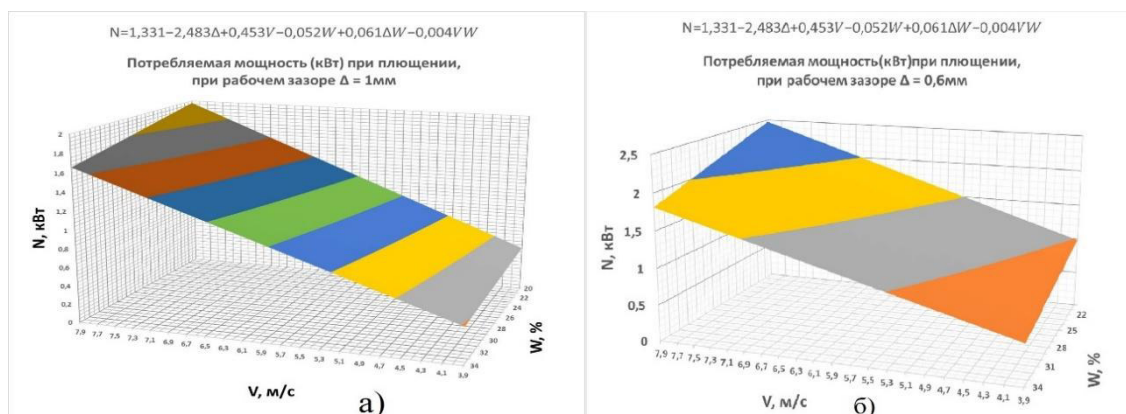


Рисунок 3 – Зависимость потребляемой мощности от скорости рабочих органов, влажности продукта и величины зазора между рабочими органом: а – при рабочем зазоре  $\Delta = 1$  мм; б - при рабочем зазоре  $\Delta = 0,6$  мм.

По данным рисунка 3 (а. б) можно сделать вывод, что при увеличении влажности материала потребляемой мощности затрачиваемая на плющение снижается, это связано с снижением распорных усилий в рабочей зоне между вальцами, за счёт увеличения пластичности влажного зерна.

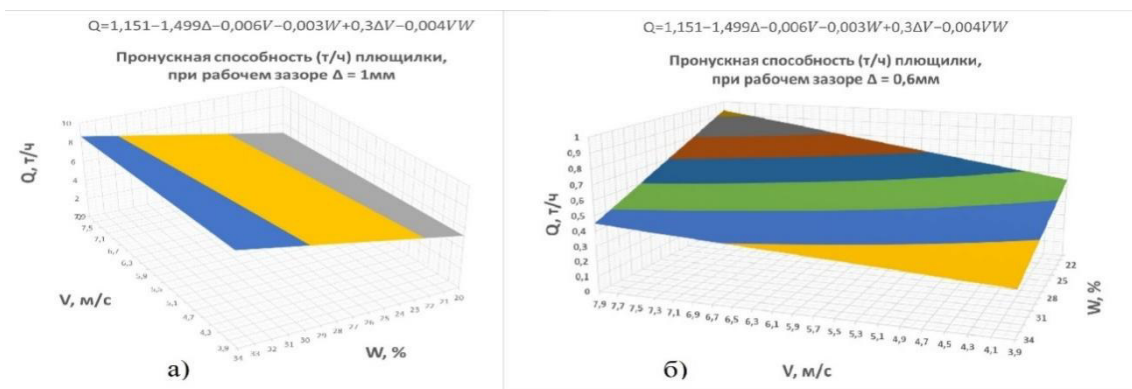


Рисунок 4 – Зависимость пропускной способности от скорости рабочих органов, влажности продукта и величины зазора между рабочими органом: а – при рабочем зазоре  $\Delta = 1$  мм; б - при рабочем зазоре  $\Delta = 0,6$  мм.

Из полученных данных (рис. 4; а, б) видно, что при минимальном рабочем зазоре с увеличением влажности материала пропускная способность снижается, это связано с снижением величины объемной масса материала.

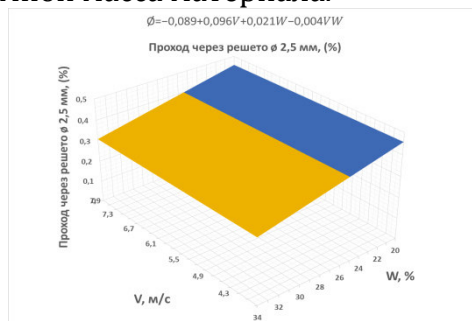


Рисунок 5 – Зависимость прохода через решето  $\varnothing 2,5$  мм от скорости рабочих органов, влажности продукта.

По данным рисунка (рис. 5) видно, что с увеличением влажности материала величина образующейся крошки снижается, это объясняется увеличения пластичности влажного влажностью и мягким режимам плющения.

В результате проведенных исследований получены модели регрессии, с помощью которых можно рассчитать основные технические характеристики ленточной плющилки, в любом диапазоне варьирования представленных факторов для  $2^3$  уравнений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Производство зернокармальных смесей в условиях Сибири / П. А. Патрин, А. Ф. Кондратов, Е. А. Пшенов, Д. С. Рудаков // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 1(248). – С. 23-29. – EDN VRCQUX.
2. Ревякин, Е. Л. Опыт освоения современных технологий и оборудования для внутрихозяйственных комбикормовых предприятий / Е. Л. Ревякин, В. И. Пахомов; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса; Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – Москва: Росинформагротех, 2007. – 127 с. – EDN QNH BUR.

3. Пристач Н. В. Плющить нельзя дробить // Журнал Агробизнес. - 2011. - №5(10). - С.47.
4. Патент № 2490860 С1 Российская Федерация, МПК А01D 91/00, А01F 25/00, А23К 1/14. Способ производства зернокармальных смесей для животноводства: № 2011151593/13: заявл. 16.12.2011 : опубл. 27.08.2013 / П. А. Патрин, Д. С. Рудаков, А. Ф. Кондратов, В. С. Поликарпов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Новосибирский государственный аграрный университет. – EDN GKVLJL.
5. Рудаков Д.С. Теоретические предпосылки к разработке конструкции плющилки зерновой смеси высокой влажности / Молодежь. Наука. Технологии: сборник научных трудов Международной научно - технической конференции студентов и молодых ученых.: Изд - во НГТУ, - 2017. – С. 83 – 86.
6. Патрин, П. А. Установка для плющения зерновой смеси высокой влажности / П. А. Патрин, Д. С. Рудаков // Теория и практика современной аграрной науки: сборник национальной (Всероссийской) научной конференции, Новосибирск, 20 февраля 2018 года / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2018. – С. 211-215. – EDN YULOXO.
7. Патент № 2655742 С1 Российская Федерация, МПК В02С 4/06. Способ плющения фуражного зерна из зерновых смесей и устройство для его осуществления: № 2017108358: заявл. 13.03.2017: опубл. 29.05.2018 / П. А. Патрин, Д. С. Рудаков, И. П. Патрин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Новосибирский государственный аграрный университет". – EDN VCCEZM.
8. Патрин, П. А. Установка для плющения зерновой смеси высокой влажности / П. А. Патрин, Д. С. Рудаков // Теория и практика современной аграрной науки: сборник национальной (Всероссийской) научной конференции, Новосибирск, 20 февраля 2018 года / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2018. – С. 211-215. – EDN YULOXO.
9. Мельников Е., Ильницкая О. МГУПП. Комбинированные зерновые хлопья // Хлебопродукты. 2002.№ 10. С. 18–19.
10. Бродский В. З. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей (справочное издание) / В. З. Бродский, Л. И. Бродский, Т. И. Голикова, Е. П. Никитина, Л. А. Панченко. М., «Металлургия», 1982, 752 с.

УДК 621.926

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПО ГОРИЗОНТАЛЬНОМУ ШНЕКУ В ПНЕВМАТИЧЕСКОМ СЕПАРАТОРЕ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ**

А.И. Голиков, аспирант

А.А. Мезенов, канд.техн. наук, доцент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

**Аннотация.** В статье рассмотрены теоретические исследования воздушного потока в пневмосепараторе молотковой дробилки. С использованием программы SolidWorks исследованы закономерности изменения скорости воздушного потока с изменением количества витков рабочего органа.

