

**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 июня 2025 г.)**

Новосибирск 2025

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

Оргкомитет:

А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой Механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции Новосибирского ГАУ

А.А. Диденко, канд. техн. наук, доцент кафедры Механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции Новосибирского ГАУ

Ответственный за выпуск сборника:

А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой Механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции Новосибирского ГАУ

Современное состояние механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сб. научно-практической конференции (г. Новосибирск, 26 июня 2025 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – 76 с.

Сборник статей подготовлен на основе докладов научно-практической конференции «Современное состояние механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции», состоявшейся 26 июня 2025 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.

Новосибирский государственный аграрный университет, 2025
Входит в РИНЦ : да

Современные технические решения переработки сельскохозяйственной продукции

УДК 66-933.6

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОЙКИ СУБПРОДУКТОВ

В.В. Старостенко, студент

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

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с негативными факторами, влияющими на людей, работающих на линии мойки субпродуктов. Отражены проблемы механизированной мойки субпродуктов и пути их решения. Обоснованно внедрение автоматизированной барабанной мойки в линию производства субпродуктов.

Ключевые слова: субпродукты птичьих пищевые, сердца, печень, желудки, почки, барабанная мойка субпродуктов.

Современные птицефабрики имеют полный цикл переработки своей продукции. После первичной обработки птицы, помимо охлажденного мяса птицы, колбасных изделий и готовых полуфабрикатов сопутствующим видом продукции являются субпродукты (сердца, печень, желудки, почки). Которые, также проходят ряд технологических операций перед упаковкой.

После потрошения субпродукты направляются в холодильный цех, где проходят обязательное охлаждение в холодных ваннах с водой температурой 0...+4°C. Это позволяет быстро снизить температуру продукта, замедлить развитие микрофлоры и сохранить качество сырья.

Далее субпродукты поступают на ручную доработку. Работники цеха тщательно перебирают каждую единицу, удаляя: остатки крови, жира и загрязнений; пленки и соединительные ткани (особенно с желудков и печени); механические примеси (например, фрагменты костей или перьев).

После сортировки субпродукты направляются в цех переработки, где: проводится финальный контроль качества; продукты фасуются в лотки или пакеты с пассивной модифицированной атмосферой. Среда образуется естественным путем после упаковывания продукта в пленку – ее цель создать оптимальные условия для увеличения срока годности скоропортящихся продуктов, замедление окисления и порчи продукции; маркируются и отправляются на хранение.

Важность и необходимость процесса мойки субпродуктов неоспорима, работники, выполняющие эту задачу, сталкиваются с рядом вредных факторов оказывающих негативное влияние на организм, особенно когда речь идет о длительном пребывании на ногах в холодных помещениях и использовании холодной воды.

1. Физическая нагрузка. Работа на ногах в течение 10 часов без перерывов приводит к значительной физической нагрузке на организм, что вызывает: усталость и болевые ощущения в ногах и спине; развитие заболеваний опорно-двигательного аппарата, таких как плоскостопие, остеохондроз и другие.

2. Переохлаждение. Работа в холодном помещении и использование холодной воды для мойки субпродуктов могут привести к переохлаждению организма. Что может вызвать: гипотермию, что особенно опасно в условиях низких температур; ухудшение общего состояния здоровья, включая ослабление иммунной системы и увеличение риска простудных заболеваний.

3. *Кожные заболевания.* Длительное воздействие холодной воды и моющих средств может привести к различным кожным проблемам, таким как: раздражение и сухость кожи; аллергические реакции на химические компоненты моющих средств.

В этой связи автоматизация процесса мойки субпродуктов является крайне актуальной технической задачей. Механизации и автоматизации процесса мойки субпродуктов, получаемых в ходе переработки птицы посвящен ряд научных работ и изобретений.

Существующие барабанные моечные машины для субпродуктов отчасти имеют схожую конструкцию и принцип действия. В качестве недостатков отмечают большую металлоемкость и расход воды, несовершенство привода основного барабана, низкую адаптацию под различные режимы обработки.

Задача полезной модели РФ № 72816 U1 (2008 г.) является улучшение конструкции машины, повышение производительности и качественных характеристик продукции, снижение удельного расхода технологической воды, расширение диапазона использования машины, обеспечение оптимального режима процесса мойки, сокращение доли ручного труда [1].

Одной из проблем существующих современных устройств является то, что при наличии в содержимом желудков твердых предметов - гравия, который добавляется в корм по существующей технологии кормления, или случайно оказавшихся в корме мелких посторонних предметов, узел снятия кутикулы быстро выходит из строя и не выполняет своих функций. Твердые предметы, попадая в зацепление косозубых шестерен, снимающих кутикулу, заклинивают их или ломают зубья [2].

Согласно патенту РФ № 2609876 С. (2017 г.) Способ и линия для обработки желудков домашней птицы [2]. Техническое решение указанной проблемы, заключается в том, что перед разрезкой желудка помещают в герметичную емкость, заполненную водой и производят наддув емкость избыточным давлением воздуха, затем желудка пропускают под давлением через эллипсообразную фильеру с ножом, а очистку от кутикулы производят путем многократного соударения желудка с рабочими органами машины, совмещая при этом с мойкой.

Автоматизация процессов в пищевой промышленности становится все более актуальной, особенно в контексте повышения требований к качеству и безопасности продуктов. Одним из ключевых этапов в обработке субпродуктов является их мойка, которая требует особого внимания и применения современных технологий.

Субпродукты, такие как печень, почки, сердце и желудка, могут содержать различные загрязнения, включая остатки крови, жира, а также микроорганизмы. Мойка этих продуктов необходима для: устранения загрязнений и микробов; улучшения органических свойств (вкуса, запаха, внешнего вида); соответствия санитарным нормам и стандартам безопасности.

Согласно ГОСТ 31468-2012 «Субпродукты птичьих пищевые. Технические условия», качество мытья куриных субпродуктов должно соответствовать следующим требованиям [3]:

- Промывка должна проводиться в проточной питьевой воде (соответствующей СанПиН 2.1.4.1074-01).
- После мойки субпродукты не должны содержать: видимых загрязнений; остатков крови; посторонних запахов. Допускается легкий специфический запах, характерный для свежих субпродуктов.
- Контроль качества. Внешний вид: чистые, без повреждений, однородной структуры. Цвет: характерный для вида субпродукта (печень – темно-красная, сердце – красно-коричневое и т. д.). Запах: свежий, без признаков порчи. Консистенция: плотная, упругая

Разрабатываемые барабанные мойки для субпродуктов должны полностью соответствовать требованиям ГОСТ 31468-2012, а также санитарно-гигиеническим нормам ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [4].

Принцип работы барабанной мойки субпродуктов на линии переработки. Сырье поступает по доставляющим трубам в охлаждающие ванны и далее попадает в загрузочный лоток барабана. Субпродукты захватываются лопастями барабана и начинают промываться. Они многократно переворачиваются, промываются водой при помощи душирующей трубки, расположенной в рабочей зоне барабана. Благодаря тому, что машина находится под углом, сырье после очистки, самостоятельно движется к зоне выгрузки, где сырье попадает в загрузочные боксы и далее транспортируется с помощью человека на фасовку/упаковку продукции.

Рассмотрим преимущества и недостатки автоматизированной установки «Барабанная мойка субпродуктов»:

Преимущества:

1. Повышение качества продукции – равномерная и интенсивная мойка гарантирует качественную чистоту субпродуктов, что снижает риск брака.
2. Автоматизация процесса – минимизация ручного труда, сокращение времени обработки и увеличение производительности.
3. Снижение затрат – оптимизированный расход воды, уменьшение потерь сырья.
4. Стандартизация процесса – стабильное качество мойки вне зависимости от человеческого фактора.

Недостатки:

1. Ограниченная универсальность – требует предварительной сортировки по размеру (мелкие и крупные субпродукты могут промываться не равномерно).
2. Энергозатратность – Потребляет больше электроэнергии в сравнении с ручной мойкой или струйной системой.
3. Риск микроповреждений – Трение в барабане может приводить к нарушению структуры тканей сердца и печени, что может сократить срок хранения.

Сравнительный анализ барабанной и ручной мойки субпродуктов представлен в (табл.).

Таблица. Сравнительный анализ мойки субпродуктов

Критерий	Барабанная мойка	Ручная мойка
Эффективность очистки	Высокая (механическое воздействие)	Низкая
Производительность	Высокая (автоматизация)	Низкая
Повреждение продукта	Возможно (трение)	Минимальное
Водопотребление	Среднее	Высокое
Энергозатраты	Высокие	Низкие
Гигиеничность	Высокая (закрытая система)	Низкая (риск загрязнения)
Стоимость внедрения	Средняя	Низкая

Барабанная мойка субпродуктов демонстрирует значительные преимущества перед ручной обработкой по ключевым параметрам:

1. Эффективность очистки. Барабанная мойка обеспечивает стандартизированное качество, исключая человеческий фактор и гарантируя соответствие ГОСТ 31468-2012.
2. Производительность. Автоматизация процесса в барабанной мойке увеличивает скорость обработки в 3–5 раз, критически важную для крупных производств.
3. Экономическая целесообразность. Несмотря на высокие начальные затраты, барабанная мойка снижает эксплуатационные расходы (меньше персонала, воды, энергии на единицу продукции). Ручная мойка кажется дешёвой на старте, но скрытые издержки (зарплата, брак, санкции за нарушения) делают её менее выгодной.

4. Гигиеничность и безопасность. Барабанные системы минимизируют контакт продукта с руками, снижая риск загрязнения.

Заключение

Внедрение барабанной мойки субпродуктов на предприятии представляет собой значительный шаг к улучшению условий труда работников. Барабанная мойка не только оптимизирует производственные процессы, но и создает более безопасную и комфортную рабочую среду. Это, в свою очередь, может привести к повышению удовлетворенности работников, снижению текучести кадров и улучшению общего климата в коллективе.

Внедрение данной технологии является важным шагом к созданию более эффективного и гуманного производства, что в конечном итоге положительно скажется на успехе всего предприятия. Для большинства предприятий, особенно средних и крупных, барабанная мойка — оптимальный выбор, обеспечивающий соответствие ГОСТ, рост производительности и снижение затрат. Ручная мойка сохраняет актуальность лишь для малых объемов или особых видов сырья, где критична бережная обработка. Внедрение автоматизированных систем — стратегическое решение для модернизации производства и повышения конкурентоспособности продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на полезную модель № 72816 U1 Российская Федерация, МПК А22С 25/00. Барабанная моечная машина : № 2008102337/22 : заявл. 21.01.2008 : опубл. 10.05.2008 / М. Г. Готшалк ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Технологическое оборудование". – EDN EDBHFX.
2. Патент № 2609876 С Российская Федерация, МПК А22С 21/06. Способ и линия для обработки желудков домашней птицы : № 2015140795 : заявл. 24.09.2015 : опубл. 06.02.2017 / В. М. Титов, М. В. Титов. – EDN MSBKHZ.
3. ГОСТ 31468-2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Метод выявления сальмонелл = Poultry meat, edible offal and poultry meat ready-to-cook. Method for detection of Salmonellae: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.07.2013г. №806-ст.: введен впервые: дата введения 2012-05-24 / Разработан Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ «ВНИИП» Россельхозакадемия) – Москва: Стандартинформ, 2013.- 10 с. – Текст: непосредственный. – [Электронный ресурс]/ URL:<https://internet-law.ru/gosts/gost/52573> (дата обращения: 21.05.2025).- Режим доступа: открытый.- Текст: электронный.
4. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции: утверждён и введен в действие решением комиссии таможенного союза от 09.12.2011г. №880: введен впервые: дата введения 2011-12-09/ Разработан экспертами стран-участниц Таможенного союза (Россия, Беларусь, Казахстан) при координации Евразийской Экономической Комиссии (ЕЭК) – Москва: Стандартинформ, 2011. - 173с.- Текст: непосредственный.- [Электронный ресурс]/ URL:<https://lgl.su/B9tB>

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЯСОРУБКИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ПОДАЧИ ФАРША

А.А. Гришина, студент

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

Аннотация. В статье производится анализ существующих конструкций для производства структурного фарша. Выявлены основные достоинства и недостатки конструкций, на основании которых предложено решение проблемы.

Ключевые слова: непрерывная подача фарша, порционирующий автомат; воздуха в фарше; вакуумирование.

В категорию полуфабрикатов входит множество продукции, такие как котлеты, биточки, тефтели, фрикадельки и т.д. Следовательно, в эту категорию входит фарш. Главная задача, которая поставлена при производстве фарша это его структурный вид. Для этого на технологической линии при выходе фарша, стоит мясорубка [1].

При работе оборудования были выявлены проблемы, что при установке порционирующего устройства:

-фарш поступает не равномерно, что приводит к браку;

-наличие воздуха в фарше, так как мясорубка идет со смесителем, который перемешивает фарш и наполняет его воздухом и при опрокидывании короба с фаршем он тоже наполняется воздухом.

Для решения данной проблемы, был произведен обзор существующих конструкций, направленный на обеспечение равномерности потока продукта.

Одним из таких устройств является изобретение для дозирования неньютоновских пищевых средств, например тесто, различных видов фарша, пюре из фруктов и овощей, согласно патенту РФ № 2292717 [2] схема которого представлена на (рис. 1).

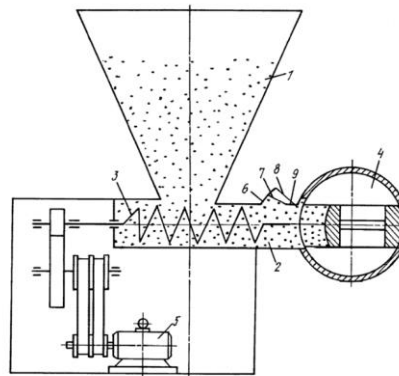


Рис. 1 – Дозатор для пищевых сред

1 – приёмный бункер; 2 – нагнетательная камера; 3 – шнек; 4 – делительная головка; 5 – привод; 6 – дуга окружности; 7 – пластинчатая пружина; 8 – плоская поверхность; 9 – винт (заклёпка).

Описание: дозатор для пищевых сред, содержащий приемный бункер, нагнетательную камеру, делительную головку и приспособление для поддержания постоянного давления в нагнетательной камере, встроенное непосредственно перед делительной головкой.

Достоинства: позволяет повысить точность дозирования, поскольку приспособление для поддержания постоянного давления встроено в нагнетательную камеру непосредственно

перед делительной головкой и выполнено в виде сообщающегося с камерой цилиндра с подпружиненным поршнем.

Недостатки: пищевая среда, заполнив полость цилиндра при повышении давления, с очень большими сложностями попадает назад в полость нагнетательной камеры при наборе очередной дозы из-за наличия застойных зон при сопряжении цилиндра с камерой; преодолевая эти застойные зоны, пищевые среды испытывают воздействие повышенных касательных напряжений, что неблагоприятно сказывается на их структурно-механических характеристиках, приводя к выдавливанию жидкой фракции или нарушению связи между отдельными слоями.