**Ключевые слова:** молотковая дробилка, пневмосепаратор, винтовой рабочий орган, воздушный поток, скорость воздушного потока, полное давление.

Актуальной задачей в теории и практики приготовления комбикормов является повышение эффективности очистки зерна от минеральных, металломагнитных и легких примесей. В настоящее время практически во всех технических отраслях используется энергия жидкостных или газовых потоков, когда жидкости и газы служат рабочим телом. И во многом от расчетов движения жидкости (газа) по трубам в различных аппаратах зависит их (аппаратов) работоспособность [1].

Для изучения характера движения воздушного потока, определения аэродинамических характеристик и оптимизации процесса очистки зерна был разработан экспериментальный образец пневмосепаратора, общий вид которого представлен на рисунке 1.

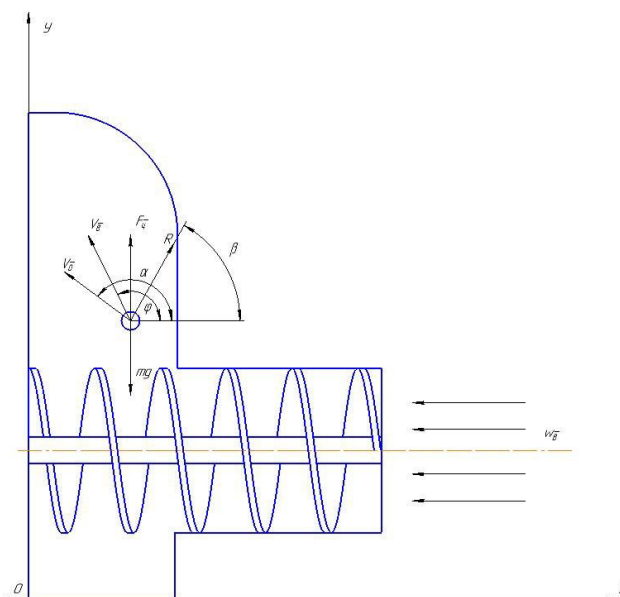


Рисунок 1 - Общий вид пневмосепаратора молотковой дробилки

Очистка фуражного зерна от крупных и мелких примесей в пневмосепараторе происходит под действием гравитационных, аэродинамических сил, сил инерции. Сначала воздушно-продуктовый поток попадает в сепарирующий канал по перьям шнека, где дополнительно на поток действует центробежная сила, которая расслаивает поток на фракции: тяжелые частицы относятся к стенкам канала, а легкие примеси и продукт относятся ближе к центру шнека. Далее материал поступает на сепарирующую решетку, на которой происходит выделение мелких примесей [2].

Частица воздушного потока массой  $m$  движется во всасывающем воздушном потоке. В сепарирующем канале на частицу действуют сила аэродинамического сопротивления  $R$ , гравитационная сила  $mg$ , а также центробежная сила  $F_c$ , имея абсолютную скорость частицы  $V_0$  под действием скорости воздуха  $V_b$  [2]. Во время движения частицы направление действия силы тяжести остается неизменным, в то время как направление силы сопротивления действию воздушного потока постоянно меняется [3].

Векторное дифференциальное уравнение движения материальной точки можно выразить в виде:

$$m \cdot \vec{W} = \vec{R} + \vec{G} + \vec{F}_c \quad (1)$$

Для изучения закономерностей движения частиц пневмосепаратор был разделен на 2 зоны очистки зерна. Первый участок – пневмосепарирующий канал с винтовым рабочим органом, второй участок - для изучения восходящих и нисходящих воздушных потоков.

Использована программа «SolidWorks» и приняты следующие параметры: длина шнека 0,22 метра с учетом длины патрубка (0,062 метра); диаметр 0,06 метра; шаг винта 0,04, 0,06, 0,08 метра, количество витков 3, 4, 6. Поставлены граничные условия: на входном патрубке  $V_v$  – скорость воздуха 20 м/с; на выходном патрубке установлено  $p_{атм}$  – атмосферное давление  $10^5$  Па. Вектор силы тяжести направлен по оси Z вниз. На основании общепринятых методик изучения движения воздушных потоков в качестве основной среды был выбран идеальный несжимаемый газ при температуре 20 °С [3].

Для определения потерь давления в канале воздушно-шнекового сепаратора было проведено компьютерное моделирование движения воздушного потока в сепараторе посредством программного продукта SolidWorks2020 (рис. 2). Моделирование воздушного потока проводится без учета влияния зернового вороха.

В результате компьютерного моделирования определена траектория движения воздушного потока по винтовой траектории.

В результате моделирования при 4 витках определен градиент изменения давления (а), скорость воздушного потока (б), в воздушно-шнековом сепараторе. Графическая интерпретация представлена на рисунке 3.

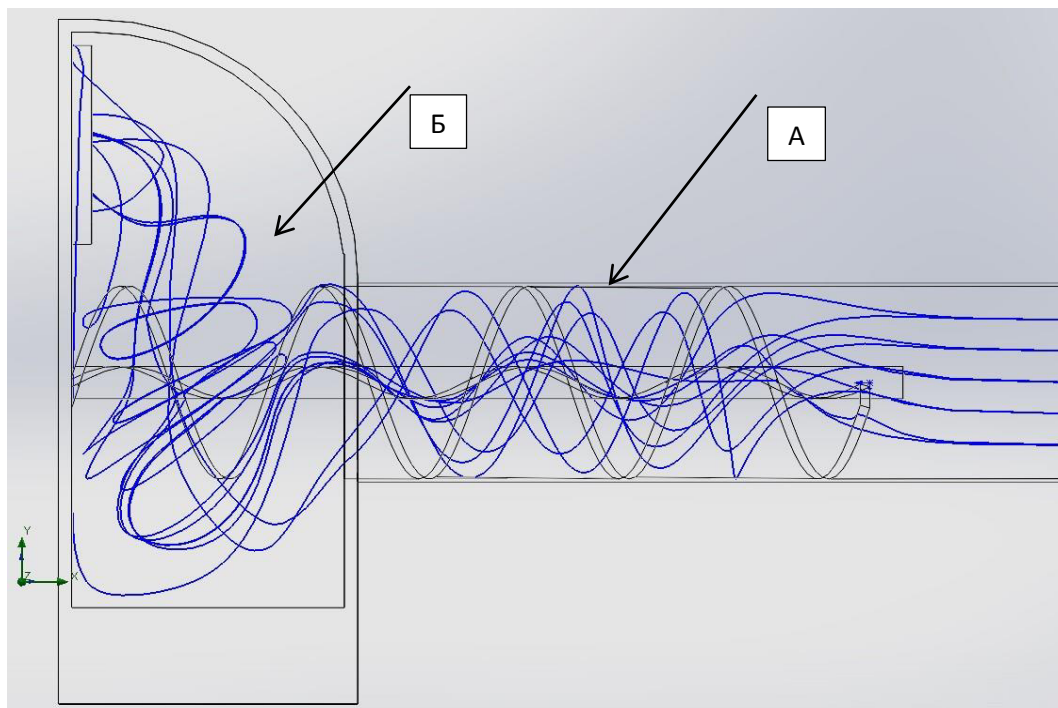
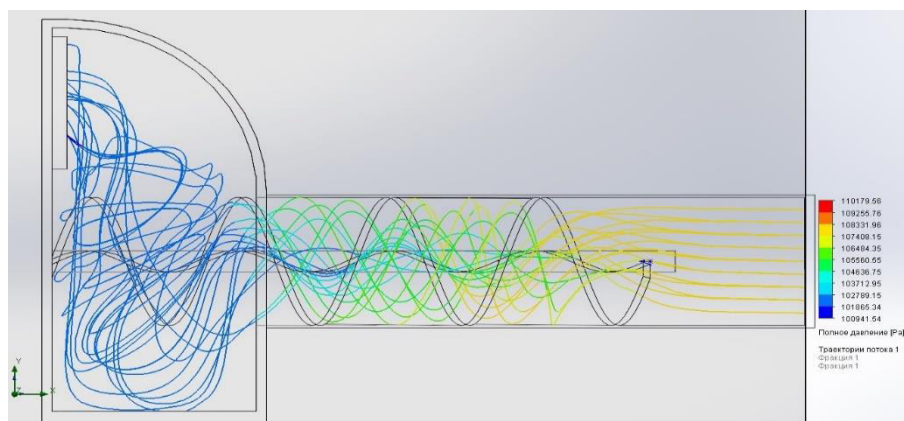
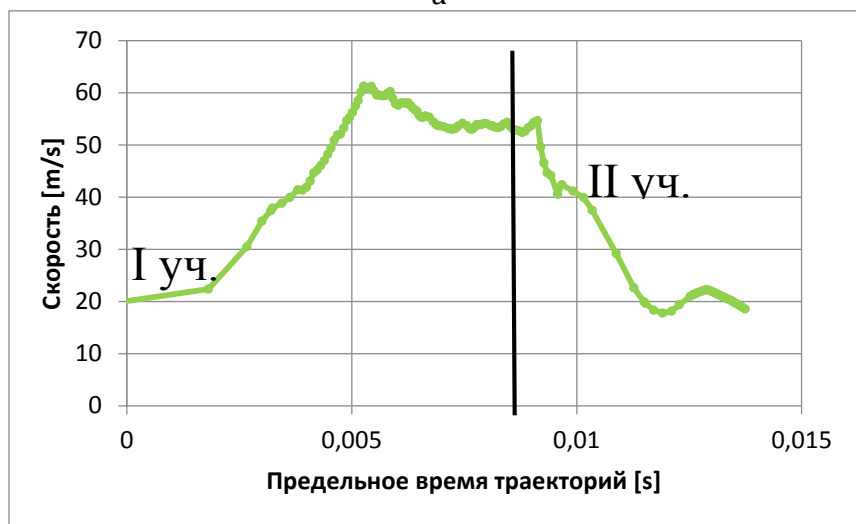


Рисунок 2 – Модель пневмосепаратора в программном продукте SolidWorks2020:

А – 1 участок, Б – 2 участок



а



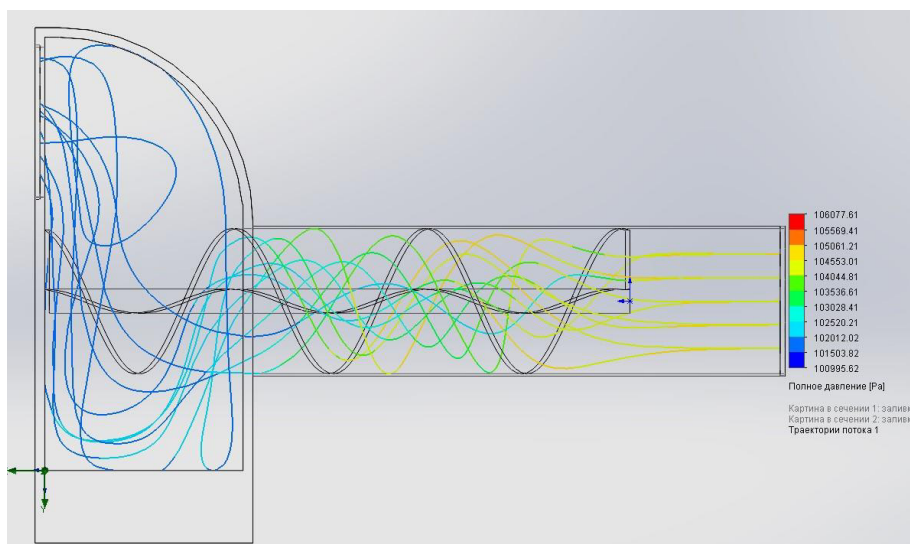
б

Рисунок 3 – Градиент изменения давления, Па(а), скорости воздушного потока, м/с(б)

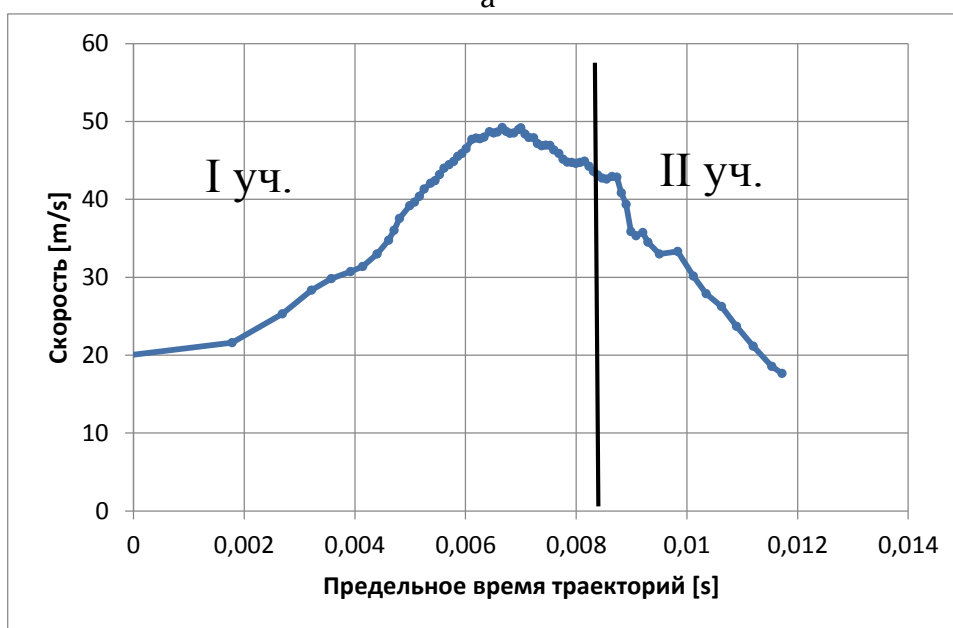
Выявлено, что давление изменяется в зависимости от удаления от оси воздушно-шнекового сепаратора. Давление принимает максимальное значение, равное 110131,77 Па, у внешних стенок корпуса и минимальное, равное 103236,71 Па, у оси сепаратора. На основе графика можно сказать, что при на I участке скорость воздушного потока при движении по винтовой траектории возрастает до 65,937 м/с. Скорость воздушного потока на I участке равна 59-53 м/с. При достижении II участка скорость падает с 53 м/с до 18 м/с. Однако, скорость возрастает до 22 м/с у выходного патрубка пневмосепаратора.

В результате моделирования при 3 витках определен градиент изменения давления (а), скорость воздушного потока (б), в воздушно-шнековом сепараторе. Графическая интерпретация представлена на рисунке 4.

Выявлено, что давление изменяется в зависимости от удаления от оси воздушно-шнекового сепаратора. Давление принимает максимальное значение равное 106077,61 Па у внешних стенок корпуса и давление у оси шнека, равное 102520,21 Па. На основе графика можно сказать, что при на I участке скорость воздушного потока при движении по винтовой траектории возрастает до 49 м/с. Скорость воздушного потока на I участке равна 49-42 м/с. При достижении II участка скорость падает с 42 м/с до 18 м/с. Однако, скорость возрастает до 22 м/с у выходного патрубка пневмосепаратора.