В мясоперерабатывающей промышленности форма загрузочных воронок волчков оказывает влияние на захват кусков мяса и увлечения их к режущему механизму. Так в устройстве мясорубки с воронкой патент РФ № 2638950 [3], предложено обоснование углов наклона примыкающих к рабочему шнеку (рис. 2).

Описание: В мясорубке расположено транспортировочное средство, которое транспортирует мясо в направлении режущего механизма, который его измельчает.

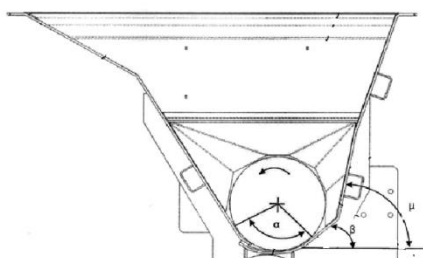


Рис. 2 – Воронка на мясорубке.

Достоинства: вследствие малого угла обхвата, по меньшей мере, с одной стороны, получается полость между шнеком и боковой стенкой, в которую мясо, транспортируемое устройством в направлении режущего механизма соскальзывает, не образуя свода.

Недостатки: Подлежащие измельчению куски мяса образуют свод и вследствие этого не соскальзывают дальше в направлении транспортирующего средства. Так же не образуется непрерывный поток мяса в направлении режущего механизма, и мясорубка начинает «качать».

Множество волчков в мясной промышленности представлены с двумя валами – шнеком, с помощью которого измельчается мясо и смеситель, за счет которого продукт перемешивается. Рассмотрим на примере машины «Волчок ФМП-2-160», которая представлена на (рис. 3). Патент № 2793909 [4].

Описание: Предназначен для измельчения бескостного жилованного мяса и мясопродуктов при производстве фаршей для колбасных и других мясных изделий, охлажденных в естественных условиях до температуры плюс 2-60С. Волчок отличается простотой конструктивного исполнения, удобен в обслуживании и при проведении ремонтов. Двухшнековая схема: первый шнек – питающий, второй шнек – рабочий, эффективно подаёт сырьё в зону резания.

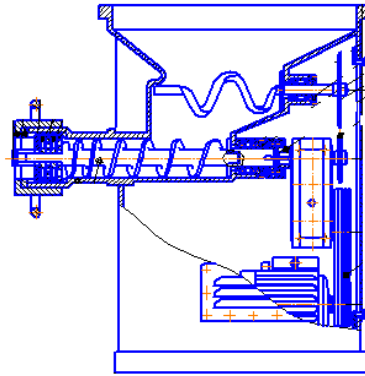


Рис. 3 – Волчок ФМП-2-160

Достоинства: Комфортные условия резания сырья. При диаметре решеток 160 мм имеет место меньшее давление сырья на режущий блок. В результате исключается смятия мышечных волокон.

Надежная конструкция машины позволяет измельчать крупные куски мяса. Система резки Enterprise. Включает в себя крестовой нож и решетку. Для аккуратного перемалывания всех видов мяса. Система резки Unger. Включает в себя два крестовых ножа и три решетки. Идеальная технология для колбасного производства, где конечный продукт должен быть аккуратно перемешан с добавками и наполнителями для получения однородной массы.

Недостаток: смеситель, который стоит в волчке, при перемешивании фарша, наполняет его воздухом.

Для решения проблемы, также рассмотрим вакуумные шприцы. Работа которых заключается в бережном и точном наполнении фаршами оболочек, с сохранением структуры и качества фарша. Устройство позволяет получать высококачественный продукт с четким и красивым рисунком на срезе. Например, шприц одноцевочный ЯЗ-ФША.

Описание: Фарш загружается в бункер. Подготовленную оболочку надевают на цевку вручную. Нажатием педали включают привод шнека. Фарш под действием собственной массы и разрежения, создаваемого вакуумной системой, поступает внутрь цилиндра, где захватывается шнеком и подается к цевке. Оболочка наполняется фаршем. Шприц обслуживает один человек.

Достоинства: исключительная точность порций, высокая скорость работы и возможность агрегатирования с любыми клипсаторами.

Недостатки: невозможность регулировать уровень вакуума, высокие временные и финансовые затраты на сервисное обслуживание.

Предложен усовершенствованный вариант вакуумного шприца на (рис. 4). Патент РФ №2182427 [5]. Преимущества: размер щелевого зазора, образуемого лыской со стороны цевки, выбирается из компромиссного условия - пропускать воздух, но задерживать основные компоненты фарша. Щелевой зазор, образуемый лыской со стороны патрубка, свободно пропускает и воздух, и попавшие в канал частицы фарша.

Недостатки: в области встречного движения винтов, где давление фарша повышено, происходит интенсивное обратное перетекание и мятие фарша, пазы постепенно засаливаются и эффективность вакуумирования снижается. Из-за нестабильности перетечек фарша затруднено получение стабильно вытесняемой порции.

На предприятии загрузка фарша в мясорубку осуществлялась вручную опрокидыванием ящиков. Что приводит к попаданию большого количества воздуха в фарш. При этом мясорубка приобреталась в комплекте с порционирующим автоматом. Однако автомат не выдавал порции одинаковые по весу, и фасовка фарша также осуществлялась вручную.

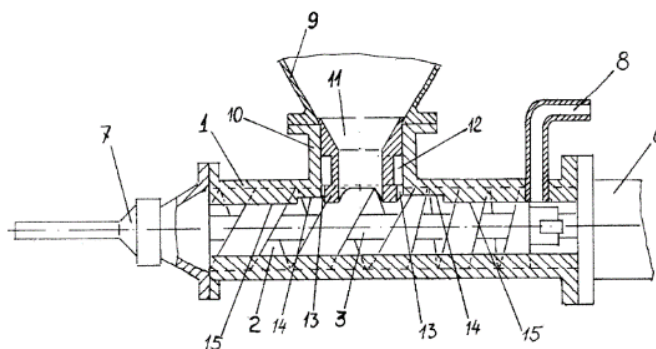


Рис. 4 – Вакуумный шприц

1 – гильза; 2 – продольная плоскость; 3 – вытеснитель; 4,5 – винт; 6 – привод; 7 – цевка; 8 – патрубок; 9 – загрузочный бункер; 10 – горловина; 11 – вкладыш; 12 – кольцевая проточка; 13,14 – лыски; 15 – гребень.

В качестве решения данных проблем предложено:

- изготовить и установить приемный бункер для фарша на мясорубку;
- приобрести мачтовый подъемник для загрузки фарша опрокидыванием дежи на 200 литров;
- модернизировать вал смесителя, установив спираль для равномерного перемешивания фарша и его подачи к шнеку;
- изготовить и установить вставку на дно мясорубки для создания камеры вакуумирования;
- установить вакуумный насос, как на шприце для вакуумирования мясного фарша и наполнения им колбасных оболочек при производстве вареных и полукопченых колбас.

Общий вид модернизированной мясорубки представлен на (рис. 5). Бункер 2 устанавливается на штатный вал защитной крышки мясорубки. Таким образом, он имеет возможность опрокидываться для санитарной обработки. Установка бункера обеспечивает загрузку дежи объемом 200 л.

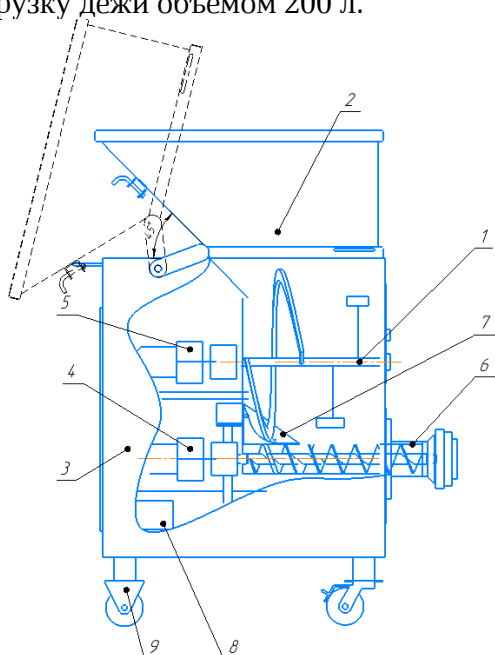


Рис. 5 – Модернизированная мясорубка KOLBEMW 32-120

1-вал смесителя, 2-бункер, 3-корпус, 4-привод рабочего шнека, 5-привод вала смесителя, 6-режущий механизм, 7-вставка, 8- вакуумный насос, 9- колёсные опоры.

Для удаления воздуха попадающего при загрузке фарша и создания равномерного потока на выходе из мясорубки вставка 7 укладывается на дно мясорубки перекрывая собой часть основного шнека создавая камеру в которой создается вакуум насосом 8.

Для того чтобы фарш перемещался к основному шнеку необходимо заменить вал смесителя 1, на котором, установлена спираль.

Таким образом, модернизация мясорубки исключает ручной труд при загрузке ее фаршем, а также создает условия для использования автомата порционирования РМ150, который уже имеется на производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авторское свидетельство № 951783 А1 СССР, МПК А23L 1/317. Способ производства мясного фарша : № 3282726 : заявл. 28.05.1981 :опубл. 15.06.1989 / В. Т. Дианова, В. Б. Штульбой, Н. Г. Кроха [и др.] ; заявитель Институт элементоорганических соединений им.А.Н.Несмеянова. – ednrihrxm.
2. Патент № 2292717 С1 Российская Федерация, МПК А21С 5/04. дозатор для пищевых сред : № 2005129859/13 : заявл. 26.09.2005 :опубл. 10.02.2007 / Г. В. Алексеев, В. А. Головацкий, А. С. Громцев [и др.] ; заявитель Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. – EDN ZHWKYX.
3. Патент № 2638950 Российская Федерация, МПК В02С 18/30. мясорубка с воронкой : № 2015129630 : заявл. 13.12.2013 :опубл. 19.12.2017 / Х. Ван-Берс, Л. Марселис ; заявитель ГЕА ФУД СОЛЮШНС БАКЕЛ Б.В.. – EDN SUBYAX.
4. Патент № 2182427 С2 Российская Федерация, МПК А22С 11/08. вакуумный шприц : № 2000121415/13 : заявл. 10.08.2000 :опубл. 20.05.2002 / А. А. Кирьянов ; заявитель Государственное предприятие "Красноярский машиностроительный завод". – EDN GUPERF.
5. Патент № 2793909 С1 Российская Федерация, МПК А23L 13/40, А23L 13/60. Способ получения фарша для полуфабрикатов повышенной пищевой ценности : № 2022109343 : заявл. 07.04.2022 :опубл. 07.04.2023 / Е. Н. Третьякова, А. Г. Нечепорук, Е. И. Попова, К. В. Брыксина ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Мичуринский государственный аграрный университет". – ednlyqwnz.

УДК 66.028.2

ПРОБЛЕМА МАРКИРОВКИ НА АО «НОВОСИБИРСКАЯ ПТИЦЕФАБРИКА»

Е.Д. Капустина, студент

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

Аннотация. Рассмотрена проблема маркировки сырья на предприятии АО «Новосибирская птицефабрика» и предложено решение, позволяющее заменить ручной труд и повысить производительность.

Ключевые слова: «Новосибирская птицефабрика», поворотный стол, анализ конструкций, этикетировщик.

Новосибирская птицефабрика является одним из крупнейших производителей куриного яйца и мяса птицы в России. Она была основана в 1985 году и расположена в городе Новосибирск, Россия. Фабрика занимается выращиванием и убоем кур разных пород, таких как Плимутрок, Ломан Браун, Хайсекс Браун и других, а также производством и продажей куриного яйца.

Продукция Новосибирской птицефабрики известна своим высоким качеством и соответствует всем необходимым стандартам. На фабрике используются современные технологии и оборудование для обеспечения оптимальных условий содержания птицы и контроля качества продукции.

Одним из основных направлений деятельности птицефабрики является экспорт своей продукции в другие регионы России и страны СНГ. Благодаря этому, фабрика обеспечивает рабочие места и вносит значительный вклад в экономику региона.

В последние годы Новосибирская птицефабрика активно развивает сотрудничество с местными фермерами и производителями кормов, стремясь к устойчивому и экологически чистому производству.

Птицефабрика занимается выращиванием кур-несушек, бройлеров и мясных пород кур. В ее ассортименте более 300 наименований продукции, включая яйцо куриное, мясо кур, полуфабрикаты из мяса птицы, колбасные изделия и многое другое.

Качественная и быстрая упаковка курицы, является важным аспектом в её производстве. При прохождении практики на АО «Новосибирская птицефабрика» выявлена проблема наклеивание этикеток на линии упаковки тушек в коробки. Наклеивание производится вручную одним человеком. Именно поэтому человек может часто не успевать наклеивать этикетку на короб, из-за их количества. Также нельзя забывать о человеческом факторе, работоспособность человека может изменяться по разным причинам. Чаще всего на линии стоит всего один грузчик, который не успевает складывать коробки на железные рамы, для их дальнейшей транспортировки. Это приводит к некачественно выполненной работе и торможению процесса этикетирования.



Рисунок 1 – Маркировка коробок вручную

Процесс упаковки и этикетирования товаров должен производиться в соответствии с действующими стандартами, нормами и требованиями. Он является важным аспектом в производстве, ведь на этикетке пишется вся важная информация как для производства, так и для покупателя. Дата упаковки продукции, её температурные нормы при хранении, состав, информация о производителе, адрес куда именно должна отправиться продукция, количество или вес продукта. Примеры этикеток представлены на рисунке 1, где можно заметить, что наклейка не всегда наклеена ровно и плотно.

Маркируется сама продукция, а также коробки в которых эта продукция транспортируется. Маркировка коробок обязательно проводится с двух сторон для удобства просмотра и считывания информации с этикетки.

Обычно упаковка осуществляется с использованием упаковочного и этикетировочного оборудования, предназначенного для упаковывания и этикетирования отдельных единиц товара и групп продуктов в коробки, мешки, плёнку, пластиковые контейнеры и так далее.

Исходя из всего вышперечисленного, мы видим, что внедрение поворотного стола с этикетировщиком является актуальным решением в линию упаковки тушек птицы бройлеров.

Для разработки идеальной конструкции, нужно рассмотреть существующие конструкции, выявить их недостатки и достоинства. Был проведен анализ, в котором были выявлены следующие преимущества и недостатки:

Таблица 1 – Преимущества и недостатки различных этикетировщиков

Марки	Преимущества	Недостатки
680 Case Labeler	Удобство эксплуатации	Высокая стоимость
	Простая настройка	
	Высокая степень однородности, при фиксированной скорости конвейера	Сложность при транспортировке

Collamat 4300	Легкий переход из вертикального положения в горизонтальное	Небольшая скорость подачи
	Быстрота запуска в работу	Ограничение по длине и ширине этикетки
	Широкий выбор способов наклеивания этикетки	
автомат ВЭМ	простота механизмов блокировки и удобство их разборки и ремонта	Невысокая точность наклейки
	оборудуется пультом управления, с помощью которого можно настроить параметры цикла	Сложности с подбором подходящего оборудования
	не требует постоянного присутствия оператора	Дорогостоящая переналадка

Разобрав все достоинства и недостатки была разработана конструкция поворотного стола и подобран подходящий этикетировщик. (рис. 2 и рис. 3).