а

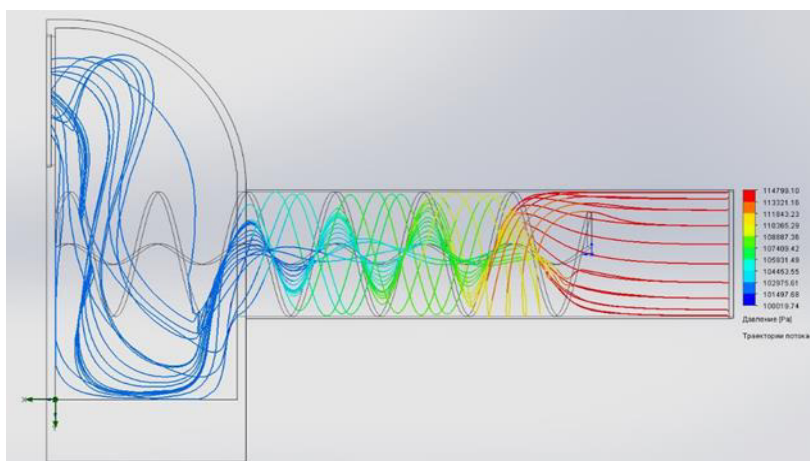


б

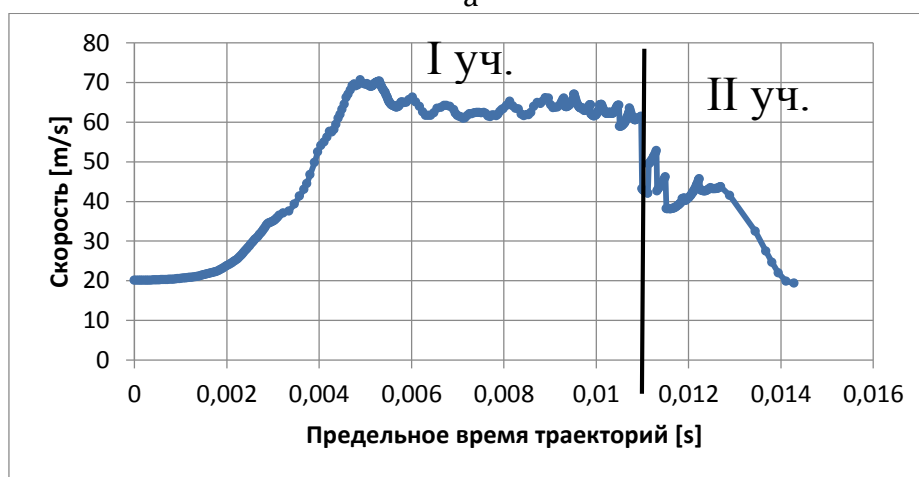
Рисунок 4 – Градиент изменения давления, Па(а), скорости воздушного потока, м/с(б)

В результате моделирования при 6 витках определен градиент изменения давления (а), скорость воздушного потока (б), в воздушно-шнековом сепараторе. Графическая интерпретация представлена на рисунке 5.

Выявлено, что давление изменяется в зависимости от удаления от оси воздушно-шнекового сепаратора. Давление принимает максимальное значение равное 117180,61 Па у внешних стенок корпуса и давление у оси шнека, равное 110316,26 Па. На основе графика можно сказать, что при на I участке скорость воздушного потока при движении по винтовой траектории возрастает до 71 м/с. Скорость воздушного потока на I участке равна 70-60 м/с. При достижении II участка скорость падает с 60 м/с до 42 м/с. Однако, значение скорости при приближении к выходному патрубку пневмосепаратора равна 20 м/с.



а



б

Рисунок 5 – Градиент изменения давления, Па(а), скорости воздушного потока, м/с(б)

На основе полученных теоретических данных можно сделать вывод, что присутствует закономерность изменения скорости воздушного потока и также изменения давления от количества витков шнека. При увеличении витков шнека от 3 до 6, происходило повышение давления с 106077,61 Па (при 3 витках) и 117180,61 Па (при 6 витках). Скорость воздушного потока также изменилась с 49 м/с до 71 м/с при 3 и 6 витках соответственно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кольга Д.Ф. Машины и оборудование в животноводстве: учеб. пособие/ Д.Ф. Кольга. - Минск : РИПО. - 2020. - 310 с
2. Черняев Н. П. Технология комбикормового производства. – М.: Агропромиздат, 2015. – 256 с.
3. SolidWorks Flow Simulation 2012 Tutorial / Dassault Systemes SolidWorks Corporation 2012. 266 p.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПО ВИНТОВОМУ РАБОЧЕМУ ОРГАНУ В КОЛОННЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВ

А.А. Голикова, аспирант

А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет

**Аннотация.** В статье рассмотрены теоретические исследования движения воздушного потока в колонне охлаждения по винтовому рабочему органу. С использованием программы SolidWorks исследованы закономерности изменения скорости воздушного потока с изменением количества витков рабочего органа.

**Ключевые слова:** колонна охлаждения, воздушный поток, винтовой рабочий орган, скорость воздушного потока, завихренность воздушного потока.

Повышение эффективности сушки и охлаждения гранулированных комбикормов с использованием воздуха является актуальной задачей в теории и практике комбикормовой промышленности. В последнее время всё большее внимание в этой области уделяется нетрадиционным методам и средствам сушки и охлаждения гранул [1]. К ним можно отнести использование инфракрасного излучения, взаимного теплообмена, создание центробежной силы с использованием воздуха для усиления эффекта сушки и охлаждения и ряд других способов [2].

Для изучения характера движения воздушного потока, определения аэродинамических характеристик и оптимизации процесса сушки гранул был разработан экспериментальный образец колонны охлаждения, общий вид которой представлен на рисунке 1.

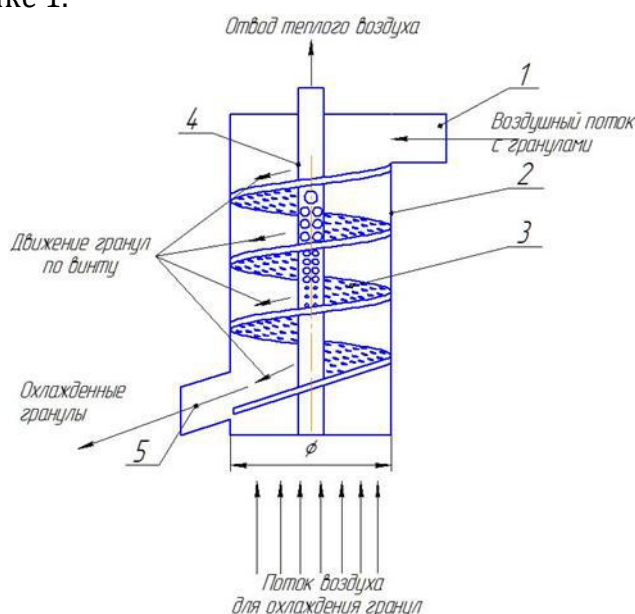


Рисунок 1 – Пневматическая колонна охлаждения

1 – загрузочный патрубок; 2 – корпус колонны охлаждения; 3 – перфорированный шнек; 4 – перфорированная труба; 5 – выходной патрубок.

Пневматическая колонна охлаждения гранулированных кормов, содержащая корпус колонны охлаждения в виде цилиндра, загрузочный патрубок, вентилятор, выходной патрубок, отличающаяся тем, что в корпусе колонны охлаждения установлен перфорированный шнек, по которому движутся горячие гранулы в псевдоожиженном

состоянии с воздушным потоком пневмотранспортера и восходящим потоком воздуха вентилятора. для отвода теплого воздуха установлена перфорированная труба, диаметр отверстий которой увеличивается от 1мм до 5мм с середины и до верхней части.

Частица потока гранул массой  $m$  движется во всасывающем воздушном потоке. В канале охлаждения на частицу действуют сила аэродинамического сопротивления  $R$ , гравитационная сила  $mg$ , а также присутствует центробежная сила  $F_{ц}$ . Гравитационная сила частицы остается неизменной, при движении по винтовому каналу охлаждения. Однако аэродинамическая и центробежная силы меняют свой вектор.

Векторное дифференциальное уравнение движения материальной точки можно выразить в виде:

$$m * \vec{a} = R + G + F_{ц} \quad (1)$$

Для изучения движения частиц в пневматической колонне охлаждения с винтовым рабочим органом использована программа «SolidWorks», а также заданы граничные условия симуляции и смоделирована колонна охлаждения, представляющая из себя шнек диаметром 300 мм в вертикальном цилиндрическом корпусе, входящий и выходящий патрубки. На основании общепринятых методик изучения движения воздушных потоков в качестве основной среды был выбран идеальный несжимаемый газ при температуре 20 °С. Для исследования приняты следующие параметры:  $t$  – шаг шнека 70, 95, 120мм, количество витков 3, 4, 5. Поставлены граничные условия: на входном патрубке  $V_{в}$  – скорость воздуха 20 м/с; на выходном патрубке установлено  $p_{атм}$  – атмосферное давление 10<sup>5</sup>Па. Вектор силы тяжести направлен по оси  $Z$  вниз [3]. В результате компьютерного моделирования определена траектория движения воздушного потока по винтовой траектории (рис. 2).

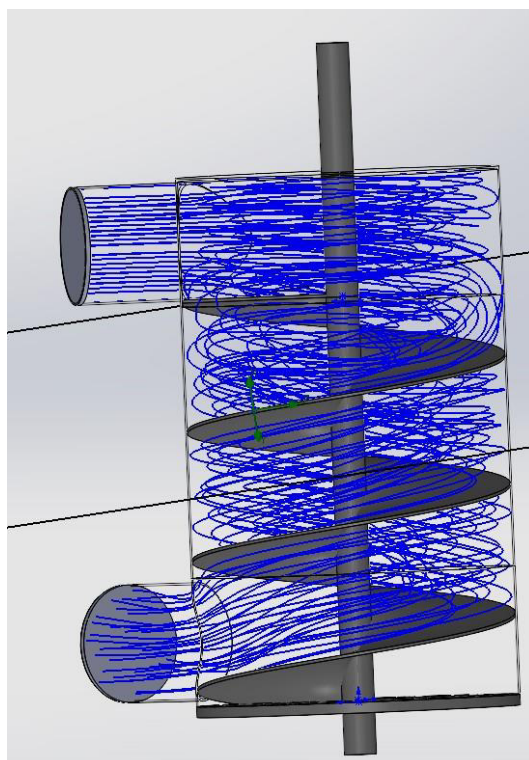


Рисунок 2 – Модель движения воздушного потока в колонне охлаждения (3 витка)

Анализируя рисунок, можно сделать вывод, что частицы попадая в камеру охлаждения и сушки, принимают модель движения по винтовой траектории. На основе моделирования построен график изменения скорости в камере охлаждения (рис. 3).

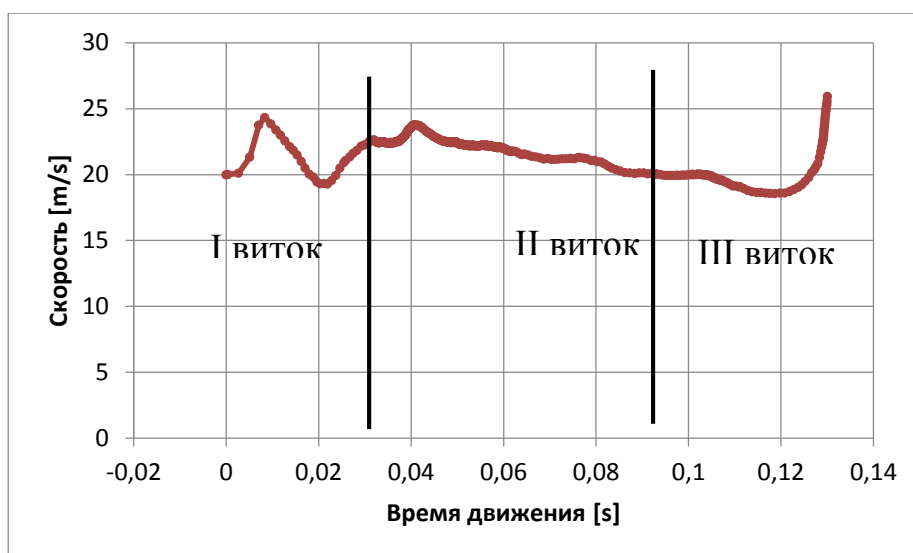


Рисунок 3 – График изменения скорости движения воздушного потока (3 витка)

Как видно из графика, воздушный поток при входе в камеру охлаждения получает ускорение до 24,34 м/с. На I витке происходит разгон до 24 м/с, на II витке скорость держит значение 21 м/с, на III витке скорость падает до 19 м/с. Пик скорости в 26 м/с достигается за счет попадания воздушного потока в выходящий патрубок.

На рисунке 4 показаны траектории движения воздушного потока с 4 витками рабочего органа.

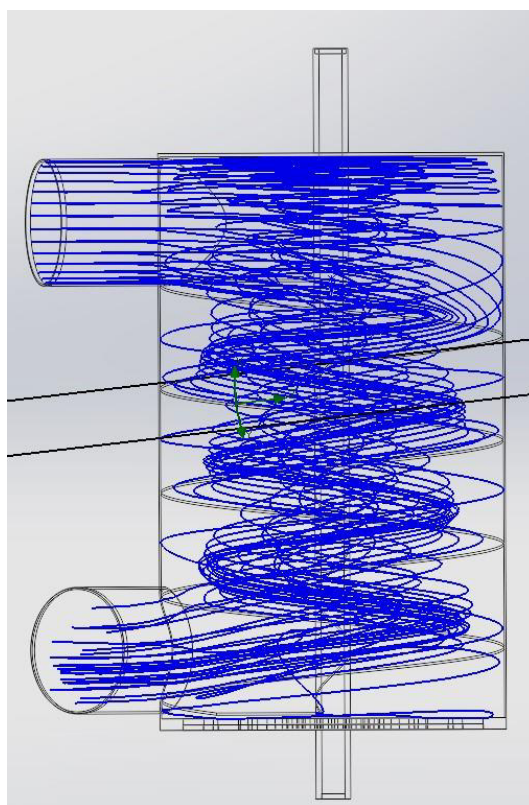


Рисунок 4 - Модель движения воздушного потока в колонне охлаждения (4 витка)

Анализируя рисунок, можно сделать вывод, что частицы попадая в камеру охлаждения и сушки, принимают модель движения по винтовой траектории. Однако при данных параметрах возникает закрученный поток у оси шнека. На основе моделирования построен график изменения скорости в камере охлаждения (рис. 5).

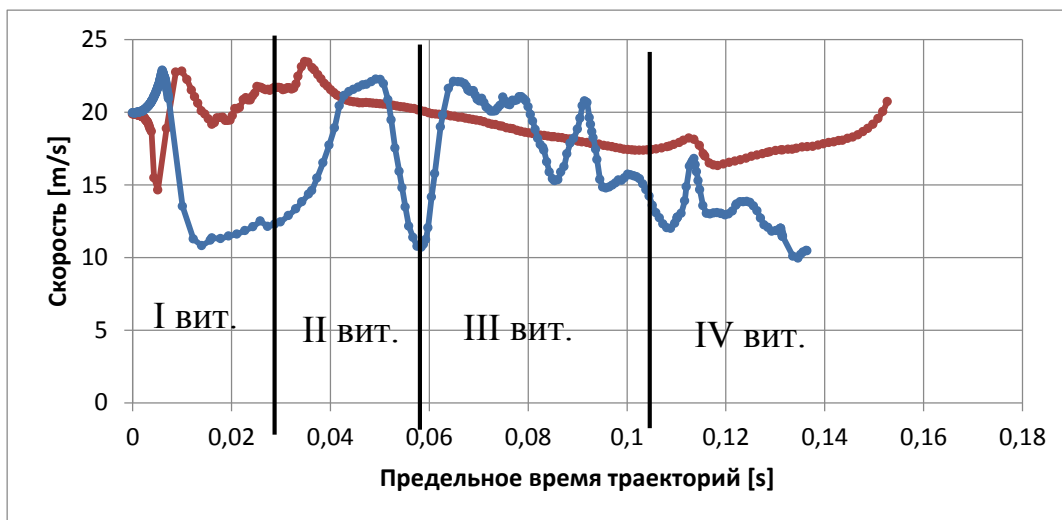


Рисунок 5 – График изменения скорости воздушного потока (4 витка)

Красный график показывает движение воздушного потока по винтовой линии вдоль оси шнека. Скорость при попадании в камеру охлаждения на I виток резко замедляется до 14,8 м/с, а при движении ближе к оси скорость повышается до 23 м/с. На II витке скорость усредняется и равна 20,4 м/с – 18,3 м/с. На III витке скорость равна 18,3 м/с – 16 м/с. На IV витке скорость повышается до 20,9 м/с и выводится через выходной патрубок.