Рисунок 2 – Прототип стола 3D



Рисунок 3 – Прототип этикетировщика А-150

На производстве уже имеется транспортер, примерно 15м, который перемещает коробки от контрольного взвешивания, до сортировки их по паллетам грузчиком. Между этими двумя точками, можно установить поворотный стол с этикетировщиком, который будет крепиться к транспортеру. Он будет состоять из поворотного устройства, стола и аппликатора, который в свою очередь будет регулироваться по высоте.

Разработав поворотный стол с этикетировщиком, мы сможем заменить человеческий труд, а также улучшить процесс наклеивания этикеток на коробки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецова Л.И. Технологии упаковки мясной продукции. — М. : Колос, 2020. — 104 с.
2. Патент RU229612U1. Аппликатор-этикетировщик / Литвиненко А.А. и др. — Оpubл. 16.10.2024.
3. Патент RU2299117C1. Поворотный стол / Будеев В.П., Лицкевич Н.В. — Оpubл. 20.05.2007.
4. Поворотный накопительный стол [Электронный ресурс] // NEVCOM. – Режим доступа: <https://nevcom.ru/catalog/stoly-povorotnyye/povorotnyy-nakopitelnyy-stol/>
5. Смирнова Е.П. Технологии хранения и упаковки пищевых продуктов. — СПб. : Профобразование, 2019. — 142 с.

УДК 664.6/ 664.87

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПО ДОЗИРОВАНИЮ ШАШЛЫКА КРУПНО-КУСКОВОГО МЯСА И МАРИНАДА

Ю.Д. Хохлов, студент

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

Аннотация. В статье рассматривается Разработка конструкции автоматизированного дозатора для фасовки шашлыка с маринадом, предназначенного для пищевых производств (на примере ЗАО «Птицефабрика Октябрьская»). Устройство включает бункер с ячеистой ленточной подачей, систему сбора и рециркуляции маринада, точное дозирование мяса и маринада с помощью тензодатчика и шестеренчатого насоса. Основной процесс состоит из нескольких этапов: загрузка мяса, удаление излишков маринада, взвешивание порции, добавление рассола.

Ключевые слова: дозатор, шашлык, маринад, автоматизация, пищевое производство, фасовка, тензодатчик, шестеренчатый насос.

Сейчас на производстве шашлык фасуют вручную - работники раскладывают куски мяса и проверяют вес на обычных весах. Этот способ создаёт массу проблем. Порции получаются разными - то недобор, то перевес, из-за чего страдает качество продукции. Маринад постоянно проливается мимо упаковки, что приводит к потерям сырья. Процесс идёт медленно, ведь каждую порцию нужно вручную взвесить и упаковать. Да и с точки зрения гигиены это не лучший вариант - чем больше контакта с руками, тем выше риск загрязнения.

Цель: добиться, чтобы фасовка шашлыка перестала зависеть от человеческого фактора. Нужно, чтобы оборудование распределяло мясо строго по весу, дозировало маринад с точностью до грамма и при этом не разводило грязь на производстве. Важно, чтобы весь этот процесс шёл быстро, без простоев, а все излишки маринада не пропадали зря, а возвращались обратно в систему. В итоге производство получит ровные порции одинакового качества, снизит затраты на сырьё и сможет увеличить объёмы. Главное — уйти от ручной работы к автоматизированному процессу, который будет работать как часы.

Решение – это автоматизированный дозатор, который сможет точно отмерять мясо с погрешностью не более 50 грамм, добавлять строго рассчитанное количество маринада, доводя общий вес порции до нужных 2000-2015 грамм. При этом излишки маринада будут собираться и возвращаться в систему, что сократит потери.

Дозатор предназначен для автоматизации фасовки шашлыка — он заменяет ручную работу, где сотрудники вручную раскладывают мясо и наливают маринад.

Его технические характеристики

1. Производительность 640 кг. час.
2. Диапазон взвешивания, кг 0,5-50
3. Габаритные размеры, мм 1970*700*1500
4. Масса, кг 200
5. Мощность, кВт 1,65
6. Напряжение, В 380
7. Частота сети, Гц 50
8. Средняя потребляемая мощность, кВт 1,16
9. Суммарная установленная мощность, кВт 1,65

Для детального изучения была создана 2D-модель с примерным внешним видом итогового дозатора, модель не является точной, но на данный момент близка к истине.

Конструкция дозатора представляет собой трехсекционную систему из пищевой нержавеющей стали. Верхний модуль - загрузочный бункер с ячеистой лентой (шаг ячеек 100 мм), где мясо равномерно распределяется перед дозированием. Центральную часть занимает наполнительный бункер с установленным тензодатчиком - здесь происходит основное взвешивание продукта. Нижний модуль включает упаковочный отсек и систему подачи маринада.

Принцип работы начинается с загрузки мяса в загрузочный бункер. Ячеистая лента, приводимая в движение мотор-редуктором 0,75 кВт, подает куски в наполнительный бункер. Здесь электронные весы на основе тензодатчика с точностью ± 25 г непрерывно измеряют массу продукта. Когда достигается заданный вес (1900-1930 г), срабатывает пневмопривод заслонки.

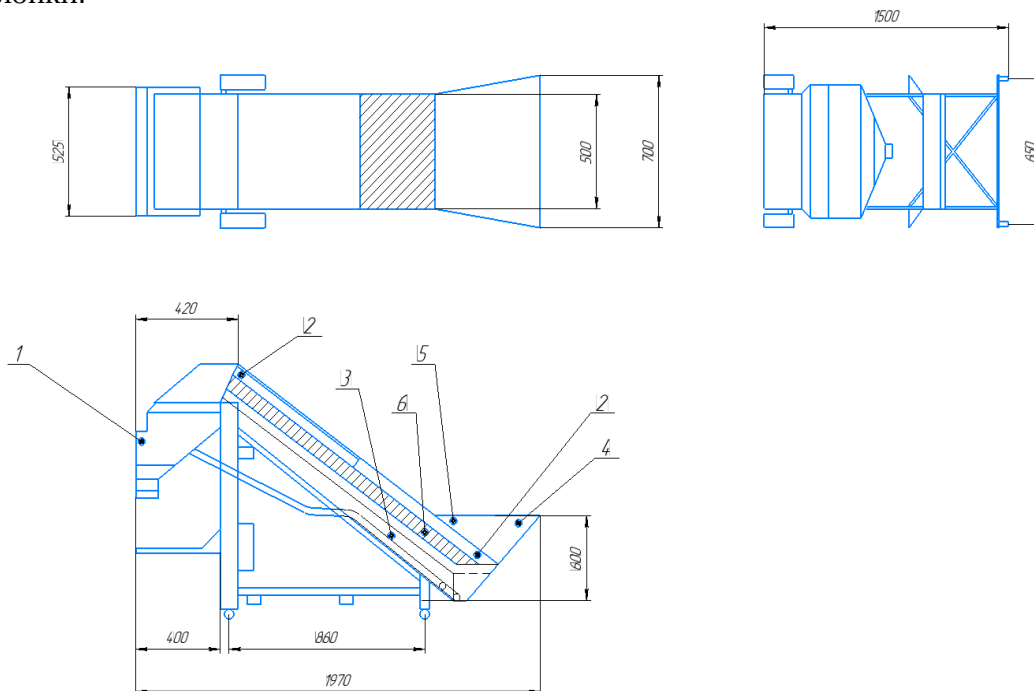


Рисунок - оборудование для дозирования шашлыка крупно-кускового мяса и маринада:

1-рама; 2-мотор-редуктор; 3-загрузочный бункер; 4-наполнительный бункер; 5-электронный щиток; 6-ленточный транспортер; 7- пульт управления; 8- электронные весы; 9- тензодатчик; 10-11 – датчик уровня.

После этого шестеренчатый насос (0,37 кВт) подает точно отмеренное количество маринада через форсунки, доводя общий вес порции до 2000-2015 г. Весь процесс контролируется программируемым контроллером, который обрабатывает данные с тензодатчика и управляет исполнительными механизмами.

Готовая порция поступает в упаковочный отсек, откуда направляется в основную линию фасовки. Все параметры отображаются на сенсорной панели управления. Производительность системы достигает 320 порций в час.

Особенность конструкции - разделение функций взвешивания и дозирования. Тензодатчик, расположенный непосредственно в наполнительном бункере, обеспечивает более точные измерения, электронные весы работают в составе замкнутой системы управления, что позволяет оперативно корректировать параметры дозирования через сенсорную панель.

Такое оборудование ускорит процесс фасовки, исключит человеческий фактор, обеспечит стабильное качество продукции и соблюдение санитарных норм. Для производства это означает снижение затрат, увеличение производительности и отсутствие проблем с браком. Всё это делает разработку автоматизированного дозатора актуальной и востребованной задачей для современного пищевого предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хохлов Ю.Д. Анализ устройств по дозированию шашлыка крупно-кускового мяса и маринада // современное состояние механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции Сборник научно-практической конференции/ Новосибирск, 2024. 29-32 стр. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=69112638&pff=1>.
2. Иванов А.В. Автоматизация процессов фасовки мясных полуфабрикатов // Пищевые технологии. - 2020. - №4. - С. 45-49
3. Петров С.К. Современные тенденции в оборудовании для дозирования пищевых продуктов. - М.: Пищепромиздат, 2019. - 184 с.
4. Сидоров В.Г. Конструкционные материалы для пищевого оборудования. - СПб.: Профессия, 2021. - 256 с.
5. Технологическое оборудование мясной промышленности / Под ред. Н.А. Макарова. - М.: КолосС, 2018. - 432 с.
6. Фёдоров Л.П. Автоматизированные системы дозирования в пищевой промышленности. - Новосибирск: НГАУ, 2022. - 112 с.
7. Шестеренчатые насосы в пищевой промышленности: каталог-справочник. - М.: Пищевое машиностроение, 2020. - 96 с.
8. Яковлев Е.Р. Тензометрические системы взвешивания. - М.: Машиностроение, 2021. - 168 с.

УДК 66.028.2

ДОЗИРОВАНИЕ КОСТНОГО ОСТАТКА

А.В. Хажилова, студент

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

Аннотация. Рассмотрена проблема дозирования костного остатка на предприятии АО «Новосибирская птицефабрика» и предложено решение, позволяющее заменить ручной труд и повысить производительность.

Ключевые слова: фарш механической обвалки, дозаторы-упаковщики, групповой дозатор, дозирующие весы, костный остаток.

АО «Новосибирская птицефабрика» занимает лидирующие позиции в Новосибирской области по производству цыплят-бройлеров. (рис. 1). Но предприятие занимается так же и кормовыми базами на территории района на своих же полях. Предприятие имеет полный цикл производства: от выведения родительского стада до упаковки. Практически все этапы

производства имеют автоматизированный процесс. На АО «Новосибирская птицефабрика» производится более 200 наименований продукции. Помимо самой тушки и частей бройлера, до полуфабрикатов из них. Поэтому и является основным поставщиком на рынке, не только по Новосибирской области. В цеху переработки производят продукцию для реализации: мяса цыплят-бройлеров, субпродуктов, полуфабрикатов натуральных, полуфабрикатов рубленых, в маринаде и в тесте. Часть продукции цыплят-бройлеров идет в колбасный цех для производства колбас и копченостей. Продукция полностью переработанная, упакованная и маркированная отправляется для охлаждения и замораживания, где ждет своей отгрузки в логистическом центре и отправляется по торговым точкам. В период прохождения практики на АО «Новосибирская птицефабрика» была выявлена проблема, что фарш механической обвалки перерабатывается и упаковывается сразу, а костный остаток, полученный механической обвалки остается в ящиках и заветривается, а в дальнейшем и упаковывается вручную. Но это не единственная проблема, так как костный остаток не фасуется сразу, то тара наполненная остатком занимает лишнюю площадь хранения на линии.



Рисунок 1–Предприятие АО «Новосибирская птицефабрика»

Для решения этой проблемы предлагается внедрить дозатор-упаковщик. Он позволит не только сократить ручной труд, ну и уменьшить площадь, занимаемую сырьем. Ведь решения по костному остатку до сих пор нет, а процесс линии механической обвалки непрерывен, сотрудники не успевают и наслаивают ящики, что занимает намного больше, чем дозатор.

Для разработки идеальной конструкции, нужно рассмотреть существующие конструкции, выявить их недостатки и достоинства.

Например, дозирующие весы работают непрерывно. (рис. 2). Непрерывного потока поступающего продукта, разделенного на порции, к нескольким порционным емкостям, последующем определении массы порций и выборе нескольких порций для заполнения упаковочного контейнера таким образом, чтобы массы порций продукта в сумме давали требуемую массу упакованного продукта. Такая конструкция добивается высокой точности, большой диапазон загрузки и возможность работы с разным сырьем, но продукт налипает на стенки и не все ячейки задействованы в процессе.

Но есть и конструкция наполнения в мешки. (рис. 3). На электроды подается напряжение и в результате ионизации частицы оседают на электродах. После достижения веса напряжение снимается. У накладной крышки включается вибратор, обеспечивающий сброс частиц с электродов в бункер. У места дозирования через питатель производится опорожнение. Так же как и на предыдущем дозаторе преимущества в точности дозирования и универсальности, но очень большой расход энергии.

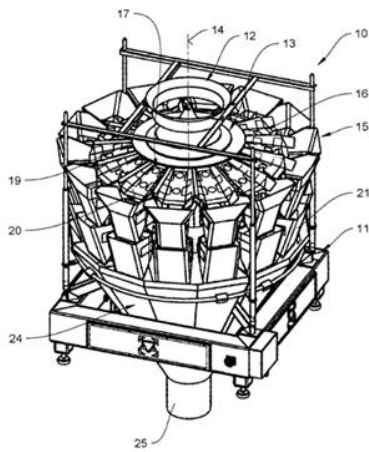


Рисунок 2—Дозирующие весы

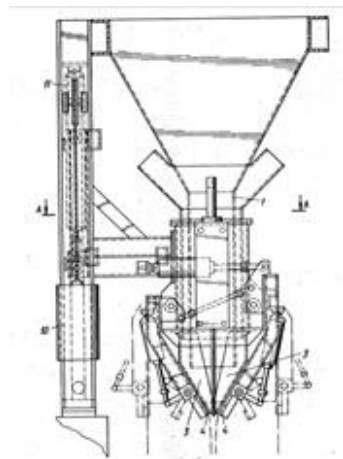


Рисунок 3—Дозатор для наполнения в мешки

Но и ещё одно изобретение, групповой дозатор. (рис. 4). Изобретение, обеспечивающее одновременное и точное дозирование и подачу с некоторой кинетической энергией нескольких порций пастообразного повышенной густоты продукта при невысоких энергетических затратах при эксплуатации. Устройство очень компактное, но не дозирует сырьё с невысокой текучестью.