На синем графике видно, что движение осуществляется по внешнему перу шнека I витка и тоже падает до 11 м/с, а непосредственно при движении по шнеку поток разгоняется до 22 м/с. На II витке скорость падает до 12 м/с и повышается до 20,5 м/с. На III витке скорость в среднем выравнивается до 16 м/с. На IV витке скорость повышается до 20 м/с и выводится через выходной патрубок. Оба графика показывают, что при приближении к выходному патрубку колонны охлаждения скорость падает.

На рисунке 6 показаны траектории движения воздушного потока с 4 витками рабочего органа.

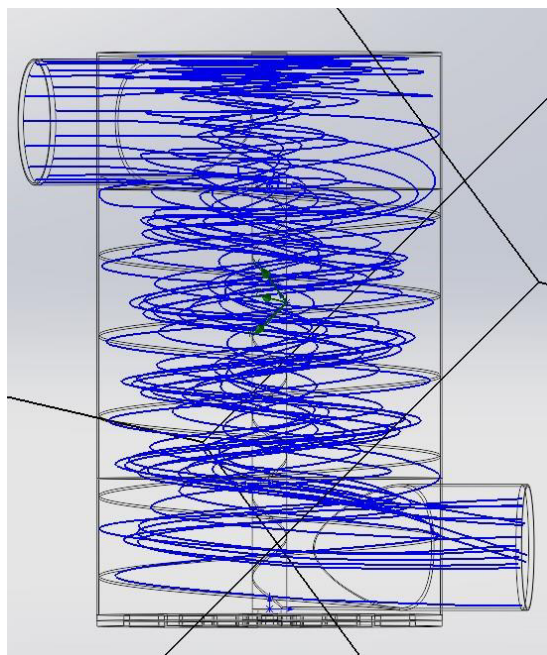


Рисунок 6 - Модель движения воздушного потока в колонне охлаждения (5 витков)

Анализируя рисунок, можно сделать вывод, что частицы попадая в камеру охлаждения и сушки, принимают модель движения по винтовой траектории. Однако при данных параметрах возникает закрученный поток у оси шнека. На основе моделирования построен график изменения скорости в камере охлаждения (рис. 7).

Красный график показывает движение воздушного потока по винтовой линии вдоль оси шнека. Скорость при попадании в камеру охлаждения на I виток резко замедляется до 12,4 м/с, а при движении ближе к оси скорость повышается до 25 м/с. На II витке скорость усредняется и равна 23,4 м/с – 24.7 м/с. На III витке скорость равна 26,5 м/с – 22 м/с. На IV витке скорость равна 22,2 м/с. На V витке скорость повышается до 24 м/с и выводится через выходной патрубков.

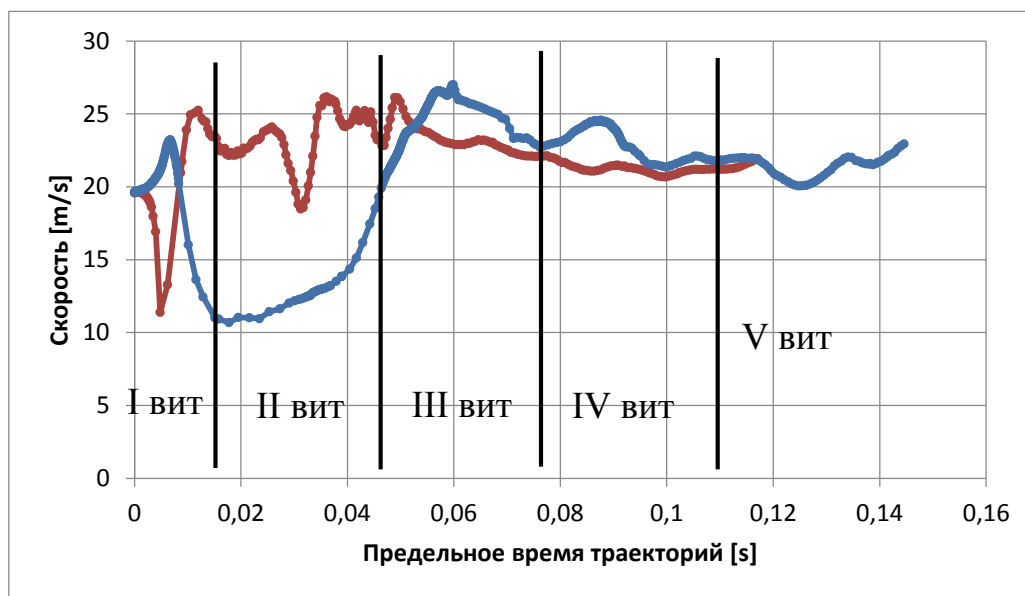


Рисунок 7 – График изменения скорости воздушного потока (5 витков)

На синем графике видно, что движение осуществляется по внешнему перу шнека I витка скорость повышается до 24 м/с и падает до 11 м/с, На II витке скорость падает до 12 м/с и повышается до 21 м/с. На III витке скорость в среднем выравнивается до 23 м/с. На IV витке скорость повышается до 24,8 м/с. На V витке скорость падает до 20 м/с и выводится через выходной патрубков.

Оба графика показывают, что при приближении к выходному патрубку колонны охлаждения скорость падает.

На основе полученных теоретических данных можно сделать вывод, что присутствует закономерность изменения скорости воздушного потока. Однако при данных конструктивных параметрах колонны охлаждения появляется центральная завихренность воздушного потока. С повышением количество витков шнека с 3 до 5: скорость воздушного потока понизилась с 26 до 24 м/с.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коломейченко, В. В. Кормопроизводство. Учебник / В.В. Коломейченко. – М.: Лань, 2015. – 660 с.
2. Пахомов В.И. Технологии и оборудование для производства комбикормов и премиксов: учеб. пособие / В.И. Пахомов, Д.В. Рудой, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников, А.В. Ольшевская; Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону: ДГТУ. – 2019. – 228 с.
3. SolidWorks Flow Simulation 2012 Tutorial / Dassault Systemes SolidWorks Corporation 2012. 266 p.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАКРАСНОЙ СУШИЛКИ.

А.А. Мезенов, канд. тех. наук, доцент

Д.А. Кулешов

К.В. Евсюкова, студент

*Новосибирский государственный аграрный университет*

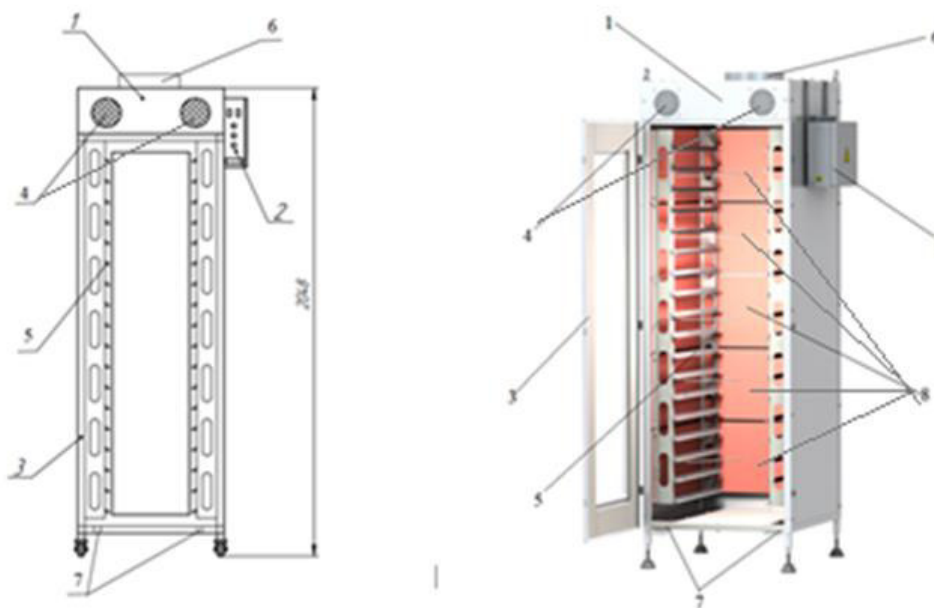
**Аннотация.** В статье рассмотрена универсальная инфракрасная многоярусная шкафная сушилка. Рассмотрены три режима инфракрасной сушки

**Ключевые слова.** Инфракрасная сушка, сельскохозяйственные продукты, универсальный инфракрасный сушильный шкаф.

Сушка – это сложный технологический тепло-массообменный процесс, который при переработки сельскохозяйственной продукции должен обеспечить не только сохранение ряда врожденных свойств материала, но и улучшение этих свойств.

Имеется широкий ассортимент сельскохозяйственных продуктов подвергающихся технологической операции – сушки: мясо, рыба, овощи, фрукты, зелень, грибы, ягоды и др. Привело к появлению большого разнообразия конструкций сушильных установок: шкафные многоярусные, карусельные, туннельные, конвейерные, шахтные.

Из такого большого выбора сушилок наибольшее распространение получили шкафные многоярусные инфракрасные сушилки (рисунок 1), которые используются для сушки овощей, мясных продуктов и макаронных изделий.



*Рисунок 1. Лабораторная установка*

*1 – универсальная электрическая инфракрасная шкафная многоярусная сушилка; 2 – блок управления; 3 – дверь; 4 – вентилятор; 5 – рельсы; 6 – верхняя заслонка; 7 – нижние заслонки; 8 – инфракрасные излучатели.*

Сушилка состоит из каркаса 1, обшитого листовым металлом. Дверь сушилки 3 имеет уплотнение по всему периметру. В дне камеры расположены 11 пар заслонок – 7 для поступления воздуха в сушилку. В потолке камеры установлены два вентилятора – 4, при помощи которого удаляется воздушная смесь через заслонку – 6. Внутри сушилки расположены 18 рельс – 5, для размещения лотков с продукцией. Нагрев внутри

происходит при помощи инфракрасных излучателей (ИК), которые расположены по 5 штук с каждой стороны.

Так же внутри установлены пять датчиков температуры DS18B20, расположенные около каждого ИК излучателя.

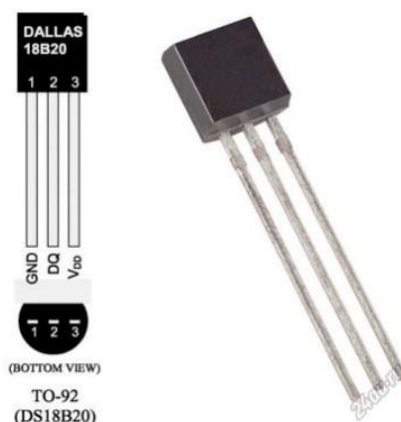


Рисунок 2. Датчик температуры DS18B20

Диапазон  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а также обладает программируемой уникальной точностью (до 12 бит).

И два датчика влажности DHT-21, который установлен на потолке сушилки, около вентиляторов – 4.



Рисунок 3. Датчик влажности DHT-21.

Универсальная инфракрасная шкафная сушилка имеет три режима:

1. Инфракрасная сушка
2. Инфракрасная сушка с включёнными вентиляторами
3. Инфракрасная сушка с включенными вентиляторами и подсосом воздуха.

Первый эксперимент проводился в первом режиме (инфракрасная сушка).

Подготовка к эксперименту проводилась каждый раз одинаково.

Программа для эксперимента:

```
Heater_PVM
begin
vent=12600
lamp1=1
lamp2=0
lamp3=0
SD_Time_Save=300
```

```

temper_min=70
temper_max=71
Time_On=12600
delay(12600)
lamp1=0
lamp3=1
end

```

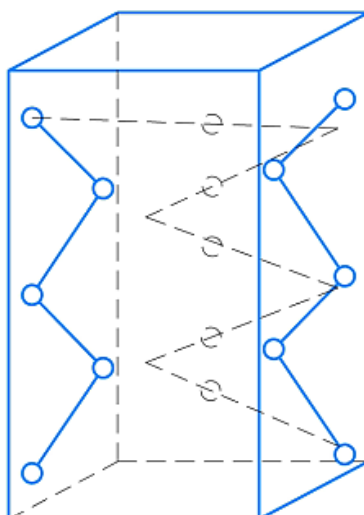
В программе устанавливается минимальная и максимальная температура 70 и 71°C соответственно. Вентиляторы выключены, заслонки закрыты. Эксперимент длится 3,5 часа.

Дополнительно устанавливаем датчики температуры VM1707, которые размещаем по всему объему сушилки и подключаем к ноутбуку, данные передаются при помощи USB.



*Рисунок 4. USB накопитель программы VM1707*

Датчики расположены как на рисунке 5:



*Рисунок 5. Размещение датчиков VM1707 в сушилке.*

Каждые 15 минут производили замер температуры внутри камеры с помощью программы VM1707, которая при помощи USB передавала данные на компьютер.

Таблице1 – Результаты измерений

Таблица

Название	Результаты
Датчик 1	68
Датчик 2	74,5
Датчик 3	68,5
Датчик 4	67
Датчик 5	46,5
Датчик 6	40,5
Датчик 7	69,5
Датчик 8	61,5
Датчик 9	68,5
Датчик 10	72
Датчик 11	69,5
Датчик 12	73,5
Датчик 13	57
Датчик 14	71

Проведя эксперимент, составили диаграмму изменения температуры по всему объему сушилки, по которой можно сделать вывод.

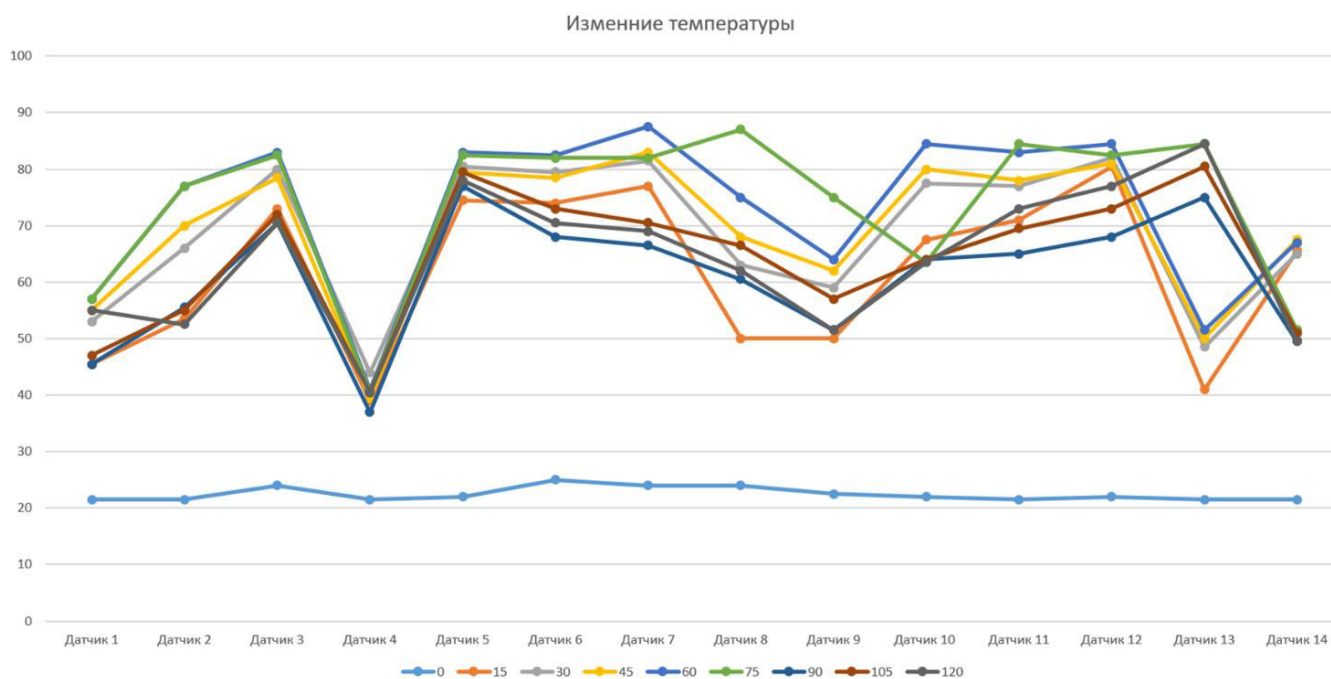


Рисунок 4. Диаграмма измерения температуры внутри сушилки при инфракрасной сушке.