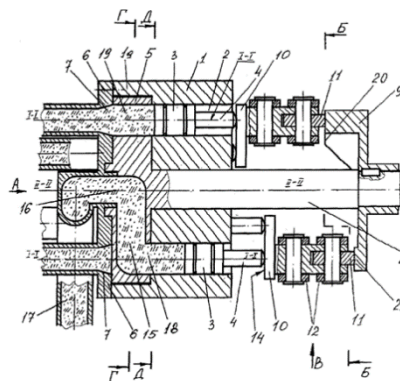


Рисунок 4—Групповой дозатор

Разобрав все достоинства и недостатки была разработана конструкция дозатора-упаковщика, у которого нет проблем с простаиванием воронок, не забивается сырьём и небольшие затраты электроэнергии. (рис. 5).

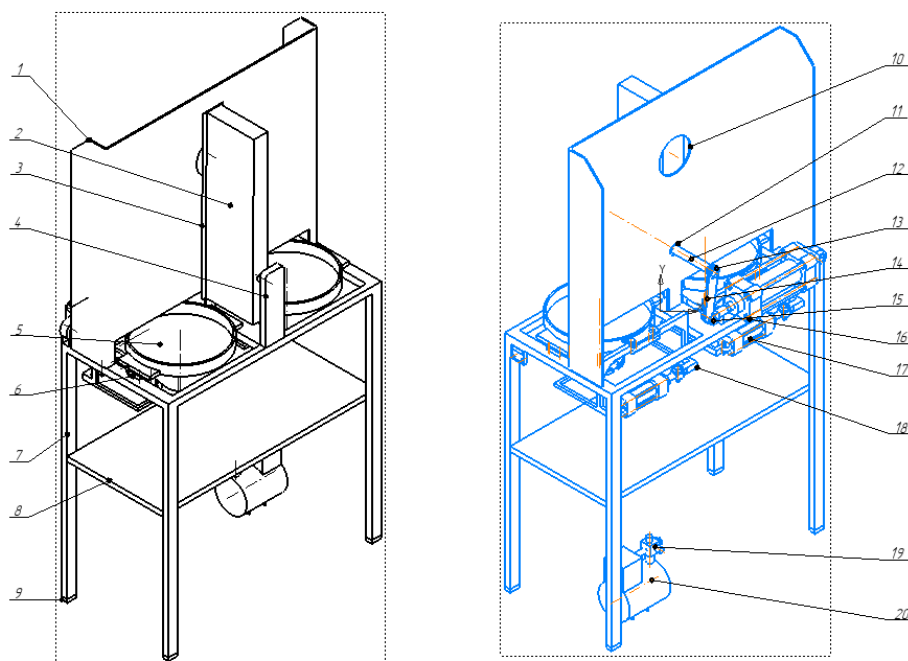


Рисунок 5–Дозатор-упаковщик

Устройство. Вертикальная стойка 1 с отверстием под выход костного остатка 10, стоящем на столе-опоре 7; перекидная планка 2 с лезвием 3 в которую встроен вал 12 и втулочная муфта 11; вал 12, с одной стороны встроенный в подшипниковый узел 4, а с другой стороны плечо 14, соединенные с помощью втулки 13; воронки 5, закрепленные на столе-опоре 7, между которыми установлены тензометрические датчики 6; столешница под пакеты 8, установленная на столе-опоре 7, стоящем на резиновых ножках 9; пневматический цилиндр для перекидной планки 16, соединенный с плечом 14 с помощью штифта 15; пневматический цилиндр для крепления пакетов 17, перемещающие крепления 18; компрессор 20 подающий сжатый воздух на пневматические цилиндры, регулируя давление с помощью манометра 19.

Костный остаток, поступивший после пресса механической обвалки, проходит через отверстие 10 в вертикальной стойке 1. Перекидная планка 2, перемещаясь за счет пневматического цилиндра 16, перекидывает сырье по воронкам 5. На воронках 5 установлены крепления пакетов 18, которые перемещаются за счет пневматических цилиндров 17 и тензометрические датчики 6. После того как пакет закрепился на воронке 5, костный остаток поступает в пакет и как только набирается один килограмм, тензометрические датчики 6 срабатывают и крепления 18 отсоединяются. Наполненный пакет падает на столешницу 8, затем его маркируют и увозят на заморозку.

Таким образом, решается проблема дозирования костного остатка. Ведь дозатор решает не только проблему производства, но и универсален и подходит для любых пищевых предприятий, а в обслуживании вообще прост, так как все составляющие съёмные и всё находится на поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панфилов, В. А. Современные методы утилизации органических отходов в агропромышленном комплексе / В. А. Панфилов. — М.: Агропромиздат, 2021. — 198 с.;
2. Патент RU 2676389 С2. Дозирующие весы / Дебус Х., Шмель Ф. — Оpubл. 28.12.2018;
3. Патент RU 2269748 С2. Объемный групповой дозатор / Кученев Н. В., Воронин О. В. — Оpubл. 10.02.2006;

4. Патент SU 993812 АЗ. Устройство для наполнения мешков / Конрад Т., Херманн О. — Оpubл. 30.01.1983;
5. Электронный учебник по технологии мяса [Электронный ресурс]. — URL: <https://3uch.ru/textbook/detu/oloucto/vere> (дата обращения: 31.05.2025).

УДК 621.798-182.6

ПРОЦЕСС ОБМОТКИ ПОДДОНОВ В ПЛЕНКУ НА ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Б. В. Новиков студент

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

Аннотация. Рассмотрена проблема упаковки паллет с продуктов в пленку. Приведена способов обмотки паллет с продуктом. Рассмотрены достоинства и недостатки ручного и автоматического обматывания пленкой паллет.

Ключевые слова: паллет с продуктом, обмотка пленкой, ручная обмотка паллетов, механизированная обмотка паллет, мобильный паллетоупаковщик.

В пищевой промышленности упаковка и транспортировка продукции требуют особого внимания к гигиене, безопасности и сохранности груза. Одним из ключевых этапов подготовки паллет к отгрузке является их обмотка стретч-плёнкой. На современных предприятиях всё чаще используют **автоматизированные системы**, которые ускоряют процесс, снижают затраты и минимизируют риск повреждения товара.

Как паллет с продуктом поступает на этап обмотки в пленку. Обмотка может происходить несколькими способами:

- Ручная обмотка.
- Стационарная.
- Роботизированная.

Особенности обмотки поддонов в пищевой промышленности

- Пищевая продукция предъявляет особые требования к упаковке:
- Гигиеничность - минимизация контакта с персоналом
- Защита от внешних факторов - пыли, влаги, микробиологического загрязнения
- Соответствие стандартам безопасности пищевых продуктов
- Сохранение товарного вида продукции

Автоматизированные системы обмотки идеально соответствуют этим требованиям, обеспечивая:

- Стандартизированное качество упаковки
- Высокую скорость обработки
- Экономия упаковочных материалов
- Снижение трудозатрат

Различие видов обмотки и недостатки каждого из видов

Ручная обмотка (Стандартная операция обмотки, где человек вручную стретч-пленкой производит обмотку паллетта) :

- требует большие затраты человеческого труда
- Большое количество времени уходит на один поддон
- Неравномерное натяжение пленки.
-



Рисунок 1. Ручная обмотка паллетов.

Модуль обмотки паллет. (Рисунок 2.)

Роботизированная обмотка (Есть несколько способов начало операций, робот может сам анализировать помещение с помощью камер или оператор подкатывает робота к поддону и с помощью колеса которое идет по поддону робот определяет объект, далее необходимо только прикрепить край пленку к поддону и задать роботу сколько оборот нужно сделать вокруг объекта)

Из недостатков можно выделить только что для работы с роботом необходимо обучение оператора и стоимость оборудование.

Из плюсов можно отметить, минимальные затраты труда, многозадачность (одного робота можно использовать в разных цехах)

Стационарная обмотка (Необходимо поставить поддон на поворотную платформу, после этого оператор закрепляет край пленки на поддоне, далее при вращении платформы происходит обмотка продукции и в конце оператору нужно обрезать пленку)

- Ограничение по весы и объёму
- Однозадачность
- Идут большие затраты труда на постановку поддона на платформу



Рисунок 2. Механизированная обмотка паллет



Рисунок 3. Паллетоупаковщик WR100



Рисунок 4. Мобильный паллетоупаковщик E-MOTION

Мобильные паллетообмотчики (или "роботы-обмотчики") – это автономные системы, способные самостоятельно находить поддоны и выполнять их обмотку без участия оператора. Их ключевая особенность – интеллектуальная система навигации и позиционирования, которая позволяет точно определять местоположение паллеты. Рассмотрим основные технологии, используемые для этого.

1. Датчики и сенсоры

Мобильные обмотчики имеют набор датчиков, при помощи которых они сканируют местность и переделывают положение поддона. В набор датчиков входят:

- Лазерные датчики (Создают 3D-карту пространства, не зависят от освещения, определяют форму и габариты паллеты)
- Оптические камеры (Компьютерное зрение анализирует изображение, распознают поддоны по форме и размерам, могут учитывать маркировку)
- Индукционные/контактные датчики (Фиксируют физический контакт с паллетой, используются для точной фиксации перед обмоткой). Данный тип датчиков более распространён, так как он не требует идеальных условий видимости и точную настройку.

2. Системы навигации

Так же в мобильных обмотчиках могут устанавливаться разные типы систем навигаций.

SLAM-навигация (Simultaneous Localization and Mapping), робот строит карту помещения в реальном времени, определяет своё положение и путь к паллете, использует данные LiDAR, камер и одометрии

Маячковая навигация, данная система работает за счет RFID-меток или QR-кодов которые устанавливаются в помещении и робот считывает их и корректирует маршрут

Колёсные энкодеры + IMU, следят за пройденным расстоянием и углами поворота, дополняют данные SLAM для большей точности

3. Как происходит процесс обнаружения?

В начале процесса обмотки происходит поиск поддона, робот может сам его найти или оператор покатывает его к поддону.

Далее идет проверка объекта, что бы это оказался именно паллет (а не другой объект).

Позиционирование, мобильный обмотчик подъезжает на оптимальное расстояние

Так же необходима калибровка, робот при помощи датчиков уточняет положение (например, по ножкам поддона)

И уже после всех операций подготовки начинается обмотка (пленка подаётся с точным выравниванием)

Преимущества мобильных систем

Автономность – не требуют участия оператора (некоторые виды мобильных обмотчиков)

Гибкость – могут работать в разных зонах склада

Точность – современные сенсоры минимизируют ошибки

Быстрота операция – робот проводит данное действие быстрее человека и стационарных обмотчиков

Таблица. Характеристики различных типов паллетоупаковки

	Толщина пленки	Производительность	Мощность	Максимальный вес
Ручная	От 17мкм	До 10 пал/час		
Стационарная	От 15-23 мкм	До 20 пал/час	4.7 кВт	До 3000кг
Паллетоупаковщик E-MOTION	От 20 мкм	До 60 пал/час	1 кВт	Неограничен
Паллетоупаковщик WR100	От 20 мкм	До 45 пал/час	1.5 кВт	Неограничен

В заключении важно отметить, что мобильные обмотки превосходят остальные виды обмоток практически во всем. Автоматизированная обмотка поддонов на пищевых производствах – это надёжность, скорость и экономия. Современные паллетообмотчики позволяют минимизировать ручной труд, снизить расход плёнки и обеспечить безопасную транспортировку продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов, Д. А. Автоматизация производственных процессов в пищевой промышленности / Д. А. Гаврилов. — М.: Пищепромиздат, 2020. — 320 с.
2. Козлов, А. В. Роботизация и автоматизация складских процессов / А. В. Козлов, С. Н. Петров. — СПб.: Лань, 2021. — 256 с.
3. Смирнов, Е. Н. Современные технологии упаковки и паллетизации / Е. Н. Смирнов. — М.: Агропромиздат, 2019. — 198 с.
4. Иванов, П. С. Автоматизированные системы обмотки паллетов: преимущества и внедрение // Пищевая промышленность. — 2022. — № 5. — С. 45–50.
5. ГОСТ 33757-2020. Паллеты грузовые. Общие технические условия. — М.: Стандартинформ, 2020

УДК 637.071

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЦИФРОВОЙ МАРКИРОВКИ «ЧЕСТНЫЙ ЗНАК» МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Ю.А. Сапай, магистрант

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

Аннотация. В данной работе рассматриваются основные аспекты внедрения системы «Честный Знак» в производство и оборот молочной продукции, возможные проблемы и предлагаются пути решения. Разработана методика проведения экспериментальных исследований. Рассмотрены вопросы выбора оптимальной схемы расположения контрольной камеры.

Ключевые слова: система «Честный знак», цифровая маркировка, Data Matrix код, система мониторинга, молочная продукция, дополнительный контроль, прозрачность рынка, оптимизация процессов управления качеством.

Молочная промышленность является одной из ключевых отраслей агропромышленного комплекса, обеспечивающей население продукцией, богатой питательными веществами. Однако с увеличением предложения молочной продукции на рынке возрастает и риск появления некачественных или поддельных товаров. В этом контексте особое значение приобретает система маркировки товаров «Честный Знак». Система создана для борьбы с нелегальным производством и защиты интересов граждан. Планируется, что к 2026 году большая часть потребительской корзины будет промаркирована. Для молочной продукции маркировка стала обязательной с июня 2021 года.

Процесс работы данной системы выглядит следующим образом. При производстве каждый молочный продукт получает уникальный QR-код, который содержит информацию о его производителе, составе продукта, дате производства, сроке годности, а также ветеринарный сертификат и разрешительную документацию. Далее производитель продает товар розничным магазинам, которые при приеме товара считывают каждый, после чего размещают на полке магазина. Потребитель, используя мобильное приложение или специальные терминалы, может проверить подлинность товара, считав код с упаковки, что позволяет ему делать более осознанный выбор. Продавая маркированный товар конечному покупателю, продавец пробивает уникальный код через онлайн-кассу, и та передает данные в «Честный знак», после чего система снимает его с учета.

Важнейшей частью такой системы являются устройства для сканирования маркировочных знаков — одна из ключевых технологий, обеспечивающих точность учета товара на всех этапах движения от производителя до конечного потребителя. При фасовке

молочных продуктов над транспортерной лентой фасовочной машины установлена камера (рис. 1), которая считывает уникальные коды на упаковке.



Рисунок 1. Считывающая камера над транспортерной лентой

После считывания внутреннее программное обеспечение передает все записанные коды в систему «Честный знак», которые вводятся в оборот для дальнейших этапов.