Вывод. После проведенного эксперимента в первом режиме (инфракрасная сушка), потеря массы составила 65%.

По диаграмме видно, что температура внутри камеры распределяется неравномерно. Около двери температура меньше, чем температура около инфракрасных излучателей. Таким образом, можно сделать вывод, что куриные чипсы сушатся неравномерно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968 – 472 с.

2. Завалий А. А., Лаго Л. А. Исследование равномерности процесса инфракрасной сушки растительного сырья в многоярусном шкафом устройстве № 17 (180), 2019 Агропромышленная инженерия.
3. Евсюкова К.В. ОБЗОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ШКАФНЫХ МНОГОЯРУСНЫХ СУШИЛОК ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ/К.В. Евсюкова, А.А. Мезенов , Д.А. Кулешов// Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник VII Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием (г. Новосибирск, 20 декабря 2022 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 320 -323.

## Содержание

### *Современные технические решения переработки сельскохозяйственной продукции*

<b>Бабицкая К.В., Пшенов Е.А.</b> ОБСЛУЖИВАНИЕ ЛИНИИ УПАКОВКИ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ В МОДИФИЦИРОВАННУЮ ГАЗОВУЮ СРЕДУ	3
<b>Годорожа В.А., Пшенов Е.А.</b> АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ «ТЕФТЕЛИ»	7
<b>Жданова В.Ф., Охременко А.Д., Пшенов Е.А.</b> СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИНОГРАДНЫХ ВИН	11
<b>Немчанина А.С., Мезенов А.А.</b> ОБЗОР МАШИН ДЛЯ РЕЗКИ КУРИНЫХ ЛАП	17
<b>Овечкина Т. Ю., Пшенов Е.А.</b> ОБЗОР МАШИН ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ КОРОБОК	20
<b>Попова Т.В., Мезенов А.А.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СТАНДАРТНОГО И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ГРЕБНЕОТДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ ВИНОГРАДА	24
<b>Приступа Д.Г., Туров А.К.</b> АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАПСОВОГО МАСЛА	29
<b>Сапай Ю.А., Пшенов Е.А.</b> АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ РОЗЛИВА И УПАКОВКИ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ	34
<b>Томкус И.И., Мезенов А.А.</b> АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ РАЗБИВАНИЯ ЯИЦ	38
<b>Карченкова К.Ю., Мезенов А.А.</b> АНАЛИЗ УПАКОВОЧНЫХ МАШИН	42
<b>Янцер А.Е., Туров А.К.</b> АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИНИИ ДОЗИРОВАНИЯ ЛАВРОВОГО ЛИСТА	44
<b>Промская К. А., Туров А.К.</b> АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕМНОГО ДОЗАТОРА	49
<b>Проскуряков Г.Д., Каликин П.С., Диденко А.А.</b> АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ ТУШКИ ЦЫПЛЕНКА	52
<b>Шаркова А. Е., Мезенов А.А.</b> АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ И УПАКОВКИ ЗАМОРОЖЕННЫХ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ	56
<b>Хорошилова Е.М., Мезенов А.А.</b> АВТОМАТИЧЕСКИЕ УКЛАДЧИКИ ХИНКАЛЕЙ НА ПОДНОСЫ	60

### *Современные технологии и средства механизации животноводства*

<b>Коваленко Д.А., Христенко А.Г.</b> АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ МОЛОЧНЫХ ТАКСИ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ МОЛОКА ТЕЛЯТАМ	64
<b>Бабкин М.Н., Кисапов П.Ю., Христенко А.Г.</b> АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ СДВИГАНИЯ КОРМОВ В ЗОНУ ПОЕДАНИЯ	67
<b>Михайлова Е.Е., Пшенов Е.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРОПИТАТЕЛЕЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ	70

*Актуальные вопросы применения робототехнических средств*

<b>Червяков И.Р., Мезенов А.А.</b> АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ РОБОТА-ТРАНСПОРТЕРА ДЛЯ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ	74
<b>Хохлов Ю.Д., Мезенов А.А.</b> АНАЛИЗ РОБОТОВ ДОЯРОВ	78

*Современные научно-практические подходы, методы и решения в животноводстве*

<b>Мальцева К.А., Патрин П.А.</b> К ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНОВЫХ К СКАРМЛИВАНИЮ ЖВАЧНЫМ ЖИВОТНЫМ	83
--	----

*Технологии и техника для производства и переработки сельскохозяйственного сырья, качество продуктов питания*

<b>Пшенов Е.А., Блёскин С.С., Лычагин П.А.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАСЧЕТА ПНЕВМОТРАНСПОРТА МИНИ-КОМБИКОРМОВОГО ЗАВОДА	87
<b>Герасименко А.Д., Патрин П.А., Новик В.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ОТВОЛАЖИВАНИЯ ЯЧМЕНЯ НА РАВНОМЕРНОСТЬ УВЛАЖНЕНИЯ ЗЕРЕН И КАЧЕСТВО ПЛЮЩЕННОГО ПРОДУКТА.	91
<b>Волков Д.М., Туров А.К.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СОРТИРОВАНИЯ СЕМЯН НА ВОЗДУШНО-РЕШЕТНЫХ СЕПАРАТОРАХ.	95
<b>Кондрусов М.О., Туров А.К.</b> ПЕРВИЧНАЯ ОЧИСТКА ЗЕРНА	98
<b>Невдач Е. А., Колунин А.Д., Показанов К.А., Патрин П.А.</b> ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕШЕТНО-ВОЗДУШНЫХ МАШИН ОБРАБОТКИ ЗЕРНА.	102
<b>Рудаков Д.С., Патрин П.А., Герасименко А.Д., Новик В.А.</b> РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ПЛЮЩЕНИЯ ЗЕРНА НА ЛЕНТОЧНОЙ ПЛЮЩИЛКИ	105
<b>Голиков А.И., Мезенов А.А.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПО ГОРИЗОНТАЛЬНОМУ ШНЕКУ В ПНЕВМАТИЧЕСКОМ СЕПАРАТОРЕ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ	110
<b>Голикова А.А., Мезенов А.А.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПО ВИНТОВОМУ РАБОЧЕМУ ОРГАНУ В КОЛОННЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВ	116
<b>Мезенов А.А., Кулешов Д.А, Евсюкова К.В.</b> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАКРАСНОЙ СУШИЛКИ.	121

Научное издание

**Современное состояние механизации  
животноводства и переработки  
сельскохозяйственной продукции**

**Сборник научно-практической конференции  
(г. Новосибирск, 26 мая 2023 г.)**

Печатается в авторской редакции

---

Формат 60 × 84 1/8. Объем 6,6 уч.-изд. л., 16 усл.-п.л.  
Бумага офсетная Тираж 100 экз.

---

Издательский центр «Золотой колос»  
Новосибирского государственного аграрного университета  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106. Тел. (383) 267-09-10,  
e-mail: 2134539@mail.ru