Несмотря на очевидные преимущества, главной проблемой стало несоответствие количества кодов, поступивших на склад производства, и кодов, считанных камерой. Особенно остро данная проблема проявляется на крупных заводах по переработке молока, характеризующихся высоким уровнем автоматизации и интенсивностью производственного цикла. Причиной этого может быть человеческий фактор. Например, отбраковщик, установленный на линии, получает сигнал при обнаружении активатором кодов одного из возможных видов брака кода Data Matrix (неправильное освещение или нанесение, измененные настройки камеры и другое), нанесенного на продукцию, и с помощью энкодера продукция отбраковывается в приемный лоток. Оператор в таком случае должен поместить продукцию на ленту перед камерой, чтобы она повторно прошла через сканер и считался код, или отсканировать ручным сканером, но, упустив этот этап, фасовщик продукции может ее отправить сразу в ящик хранения и транспортировки. В таком случае код будет не записан и в магазине продать такой товар не смогут, поскольку он нарушает требования системы и на кассе появляется сообщение «Сомнительный товар» или «Товар не в обороте».

Было решено провести экспериментальную проверку на соответствие количества считанных камерой кодов и передачи их в систему с фактическим количеством кодов, поступивших на склад. Для этого был подключен независимый датчик Sick VTF18-4P1240 (рис. 2) и счетчик ОВЕН СИ8 (рис. 3) для считывания пакетов с кодами маркировки на линии, с последующим сравнением с показаниями камеры и переданными кодами в задание ПО «Хамелеон».



Рисунок 2. Независимый датчик Sick VTF18-4P1240

Характеристики датчика Sick VTF18-4P1240 представлены в (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики датчика Sick VTF18-4P1240

Параметры	Значение
Принцип действия	Датчик с отражением от объекта
Принцип действия, детали	Энергетический, фокусный
Размеры (ШxВxГ)	18 mm x 18 mm x 78 mm
Форма корпуса (выход света)	Цилиндрический
Длина корпуса	78 mm
Расстояние срабатывания	3 mm ... 90 mm
Вид излучения	Инфракрасный свет
Источник излучения	Светодиод
Специальное исполнение	Сфокусированная оптика
Потребление тока	30 mA



Рисунок 3. Счетчик ОВЕН СИ8

Характеристики счетчика ОВЕН СИ8 представлены в (табл. 2).

Таблица 2. Характеристики счетчика ОВЕН СИ8

Параметры	Значение
Диапазон переменного напряжения питания, В	От 90 до 250
Диапазон постоянного напряжения питания, В	От 10,5 до 30
Максимальная потребляемая мощность, ВА, не более	10
Частота входных импульсов, Гц, не более	10000
Длительность входных импульсов, мкс, не менее	50
Частота входного фильтра, Гц	от 1 до 50000
Количество входов управления	4
Напряжение низкого (активного) уровня на входах, В	0...4
Напряжение высокого уровня на входах, В	10...30
Интерфейсы связи	RS-485 (протоколы: Modbus ASCII/RTU, ОВЕН); USB

Эксперимент показал, что количество кодов на счетчике совпадает с фактическим количеством кодов, поступивших на склад. А количество кодов, которое считывает камера – меньше. Другими словами, в задание ПО «Хамелеон» и в дальнейшем в систему «Честный знак» передается меньше кодов, чем есть на самом деле. Таким образом, в магазин могут попасть пакеты с продукцией, на которых код не введен в оборот.

Главной целью проведения эксперимента является модернизация системы считывания кодов Data Matrix на фасовочных линиях, чтобы все коды были зафиксированы и в дальнейшем введены в оборот.

Основная задача заключается в повышении пропускной способности линий упаковки и сокращения количества ошибок при обработке цифровых идентификаторов. Для решения поставленной задачи была определена следующая методика экспериментальных исследований, которая включает несколько ключевых этапов:

1. Подготовительный этап:

1) Провести анализ существующих способов нанесения Data Matrix кодов и их считывания;

- 2) Измерить текущие характеристики функционирования производственной линии (скорость фасовки, обработки кодов и количество ошибок);
 - 3) Подготовить оборудование для проведения экспериментов.
2. Основной этап:
- 1) Установить дополнительную контрольную камеру;
 - 2) Прописать программный код для взаимодействия с существующим ПО.
3. Заключительный этап. Повторное измерение тех же показателей для сравнения результатов.

Методика основана на статистическом анализе производственных показателей до и после внесения изменений. Разработанная методика обеспечивает воспроизводимость и сравнимость результатов, что критически важно при последующем обосновании эффективности и практической применимости предложенного технического решения. Используемый подход позволяет сформировать целостное представление о работоспособности системы и её преимуществах по сравнению со стандартным контролем.

Экспериментальные исследования будут проводиться в условиях сельскохозяйственного предприятия ЗАО племзавод «Ирмень», расположенного в Ордынском районе. На предприятии на всех фасовочных линиях установлен считыватель кодов OmronMicroscanV430-F102M03M-SRX. Данная система идентификации делает 60 кадров в секунду при помощи красного светодиода, имеет монохромный тип камеры, фиксированный фокус 102 мм и поле зрения 67 мм.

Розливо-упаковочный автомат ТАУРАС-ФЕНИКС ТФ 2РПП 21, установленный на предприятии, способен за 10 рабочих часов упаковать 48000 пакетов.

По результатам подготовительного этапа экспериментальных исследований выявлено, что ежедневно около 0,5% пакетов проходят мимо системы учёта, то есть их QR-коды остаются невнесёнными в базу данных вследствие неполадок со считыванием камер. Несмотря на кажущуюся незначительность такого процента, даже столь небольшая погрешность способна привести к ощутимым финансовым потерям и нанести ущерб репутации предприятия.

Для решения данной проблемы было решено добавить контрольную камеру, которая будет повторно сканировать пакеты, находящиеся уже в ящике. Для успешного функционирования модернизированной системы контроля цифровой маркировки «Честный знак» необходимо учитывать следующую схему компоновки:

Этап 1: Установка камеры над зоной контроля. Позиция камеры выбирается таким образом, чтобы исключить искажение изображения вследствие изменения угла обзора. Камеру желательно установить вертикально над зоной, куда поступает продукция. Схема расположения контрольной камеры представлена на (рис. 4).

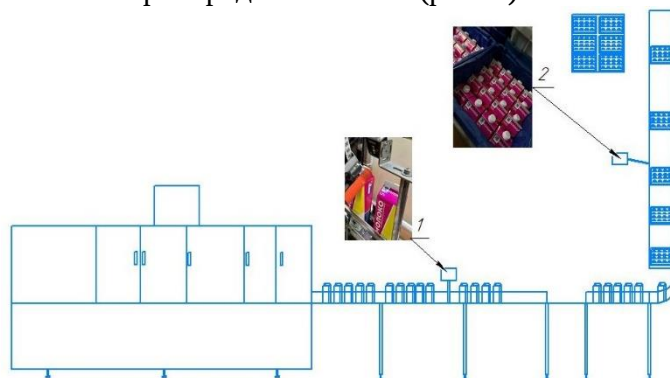


Рисунок 4. Схема расположения основной камеры сканирования кодов (1) и предложенное решение установки контрольной камеры (2)

Этап 2: Осветительное оборудование. Над рабочей зоной устанавливается осветительная панель, обеспечивающая достаточное количество света для качественного

снимка. Оптимально использование рассеянного светового потока, минимизирующего появление теней и отражений.

Этап 3: Механическая фиксация объекта контроля. Продукция должна располагаться в коробке таким образом, чтобы упаковка с нанесённым кодом находилась сверху. Важно обеспечить плотное размещение пакетов внутри коробки, исключив возможность случайного сдвига во избежание ошибок считывания.

Этап 4: Автоматическое считывание и передача данных. Полученные снимки автоматически передаются на сервер, оборудованный специальным ПО для распознавания QR-кодов и сопоставления полученных данных с базой данных ГИС МТ «Честный знак». В случае попадания под камеру кода, который не считала первая камера, он будет добавляться в базу всех кодов, а коды, которые попали повторно не будут учитываться.

Для реализации задачи будет использоваться язык программирования Python вместе с библиотекой sqlite3 для хранения уникальных Data Matrix-кодов в базе данных SQLite.

Этап 5: Обеспечение связи с серверами «Честный знак». Устанавливается высокоскоростное сетевое подключение между контроллером камеры и удаленными ресурсами сервера «Честный знак». Используется шифрование передаваемых данных для предотвращения несанкционированного вмешательства.

Кроме того, важно предусмотреть механизм оперативного уведомления оператора в случае обнаружения отклонений или проблем с качеством маркировки (звуковой сигнал или уведомление). Регулярная проверка настроек освещения и проведение калибровки оборудования также станут частью комплекса мер по обеспечению бесперебойности процесса.

Исследование показало значительное улучшение основных показателей после внедрения дополнительной камеры считывания QR-кодов на участке производства. Полученные данные свидетельствуют о возможности роста производительности до 15% и снижении доли ошибок распознавания почти вдвое. Дальнейшее развитие проекта предполагает распространение положительного опыта на другие участки предприятий и разработку рекомендаций по масштабированию внедряемых решений.

Таким образом, предложенная техническая система доказала свою практичность и способность существенно повысить контроль качества цифровых маркировок молочных продуктов, обеспечив точное выполнение требований федерального проекта «Честный знак».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 15 декабря 2020 г. № 2099 «Об утверждении Правил маркировки молочной продукции средствами идентификации и особенностях внедрения государственной информационной системы мониторинга товарооборота, подлежащих обязательной маркировке средствами идентификации».
2. Инструкция по работе с ПО Мастер «Инавтоматика».
3. Паспорт контроллера со счетным модулем NH1P2-9B24DT1.
4. Паспорт этикетировочной машины XLS204 RH.
5. Спецификация считывателя кодов Omron Microscan V430 -F102M03M-SRX.
6. Оценка возможности использования системы технического зрения для контроля маркировки готовой молочной продукции / М. Ю. Музыка, М. М. Благовещенская, И. Г. Благовещенский [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. – № 4. – С. 187-205.
7. Сапай, Ю. А. Опыт работы с системой "Честный знак" / Ю. А. Сапай, Е. А. Пшенов // Состояние и инновации технического сервиса конструкций, машин и оборудования : Материалы XVI международной научно-практической конференции, посвященной 80-ти летию Инженерного института, Новосибирск, 13–15 ноября 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 309-312.
8. Шутова, О. А. Применение системы «честный знак» в целях улучшения контроля качества молочной продукции / О. А. Шутова, М. В. Борисова // Инновационные

технологии в науке: управление качеством, метрологическое обеспечение, новые подходы и цифровизация производства в сфере АПК : Сборник научных материалов I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к Всемирному дню метрологии, Саратов, 28 апреля 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2023. – С. 202-210.

УДК 621.6.04

ЭФФЕКТИВНОЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ЗЕРНА И СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ

Н.А. Ломаковская студент

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

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье рассмотрены средства механизации транспортировки зернового сырья. Представлено сравнение технических характеристик транспортёров и пневмотранспортёров

Ключевые слова: ленточный транспортер, скребковый транспортер, элеватор, пневмотранспортер.

Транспортировка зерна, муки, комбикормов и других сыпучих продуктов – критически важный процесс в агропромышленном комплексе, мукомольной и пищевой промышленности. От выбора правильного оборудования зависят сохранность качества продукта, производительность, энергоэффективность и общие эксплуатационные расходы. Два основных класса оборудования для этих задач – механические транспортеры и пневматические транспортные системы. Рассмотрим их особенности, преимущества и недостатки.

1. Механические Транспортеры:

Этот класс включает в себя устройства, перемещающие продукт с помощью движущихся механических элементов:

Ленточные транспортеры: Самая распространенная технология для горизонтального и наклонного перемещения на значительные расстояния. Зерно лежит на непрерывной ленте.



Рисунок 1. – Ленточный транспортер

Плюсы:

- высокая производительность (десятки и сотни тонн в час);
- большая длина транспортировки (сотни метров);
- низкое энергопотребление на тонну продукта на больших дистанциях;
- минимальное повреждение продукта (особенно важно для семенного зерна);
- относительно простая конструкция и обслуживание.

Минусы:

- ограниченная гибкость трассы (в основном прямые линии, повороты сложны и требуют перегрузки);
- требуют много места;
- сложность герметизации (пыление, потери продукта);
- риск загрязнения ленты (смазка, пыль).

Цепные (Скребковые) транспортеры: Зерно перемещается скребками, прикрепленными к движущейся цепи внутри желоба.



Рисунок 2. - Скребковый транспортер

Плюсы:

- хорошая герметичность (меньше пыли);
- возможность транспортировки под крутыми углами и вертикально;
- могут транспортировать "горячий" продукт (например, из сушилки);
- компактны в сечении.

Минусы:

- более высокий износ цепи и скребков (особенно при абразивных продуктах);
- повышенный риск повреждения зерна скребками;
- выше энергопотребление по сравнению с лентой;
- ограниченная длина и производительность;
- шум при работе.

Винтовые (Шнековые) конвейеры: Продукт перемещается вращающимся винтом внутри желоба.

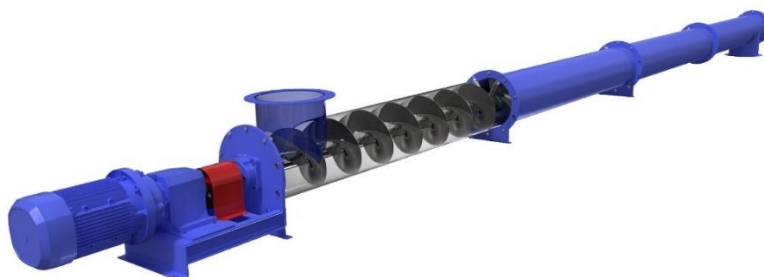


Рисунок. 3. - Шнековый конвейер

Плюсы:

- идеальны для точной дозировки и подачи;

- полная герметичность.
- компактность;
- могут работать как смесители.

Минусы:

- высокий риск повреждения продукта (особенно хрупкого);
- ограниченная длина (из-за прогиба вала);
- высокое энергопотребление;
- не подходят для липких продуктов.

Элеваторы (Ковшовые): Вертикальное транспортирование с помощью ковшей на ленте или цепи.

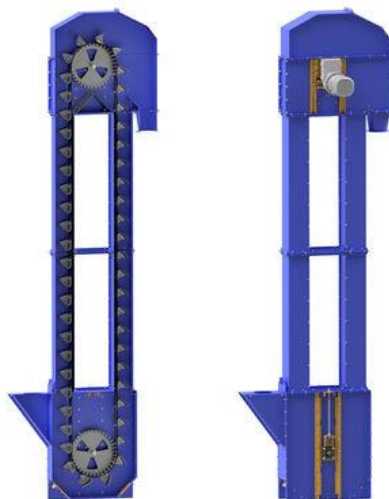


Рисунок 4. – Элеватор

Плюсы:

- эффективное вертикальное перемещение на большую высоту;
- относительно высокая производительность.

Минусы:

- риск повреждения зерна при зачерпывании и выгрузке;
- сложность обслуживания головки и башмака;
- пыление в зоне загрузки/выгрузки;
- требуют высотного здания.

2. Пневмотранспортеры: Гибкость и Герметичность

В этих системах продукт перемещается потоком воздуха по трубопроводам.

Основные типы:

Нагнетательные (Под давлением): Компрессор нагнетает воздух в начале линии, увлекая продукт.

Всасывающие (Под вакуумом): Вакуумный насос создает разрежение в конце линии, втягивая продукт.

Комбинированные: сочетают оба принципа.

Плюсы Пневмотранспорта:

1. Максимальная гибкость трассировки: Трубопроводы легко огибают препятствия, прокладываются в стесненных условиях, на большие расстояния (особенно всасывающие) и высоту. Идеальны для модернизации существующих заводов.

2. Полная герметичность: Минимизирует потери продукта и пылевыведение в окружающую среду, улучшает санитарию и безопасность (взрывоопасная пыль).

3. Автоматизация и чистота: Легко интегрируются с весами, дозаторами, силосами. Точки загрузки и выгрузки компактны.

4. Защита продукта от внешней среды: Герметичность предотвращает увлажнение и загрязнение.

5. Простота распределения продукта: Один трубопровод может подавать продукт в несколько точек (с помощью разветвителей). Одна линия может забирать продукт из нескольких точек (всасывающий).

6. Относительно низкие затраты на монтаж (особенно для сложных трасс).

Минусы Пневмотранспорта:

1. Высокое энергопотребление: Основной недостаток. Затраты на сжатие воздуха или создание вакуума значительны, особенно на большие расстояния/высоты и при высокой производительности.

2. Риск повреждения продукта: Столкновения частиц с трубами, арматурой и друг с другом (особенно на поворотах) могут дробить зерно, лущить оболочки, разрушать гранулы.

3. Ограниченная производительность на тонну диаметра трубы: По сравнению с транспортерами.

4. Повышенный износ трубопроводов и арматуры: Особенно на поворотах и при абразивных продуктах.

5. Сложность системы: требуются сепараторы (циклоны, фильтры), воздуходувки/компрессоры, системы управления, шумоглушители.

6. Шум: Воздуходувки/компрессоры – источник шума.

7. Ограничения по продукту: Неэффективны для очень влажных, липких, волокнистых или сильно сегрегирующихся материалов.

Таблица 1 – Сравнение механических транспортеров и пневмотранспортеров

Критерий	Механические Транспортеры (лента, цепь)	Пневмотранспортеры
Гибкость трассы	Низкая (в основном прямые линии)	Очень высокая
Герметичность	Низкая / средняя (пыление)	Высокая / полная
Повреждение продукта	Низкое (особенно лента)	Среднее / высокое
Энергопотребление	Низкое (особенно лента на дистанции)	Высокое
Производительность	Очень высокая	Ограничена диаметром трубы
Дальность / Высота	Большая дальность (лента), высота (эл.)	Большая высота, средняя дальность
Занимаемое пространство	Большое (особенно лента)	Компактное (трубы)
Стоимость монтажа	Средняя / высокая (особенно длинные линии)	Средняя (гибкость удешевляет)
Сложность системы	Относительно простая	Более сложная (сепараторы, вент.)
Техобслуживание	Проще (доступ к узлам)	Более сложная (трубопроводы, фильтр)
Распределение / сбор	Сложно	Легко (разветвители)
Чистота / Санитария	Средняя	Высокая
Шум	Средний (двигатели, цепи)	Средний / Высокий (вент./компр.)

Таблица 2 – Сравнение технических характеристик механических транспортёров и пневмотранспортёров

Характеристика	Транспортеры (механические)	Пневмотранспортеры
Тип перемещения груза	Лента, скребки, ковши, ролики	Потоком воздуха (нагнетание/разрежение)
Производительность	До 5000 т/ч (ленточные)	До 200 т/ч (зависит от мощности системы)
Дальность транспортировки	До 10–15 км (ленточные)	До 1–3 км (реже до 5 км)
Скорость перемещения	0,5–5 м/с (ленточные)	10–30 м/с (воздушный поток)
Груз	Кусковой, сыпучий, штучный	Только сыпучий, порошкообразный, гранулы

Угол наклона	До 30° (ленточные), до 90° (ковшовые)	Гибкость трассы (вертикальные участки)
Энергопотребление	Умеренное (зависит от длины и нагрузки)	Высокое (из-за компрессоров/вентиляторов)
Пыле- и газозащита	Требует дополнительных укрытий	Герметичность (минимизация потерь)
Абразивный износ	Высокий (контакт с лентой/цепями)	Низкий (меньше контакта с поверхностями)
Сложность монтажа	Средняя/высокая (зависит от длины)	Средняя (трубопроводы, фильтры)
Ремонт и обслуживание	Замена изношенных частей (ленты, ролики)	Чистка труб, замена фильтров, ремонт насосов
Стоимость	Зависит от длины, но обычно дешевле на малые дистанции	Дороже из-за энергозатрат и оборудования
Применение	Шахты, стройка, сельское хозяйство, склады	Химическая, пищевая промышленность, цемент

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АО «ПАРИТЕТ» : официальный сайт завода производителя. <https://paritet.ural.com>
2. КИРОВМАШХОЛДИНГ : официальный сайт завода производителя. <https://novosibirsk.kirovmash.com>
- 3 АГРОПОСТАВКА официальный сайт завода производителя <https://ap-nn.com>
4. Кировский завод металлоизделий «ТЕХНОСПЕКТР» официальный сайт завода производителя <https://technospectr.com/>
5. Польшакова, Н. В. Разработка научно-методических подходов повышения эффективности автотранспортных перевозок зерна в регионе / Н. В. Польшакова, Е. В. Александрова // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 3(96). – С. 124-133.

УДК 664.723.047

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУНКЕРА АКТИВНОГО ВЕНТИЛИРОВАНИЯ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ ДЛЯ ПОДОГРЕВА ЗЕРНА

А. С. Дубоносова, студент

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

Аннотация Зимние условия в Сибири представляют собой серьезный вызов для хранения и обработки зерна. Низкие температуры могут негативно сказаться на качестве зерна, приводя к его порче и снижению технологических свойств. В данной статье рассматривается использование бункера активной вентиляции в качестве подогревателя зерна в зимний период, а также его влияние на качество зерна и эффективность производственных процессов. Гидротермическая обработка зерна является важным технологическим процессом в мукомольном производстве, направленным на улучшение технологических и потребительских свойств зерна.

Ключевые слова: бункер активной вентиляции, хранение зерна, подогрев зерна, циркуляция воздуха, нагрев воздуха, температура и влажность, автоматизированные системы управления, вентиляторы, теплообменники.

Гидротермическая обработка зерна (ГТО) – это комплекс операций с зерном, цель которого заключается в направленном увеличении разницы сопротивления разрушающим усилиям оболочек и эндосперма зерна. При этом на мукомольном заводе ГТО проводят так, чтобы снизить сопротивление разрушающим усилиям эндосперма и повысить эластичность и прочность оболочек. [1]

Под процессом ГТО понимается воздействие на зерно воды и температуры в течение определенного времени. Задача инженератехнолога состоит в оптимальном сочетании

перечисленных воздействий с тем, чтобы обеспечить максимальную технологическую и экономическую эффективность переработки зерна. Современные мельницы с гидротермической обработкой очень важный и абсолютный этап к помолу, этот процесс очень важен и обязательно к использованию на наших мельницах. Сибирь характеризуется суровыми зимами с низкими температурами, что создает трудности для хранения зерна. Неправильные условия хранения могут привести к замерзанию зерна, его порче и снижению качества. В связи с этим, необходимы эффективные методы подогрева и поддержания оптимальных условий хранения. Одним из таких методов является использование бункера активной вентиляции, который позволяет не только подогревать зерно, но и контролировать его влажность и температуру [3]

Одним из наиболее серьезных последствий хранения зерна в зимний период является риск его замерзания. Низкие температуры могут привести к образованию ледяной корки на поверхности зерна, что затрудняет его дальнейшую переработку. Замерзшее зерно теряет свои технологические свойства, такие как водопоглощение и клейковина, что негативно сказывается на качестве муки. Длительное хранение зерна в неблагоприятных условиях может привести к потере питательных веществ. Если зерно, хранящееся в бункере, подвергается негативным воздействиям, это может привести к снижению качества конечного продукта. Например, мука, произведенная из замерзшего или испорченного зерна, будет иметь низкие технологические характеристики, что негативно скажется на ее использовании в производстве хлебобулочных изделий. Хранение зерна в зимний период может существенно повлиять на его выход, то есть на количество зерна, которое можно использовать для переработки в муку или другие продукты. [5]

Согласно исследованиям интенсивности поглощения воды зерном при ее различной температуре по Л. Е. Айзиковичу, зерно, поступающее на переработку в зимнее время имеет отрицательную температуру и характеристики. Общий выход муки одинаковый, но при подаче зерна высшего сорта с 0 температурой по отношению к зерну с нормальной температурой (25-30 градусов) теряется около процента высшего сорта. Этот процент уходит в другой сорт муки. При понижении температур до -20 градусов, около 2 процентов ходит в другой сорт. Анализ данных приводит нас к выводу о том, что необходимо подогревать зерно. [3]

Таблица 1. -Влияние температуры на выход (%) и зольность (%) муки при холодном способе ГТО зерна пшеницы I типа по Л. Е. Айзиковичу

Мука	+20	0	-20
Высший сорт	19,8/0,53	19/0,55	18/0,55
Первый сорт	33,6/0,68	32,6/0,68	34/0,75
Второй сорт	21,9/1,10	23,41/77,0875,5	23/1,20
Всего муки	74,9/0,76	75/0,76	75/084

Из данных табл. 1 видно, что в холодное время перед увлажнением целесообразно нагревать зерно до комнатной температуры.

При повышении температуры вода для увлажнения до 45 градусов для подогретого зерна происходит уплотнение клейковины, что улучшает хлебопекарные свойства муки.

На промышленных мельницах используются оперативные бункера (для подогрева), которые имеют такие недостатки как неравномерного нагрева зерна. Система этого бункера нагрева не обеспечивает равномерное распределение тепла, это может привести к перегреву отдельных участков зерна, что негативно скажется на его качестве и может вызвать порчу, что может привести к его повреждению и снижению технологических свойств. Перегрев может также способствовать развитию плесени и других микроорганизмов [4]

В качестве подогрева зерна в зимнее время мы предлагаем бункера активной вентиляции, где подогрев зерна осуществляется с использованием системы, которая

обеспечивает циркуляцию и нагрев воздуха, проходящего через зерно. Этот процесс позволяет поддерживать оптимальные условия хранения и предотвращать негативные последствия, связанные с низкими температурами.

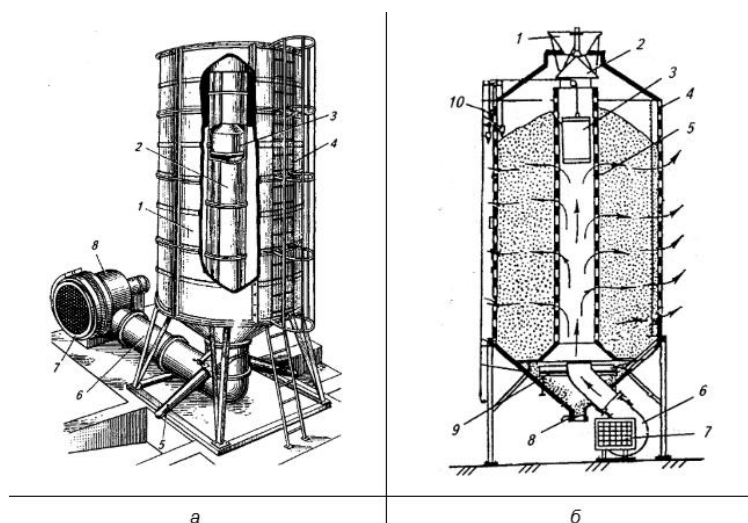


Рисунок 1. Бункер активного вентилирования типа БВ: а – общий вид; б – технологическая схема; 1,2— соответственно наружный и внутренний цилиндры; 3— воздушный клапан; 4— лестница; 5— выводной лоток; б— воздуховод; 7— электродвигатель; 8— вентилятор

Система активной вентиляции включает в себя вентиляторы, которые обеспечивают принудительную циркуляцию воздуха через зерно. Вентиляторы могут быть установлены как в нижней части бункера, так и в верхней, в зависимости от конструкции. Циркулирующий воздух проходит через зерно, что позволяет равномерно распределять тепло.[4]

Для эффективного подогрева зерна необходимо поддерживать оптимальные условия. Это достигается с помощью установки датчиков в бункере, что позволяет контролировать текущие параметры и автоматически регулировать работу системы вентиляции и нагрева. Современные системы управления могут автоматически настраивать параметры работы в зависимости от данных, получаемых от датчиков, что обеспечивает стабильные условия хранения. Настройка скорости работы вентиляторов позволяет контролировать интенсивность циркуляции воздуха и, соответственно, уровень нагрева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимова, Л.В. Проектирование элеваторов с основами САПР / Л.В. Анисимова // Учебное пособие. Барнаул, 2004г. – 546 С.
2. Бутковский, В.А. Технология зерноперерабатывающих производств: учебник / В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников.- М.: Интерграф сервис, 2005г.-405 С.
3. Вашкевич В.В., Горнец О.Б., Ильичев Г.Н. Технология производства муки на промышленных и малых мельзаводах // Учебное пособие - Барнаул: 1999. - 215 с., ил.
4. Трисвятский, Л.А. и др. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Б.В. Лесик, В.Н. Курдина; под ред. Л.А. Трисвятского // – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 С., ил.
5. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на посевные качества семян [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: http://www.agromage.com/stat_id.php?id=15.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Н.А. Зюлев студент

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

Аннотация. В статье рассматривается концепция системы автоматического управления для гидротермической обработки зерна. Предложенный подход основан на использовании современных средств автоматизации и промышленных контроллеров. Особое внимание уделено анализу потенциальных преимуществ системы и её сравнению с существующими зарубежными аналогами.

Ключевые слова: автоматизация, гидротермическая обработка, зерно, система управления, промышленные контроллеры.

Актуальность разработки

Современные условия агропромышленного производства требуют постоянного совершенствования технологических процессов. Гидротермическая обработка зерна остается одним из наиболее сложных для автоматизации этапов производства. Основная сложность заключается в необходимости точного поддержания нескольких взаимосвязанных параметров - температуры, влажности и времени обработки. Существующие системы часто ограничиваются простейшими регуляторами, не обеспечивающими необходимой точности контроля.



Рисунок - Перемещение зерна на гидротермическую обработку.

Разрабатываемая система предлагает принципиально новый подход к управлению процессом. В её основе лежит использование промышленных программируемых контроллеров и современных датчиков. Предполагается, что такая архитектура позволит достичь более точного контроля параметров обработки по сравнению с традиционными решениями.

Концепция системы

Основой системы должен стать промышленный контроллер, обрабатывающий данные от комплекса датчиков. Для измерения температуры планируется использовать термпары типа РТ100, известные своей стабильностью и точностью. Контроль влажности может осуществляться с помощью емкостных гигрометров, хорошо зарекомендовавших себя в пищевой промышленности.

Управляющие сигналы будут поступать на исполнительные механизмы - регулирующие клапаны подачи пара и воды, а также частотные преобразователи для управления вентиляторами. Особенностью системы станет использование каскадного регулирования, где первичный контур контролирует температуру, а вторичный - влажность. Такой подход теоретически должен обеспечить более стабильные параметры обработки.

Потенциальные преимущества

Анализ предлагаемого решения позволяет выделить несколько возможных преимуществ. Более точное поддержание температурного режима может положительно сказаться на качестве обработки зерна. Использование современных датчиков и алгоритмов регулирования потенциально способно снизить энергопотребление процесса. Автоматизация управления теоретически должна уменьшить влияние человеческого фактора и повысить стабильность технологического процесса.

Важным аспектом является возможность интеграции системы с существующими производственными линиями. Разрабатываемая архитектура предусматривает различные варианты подключения к оборудованию, что делает систему универсальной для разных типов предприятий.

Сравнительный анализ

На мировом рынке представлено несколько интересных решений для автоматизации гидротермической обработки. Немецкая система ThermoPro от компании Bühler использует инфракрасные датчики температуры и сложные алгоритмы управления. Её главным недостатком является высокая стоимость, ограничивающая применение на средних и малых предприятиях.

Американская разработка GrainExpert от AGCO основана на аэродинамических принципах сушки. Система демонстрирует хорошие результаты на крупных производствах, но требует квалифицированного обслуживания. Китайский аналог SmartGrain от Zoomlion предлагает более доступное решение, но уступает в точности контроля параметров.

Предлагаемая система пытается найти баланс между стоимостью и функциональностью. В отличие от дорогих зарубежных аналогов, она ориентирована на предприятия среднего масштаба. При этом использование современных компонентов и алгоритмов должно обеспечить достаточную точность управления процессом.

Успешная реализация проекта может открыть новые возможности для автоматизации зерноперерабатывающих предприятий. Особый интерес представляет потенциальная интеграция системы с другими автоматизированными процессами производства. В перспективе возможно создание единой системы управления всем технологическим циклом.

Дальнейшее развитие концепции может включать внедрение элементов искусственного интеллекта для прогнозирования параметров обработки. Также перспективным направлением видится разработка мобильных интерфейсов для удаленного контроля процесса.

Рассмотренная концепция системы автоматизации гидротермической обработки зерна представляет интерес для современного агропромышленного производства. Предложенный подход сочетает использование современных технических средств с ориентацией на практическую реализацию. Дальнейшая работа должна быть направлена на детальную проработку технических решений и создание опытного образца системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов В.А., Смирнов И.Н. Автоматизация процессов гидротермической обработки зерна в агропромышленном комплексе // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2023. №3. С. 56-63.
2. Петрова Л.М., Громов Д.К. Современные системы управления технологическими процессами в зернопереработке // Автоматизация в промышленности. 2022. №5. С. 34-41.
- Белов А.С., Козлова Е.В. Цифровые технологии в контроле параметров гидротермической обработки зерна // Агроинженерия. 2023. №1. С. 22-29.

3. Соколов Д.В., Михайлова О.А. Применение SCADA-систем в сельскохозяйственном производстве // Инженерный вестник. 2021. №4. С. 45-52.

4. Ильин Н.П., Федорова Т.Г. Оптимизация режимов гидротермической обработки зерна с использованием нейросетевых алгоритмов // Пищевые технологии и автоматизация. 2022. №7. С. 18-25. Гаврилов К.Р., Тихонова М.А. Автоматизированные системы контроля влажности и температуры зерна // Агропромышленный комплекс: технологии и автоматизация. 2023. №2. С. 61-68.

УДК 664.785

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОПАРИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЗЕРНА

Нгулу-А-Ндзели, аспирант

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

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. Статья посвящена анализу существующих конструкций технологических оборудований и способов гидротермической обработки фуражного зерна, предназначенных для сохранения витаминов, ферментов и биологически активных веществ.

Ключевые слова: зерно, пропариватель, охладитель, кондиционер, гидротермическая обработка зерна.

Значение тепловой обработки в сельскохозяйственном производстве огромно. На этот процесс затрачивают около 15 % добываемого в стране топлива в год.

При тепловой обработке изменяются структурно-механические, физико-химические и органолептические свойства продукта, определяющие его конечное качество.

Тепловая обработка зерна находит широкое применение в различных технологических процессах производства, переработки и хранения продукции растениеводства. Тепловую обработку применяют для сушки продовольственного и обработки семенного зерна, подготовки кормов к скармливанию, подготовки сырья к хранению, его переработке и т.д.

Тепловая обработка зерна – это процесс воздействия на него температуры, как индивидуального физического фактора. Возможно также и совместное влияние температуры с влагой или давлением (гидротермическое, баротермическое воздействие). Выбор способа тепловой обработки зависит от технологических свойств обработанного зерна.

На рисунке 1 представлены основные виды тепловой обработки зерна в различных процессах его переработки в кормовые и продовольственные продукты.



Рисунок 1. – Основные виды тепловой обработки

Пропаривание – один из важных этапов тепловой обработки зерна в процессе его подготовки к переработке в крупу. Его проводят при высокой температуре (свыше 100 °С) и избыточном давлении до 0,3 МПа. Сущность химических преобразований в процессе пропаривания заключается в частичной клейстеризации крахмала, образовании небольшого количества декстринов, обладающих клеящими свойствами, и т.д.

Поджаривание зерна применяют при производстве комбикормов для молодняка животных, у которых недостаточно развита ферментативная система (крахмал злаковых культур для них трудно переварим). При этом виде теплового воздействия нагрев зернового слоя происходит при обдувании его горячим воздухом или непосредственном контакте зерна с сильно нагретыми поверхностями.

Зерно подогревают при постоянном помешивании коричневого или коричневого цвета. Крахмал в результате теплового воздействия превращается в более простые углеводы – декстрины, мальтозу, кроме того, высокая температура убивает различные патогенные грибки.

Несовершенство технологического оборудования для тепловой обработки зерновых культур отражается на качестве выпускаемых комбикормов, создает дополнительные технологические затруднения при соблюдении режимов обработки, вызывает необходимость введения вспомогательных операций для достижения требуемого качества готовой продукции, что приводит к увеличению себестоимости продукта. В связи с возрастающей важностью тепловой обработки зерновых культур, ее интенсификации и повышении тепловой эффективности появилась необходимость разработки научно обоснованных технологических режимов процесса и устройств его реализующих.

Для реализации процессов пропаривания и поджаривания нашли широкое применение горизонтальные кондиционеры-пропариватели.

1. Кондиционер-пропариватель с паровой обвязкой предназначен для влаготепловой обработки – кондиционирования ферментной системы подготовленной сои и других видов сырья. Обработка происходит путём кратковременного интенсивного нагрева и увлажнения острым паром перед экструдированием. Такая предварительная обработка облегчает процесс экструдирования, обеспечивает стабильное качество продукции и увеличение производительности экструдера.

В случае, если исходное сырьё пересушено допускается ввод в кондиционер-пропариватель водяного насыщенного пара.

Также кондиционеры-пропариватели могут применяться для подогрева и увлажнения продуктов перед любыми другими технологическими операциями, где это необходимо.

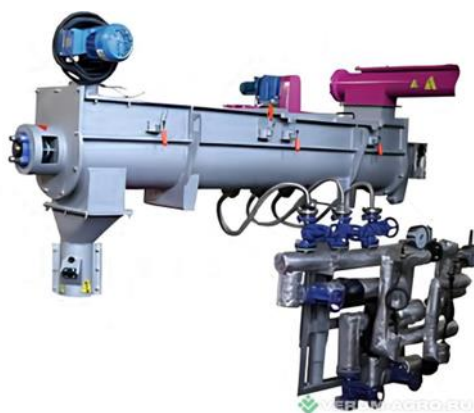


Рисунок 2. - Кондиционер-пропариватель с паровой обвязкой

2. Пропариватель горизонтальный. Пропариватель состоит из загрузочного и разгрузочного устройств, цилиндрического корпуса с коническим днищем и сферической крышкой. Внутри корпуса расположен парораспределительный коллектор в виде пирамиды,

позволяющий равномерно распределить пар среди зерновой массы. Снаружи корпус снабжён арматурой подачи пара и сброса конденсата, а также контрольными устройствами и предохранительным клапаном. Зерно подаётся из надпропарного бункера через наклонный приёмный патрубок во внутреннюю полость пропаривателя. При помощи мешалки с лопастями обеспечивается перемешивание зерна и его равномерная обработка паром. Подача пара осуществляется при помощи специальных форсунок, которые подключены к паровому коллектору. Далее зерно самотёком поступает в temperирующий бункер для окончания гидротермической обработки.



Рисунок 3. - Пропариватель горизонтальный

3. Кондиционер-смеситель— это устройство, которое смешивает компоненты рассыпного комбикорма, подготавливая его к гранулированию или экструдированию. Предварительный кондиционер представляет собой горизонтальный лопастной смеситель, в корпусе которого установлены устройства (форсунки) для подачи горячей воды или водяного пара. В процессе перемешивания происходит нагрев и увлажнение корма, что улучшает его пластичность.

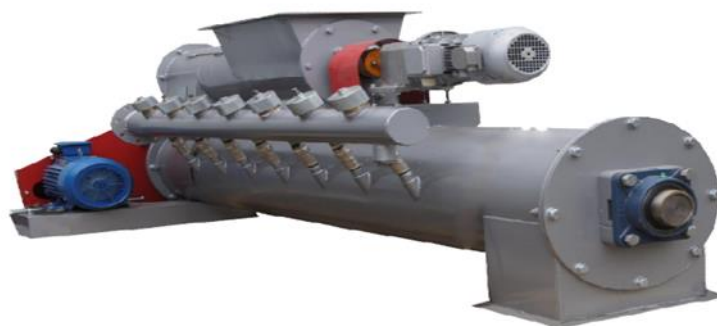


Рисунок 4. – Кондиционер-смеситель

Следовательно, поиск новых решений по технологии подготовки зерна, такого как ячмень и овёс, дроблением в крупу для кормления молодняка животных и птицы представляет весьма актуальный научный вопрос в составе общей проблемы кормления животных применительно к условиям хозяйств, а внедрение их может способствовать получению существенного экономического эффекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липова Е. А., Уталиева Ф. К. Использование экструдированных кормов в кормлении сельскохозяйственной птицы [Текст] / Липова Е. А., Уталиева Ф. К. // Материалы Национальной научно-практической конференции «Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI веке»: Тез. докл. – М.: 2021. – С. 273-278.

2. Итоги года: производство продукции аквакультуры в 2019 году выросло на 20 % [Электронный ресурс]. URL:<http://www.aquacultura>.

3. Смирнова, И. Р. Зоогигиеническая оценка рыбных кормов для пушных зверей / И. Р. Смирнова, С. Н. Глебочев, Д. Е. Зазнобин // Ветеринария. – 2014. – № 4. – С. 49-53.
4. Meghwal M., Goyal M.R. (ed.). Developing technologies in food science: status, applications, and challenges. CRC Press. 2017. [org/news/itogi-goda-proizvodstvo-produktsii-akvakultury-v-2019-godu-vyroslo-na20](http://news.itogi-goda-proizvodstvo-produktsii-akvakultury-v-2019-godu-vyroslo-na20).
5. Ostrikov A.N., Kleymenova N.L., Bolgova I.N. and Kopylov M.V. Gas Chromatographic Analysis of the Fatty Acid Composition of Mustard Oil Obtained by Cold Pressing (method) // Emirates Journal of Food and Agriculture. 2020. V. 32 (5) 2020. P. 391-6.

Актуальные вопросы применения робототехнических средств

УДК 621.865.8

ОБЗОР НА ПОРТАЛЬНЫЕ РОБОТЫ-МАНИПУЛЯТОРЫ

П. С. Каликин, студент

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

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В данной статье проведен анализ существующих конструкций порталных роботов-манипуляторов.

Ключевые слова. порталный робот-манипулятор, перенос упаковок, складское оборудование, автоматизация.

В настоящее время на многих складах переносом и укладкой упаковок с продукцией занимаются люди, что пагубно сказывается на их физическом состоянии, а также из-за усталости человека, при продолжительной работе, снижается точность и аккуратность укладки продукции. Внедрение порталного робота-манипулятора избавляет предприятие от трудовых, временных и финансовых издержек.

Что такое порталный робот-манипулятор?

Портальный робот-манипулятор (рис. 1) — это автоматизированная система, которая использует механизмы перемещения по двум или более осям для выполнения манипуляций с объектами. Обычно он состоит из трех основных компонентов:

1. Структура портала: это каркас, который поддерживает движение манипулятора. Он может быть стационарным или мобильным.
2. Манипулятор: это часть робота, которая выполняет операции с объектами, такие как захват, перемещение и размещение.
3. Система управления: Она отвечает за координацию действий робота, обеспечивая точность и эффективность выполнения задач.

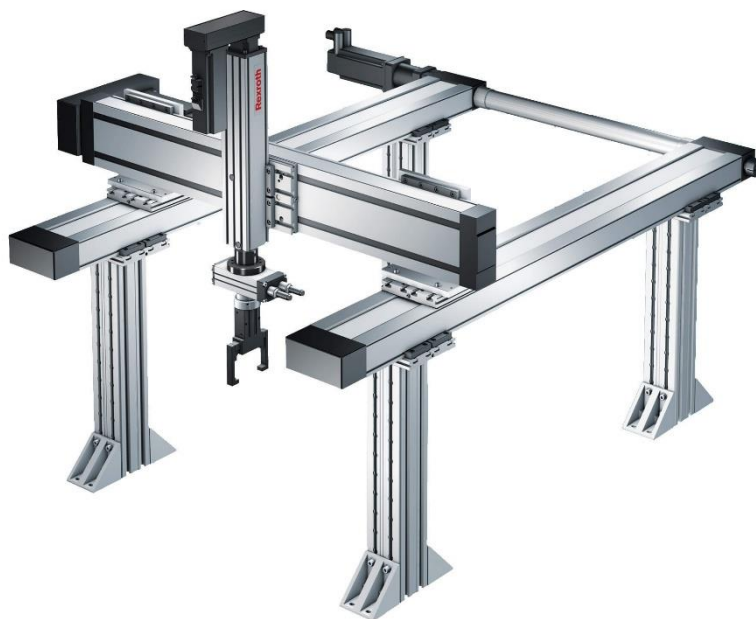


Рисунок 1. - Портальный робот-манипулятор

Типы порталных роботов:

1. Двухосевые портальные роботы-манипуляторы (рис. 2)

Эти устройства перемещаются по двум осям и могут выполнять простые задачи, такие как перемещение легких грузов.



Рисунок 2. - Двухосевой портальный робот-манипулятор

Таблица 1. Технические характеристики портального робота-манипулятора RL2

Количество осей	Перемещение (м)	Скорость перемещения (м/с)	Макс. грузоподъемность (кг)	Напряжение питающей сети (В)
2	10	1 м/с	500	380

2. Трехосевые портальные роботы-манипуляторы (рис. 3)

Добавление третьей оси позволяет этим роботам работать с более сложными задачами, такими как упаковка, палетизация и работа с тяжелыми грузами.



Рисунок 3. - Трехосевой портальный робот-манипулятор

Таблица 2. Технические характеристики портального робота-манипулятора RP3

Количество осей	Перемещение (м)	Скорость перемещения (м/с)	Макс. грузоподъемность (кг)	Напряжение питающей сети (В)
3	10	1	750	380

3. Многоосевые портальные роботы-манипуляторы (рис. 4)

Эти роботы могут иметь более четырех осей и часто используются для высокоточных операций в производстве или медицине, где требуется высокая степень свободы.



Рисунок 4. Многоосевой порталный робот-манипулятор.

Таблица 3. Технические характеристики порталного робота-манипулятора РТК AVANRobot

Количество осей	Перемещение (м)	Скорость перемещения (м/с)	Макс. грузоподъемность (кг)	Напряжение питающей сети (В)
6	1,5	1,25	10	380

Принцип работы

Портальные роботы-манипуляторы работают на основе программируемых алгоритмов, которые позволяют им выполнять заранее заданные операции. Они могут быть оснащены различными типами захватов (пинцеты, магнитные захваты и т.д.), что позволяет им работать с объектами различной формы и веса. Управление может осуществляться как вручную, так и автоматически через программное обеспечение.

Применение

Портальные роботы-манипуляторы находят применение в самых различных сферах:

1. Производство: в сборочных линиях порталные роботы используются для автоматизации процессов, таких как сборка, упаковка и сортировка товаров.
2. Логистика: они помогают в перемещении грузов на складах, обеспечивая быструю и эффективную обработку заказов.
3. Медицина: в хирургии порталные манипуляторы используются для выполнения сложных операций с высокой точностью.

Преимущества

Портальные роботы-манипуляторы обладают рядом преимуществ:

- Высокая точность: они способны выполнять операции с высокой степенью точности, что особенно важно в производстве и медицине.
- Увеличение производительности: роботы могут работать круглосуточно без перерывов, что значительно увеличивает общую производительность.
- Снижение затрат: автоматизация процессов позволяет сократить затраты на трудозатраты и повысить общую эффективность.

Заключение

Портальные роботы-манипуляторы являются важным элементом современного производства и автоматизации. Их способность выполнять задачи с высокой точностью делает их незаменимыми в различных отраслях. Понимание их возможностей и ограничений поможет компаниям эффективно интегрировать порталные роботы-манипуляторы в свои процессы, повышая общую эффективность и снижая затраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://www.fuyumotion.com/>
2. PromRobot24 URL: clck.ru/3MnoGA.
3. Проект-Энерго URL: <https://projectenergo.ru/>.

РОБОТ МАНИПУЛЯТОР ДЛЯ ПЕРЕНОСА СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ

А.А. Тищенко, студент

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

Аннотация. В данной статье рассматривается воздействие современных технологий и механизированных решений на эффективность и качество выпускаемой продукции в производственной сфере. Описываются методы внедрения передовых роботизированных манипуляторов и средств механизации, включая автоматизацию конвейерных линий, автономное перемещение материалов, использование промышленных роботов, применение систем мониторинга и управления, а также оптимизацию логистики продукции.

Ключевые слова: роботизация, современные технологии в производстве, автоматизация, роботизированные системы загрузки, захват.

В современном мире развитие различных технологий идёт большими шагами, и роботы всё чаще заменяют людей. Использование новых технологий позволяет увеличить производительность и увеличить скорость без потери качества выпускаемой продукции, существенно снизить травматизм на рабочих местах, а также снизить затраты предприятия.

На многих предприятиях поставка зерновых кормов к дробилкам осуществляется посредством техники что является достаточно затратным ведь во время перегрузки зерна шнековым погрузчиком в бункер дробилки техника стоит тратя ГСМ, а также время в которое могла совершать работу в другой части предприятия, для решения этой проблемы можно внедрить роботизированную систему загрузки сыпучей продукции следствием данного внедрения будет освобождение единицы техники, исключение из цепочки подачи зерна в дробилку шнекового погрузчика и уменьшение потерь зерна за счёт уменьшения «посредников» в цепи подачи зерна в дробилку.

Принцип работы роботизированной системы загрузки для сыпучей продукции можно описать следующим образом:

1. Подготовка оборудования

Перед началом работы дозатор подбирается согласно параметрам дозирования конкретной продукции. Это включает установку дозатора на манипуляторе, настройку скорости движения манипулятора, регулировку силы захвата (устройство, которое непосредственно осуществляет дозирование) и других параметров.

2. Подача продукции

Подача продукции осуществляется из бункера, либо насыпных куч склада. В зависимости от типа захвата может быть изменён объём дозируемой продукции, а также скорость движения манипулятора.

3. Захват продукции

Специальный механизм захватывает определённый объём продукта. Этот процесс обычно осуществляется с помощью фронтальных погрузчиков или манипуляторов, управление которым осуществляет человек (оператор). Захваченная продукция отделяется от остального объёма товара и удерживается до момента разгрузки.

4. Выгрузка продукции

Когда продукт достигает зоны разгрузки, захват разжимается и продукт попадает на следующий этап производства. Механизм захвата может включать в себя створки захвата, а также механизм сжатия, который обеспечивает плотное смыкание створок захвата что приводит к отсутствию утечек продукции.

5. Контроль качества

Контроль качества осуществляется посредством отбора нескольких проб и последующей их сверки с необходимыми параметрами дозирования.

6. Продолжение производственного цикла

После дозирования продукция отправляется на измельчение.

7. Повторение цикла

Процесс повторяется для каждого рецепта зерносмеси, необходимой для дозирования. Благодаря высокой точности и скорости работы, автоматические объёмные дозаторы обеспечивают непрерывность и стабильность производственного процесса.

Этот принцип работы позволяет эффективно и качественно дозировать продукт для различных технологических операций на различных этапах производства. Применение современных технологий и средств механизации позволяет увеличить производительность и снизить затраты на поддержание работы предприятия. Например, автоматизированное перемещение сыпучих грузов позволяет сократить затраты на труд рабочих, сократить простой техники тем самым уменьшить её износ, а вследствие увеличить скорость производства путём освобождения единиц техники. Использование роботов манипуляторов для перемещения и сыпучих грузов позволяет повысить производительность и снизить затраты на труд при производстве продукции.

А именно объёмный дозатор будет агрегатироваться на работа манипулятора типа дельта, который будет передвигаться по рельсе которая в свою очередь будет начинать свой путь от дробилки и проходить над кучами зерна необходимого для изготовления смеси измельчённых кормов.

В свою очередь манипулятор агрегируемый дозатором будет применяться для переноса сыпучих продуктов (зерна) в зернодробилку с увеличенным объёмом бункера для сыпучей продукции для обеспечения возможности большей её загрузки, а также с целью исключения из цепи транспортировки шнекового погрузчика зерна, а также трактора осуществляющего подвоз зерна к погрузчику.

Роботы манипуляторы для перемещения продукции состоят из нескольких частей. Основным компонентом является захват, система обнаружения продукции либо прописанное в коде её местоположение, а также сам рабочий механизм и система управления. Робот оснащён манипуляторами, которые осуществляют захват продукции. Написанный код определяет необходимый вектор перемещения с финишной точкой и направляет манипуляторы к нему. Система перемещения обеспечивает транспортировку робота с захватом на следующий этап в виде пути «дробилка-необходимая зерновая культура» и контролирует его скорость и положение во время перемещения. Система управления контролирует все процессы, осуществляемые роботом. Роботы манипуляторы для перемещения продукции используют различные методы для идентификации продукции. Один из наиболее распространённых методов на массовых производствах - это использование лазерного сканера. Сканер сканирует конвейерную ленту, определяет положение и наличие продукции и передаёт эти данные в систему управления роботом. На основе этих данных робот определяет положение манипуляторов и осуществляет захват продукции с последующим её переносом. Другой метод идентификации товара - это использование камеры и компьютерного зрения. Камера сканирует ленту подающую продукцию и передаёт изображение в компьютерную систему, которая определяет положение продукции и передаёт эти данные в систему управления роботом. Робот сканирует эту продукцию и определяет её положение. Но для использования его с целью загрузки зерна в дробилку лучше всего подойдёт самый простой способ, а именно прописать в коде положение конкретных зерновых культур использование данного способа облегчит конструкцию, а также существенно удешевит производство и обслуживание робота, а ещё за счёт упрощения конструкции снизится и риск поломок. Роботы манипуляторы для перемещения продукции имеют общую функцию – автоматизированный перенос продукции. Они оснащены манипуляторами, которые могут выполнять различные операции, захват продукции, её удержание, контроль скорости перемещения и т.д.

На (Рис.1) представлено место измельчения зерна, где слева находится бункер накопитель, в который при помощи трактора засыпается зерно, которое в дальнейшем при помощи шнекового погрузчика пересыпается в дробилку, проблема заключается в том, что в

то время, когда бункер наполнен трактор стоит в ожидании освобождения места в бункере для последующей засыпки зерна тратя время, а также ГСМ.



Рисунок 1. - Молотковая дробилка с бункером дозатором и расположение зерна в ангаре

Для исключения из процесса измельчения кормов единицы техники потребуется внедрение роботизированной системы загрузки, которая заменит погрузчик тем самым исключив его простой роботизированная система будет осуществлять забор зерна из куч в ангаре и осуществлять поставку зерна в бункер накопитель по мере необходимости

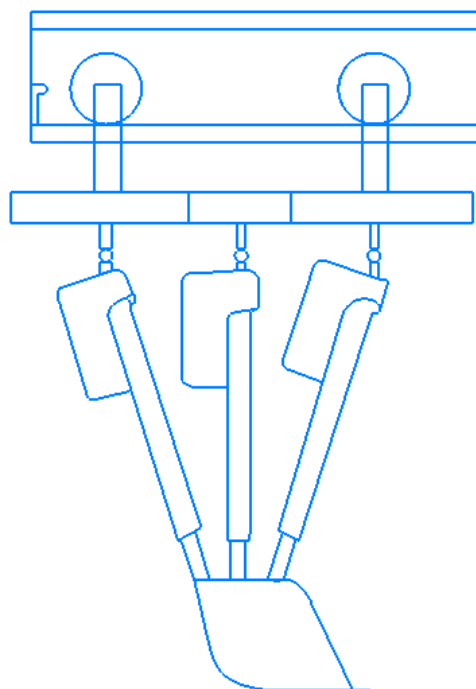


Рисунок 2. - Механизм крепления и передвижения

Механизм передвижения манипулятора будет осуществлён по подобию рельсовой тали (Рис.2) путём прохождения его рельс над кучами с необходимым видом культуры.

Информация о расположении куч будет прописана в коде и далее манипулятор будет сам отмерять необходимую массу засыпаемого в бункер зерна посредством тензо датчика на месте крепления захвата эти данные можно будет изменять путём выбора заранее прописанного рецепта, либо же назначить необходимую массу всыпаемых зерновых в индивидуальных настройках тем самым создав новый рецепт зерносмеси.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что использование роботизированной системы загрузки является эффективным способом повышения производительности предприятия, снижения его затрат, а также потерь зерна при переносе. При правильном выборе оборудования и настройке параметров возможно значительно сократить затраты на производство и повысить конкурентные преимущества предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варшавский А. Е., Дубинина В. В. Мировые тенденции и направления развития промышленных роботов // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2020. №3.
2. https://ru.troysupply.com/high-speed-industrial-delta-robot-spider-robot_p172.html
3. https://smd.com.ru/catalog/robotizatsiya_svarki/svarochnye_roboty/2853/?oid=2857
4. <https://www.pokkels.ru/equipment/cobots/ur3e/>

УДК 66-933.6

РОБОТИЗАЦИЯ ДОЗИРОВАНИЯ ШТУЧНЫХ КУСКОВЫХ ПРОДУКТОВ

Е.Н. Устименко, студент

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

Аннотация. В статье рассматривается вопрос необходимости автоматизации дозирования, таких продуктов переработки птицы, как голень, филе, крыло (плечевая и локтевая часть) и стрипсы по заданному количеству штук в один пакет.

Ключевые слова: штучное дозирование продукта, дозатор, пневмозахват, манипулятор.

Процесс дозирования является одной из важнейших технологических операций на любом производстве. Точность и скорость исполнения операции дозирования определяют производительность линии фасовки и упаковывания готовой продукции. В частности, при производстве продуктов питания, торговые сети, предприятия общественного питания ставят перед производителями мяса птицы конкретные задачи по определенному весу отдельных видов изделий, например колбасных батонов, по определенному количеству изделий в одной упаковке и другие. При этом выполнение некоторых задач связанных с заданным количеством изделий в одной упаковке зачастую выполняются вручную.

Современный подход предполагает использование различных датчиков, счетных устройств, а также роботизированных манипуляторов, способных точно дозировать продукцию, с возможностью ускорить сам процесс. Для технического решения вопроса дозирования, существует отсчитывающее оборудование, которое используется на производствах, например механические, электронные, оптические, а так же счетчики импульсов [1,2,3].

Механические счетчики. Простые в использовании и надежные, но менее точные по сравнению с электронными. Обычно используются для подсчета штучной продукции на конвейере или в процессе упаковки.

Электронные счетчики (рис. 1) Обеспечивают высокую точность и возможность хранения данных. Часто интегрируются в системы автоматизированного учета и контроля производства.



Рисунок 1. Электронный счетчик продукции, объектов, конвейерный с фотоэлектрическим датчиком.

Оптические счетчики. Используют инфракрасные лучи или другие методы оптического определения наличия продукции. Применяются для подсчета бутылок, коробок, деталей и других объектов, проходящих через определенную точку.

Счетчики импульсов. Регистрируют количество электрических импульсов, соответствующих прохождению продукции. Используются в сочетании с датчиками (индуктивными, емкостными, оптическими) для подсчета различных объектов.

При прохождении производственной практики на одной из птицефабрик установлено, что по требованию заказчика, производится фасовка отдельных видов продукции, вручную по пакетам, которые после вакуумируются. Продукция отсчитывается поштучно. Например, голень – 18 шт., филе – 18 шт., крыло (плечевая и локтевая часть) – 60 шт. и стрипсы – 36 шт. в один пакет.

Существующие системы подсчета, как правило, работают на конвейерных линиях, где продукция идет с обязательным разрывом. Сложность фасовки на продукции, изображенной на (рис. 2) обусловлена тем, что продукция поставляется в цех упаковки в ящиках и на столе располагается валом.



Рисунок 2 . Процесс ручной фасовки поштучной продукции на предприятии.

Для дозирования штучных изделий склонных к слипанию есть решение в виде авторского свидетельства № 1044556 (1983г.). Устройство содержит бункер, ленточный транспортер, на выходе которого установлена эластичная шторка, обеспечивающая распределение продукта в один слой на ленте транспортера [4]. Далее продукт попадает в бункер, установленный на весовом устройстве с заслонкой. При этом привод транспортера оснащен электромагнитным тормозом.

Также известен штучный дозатор патент на полезную модель № 118943 РФ, задача которого повышение производительности. Для чего в штучном дозаторе, включающем в себя загрузочный бункер с подающим лотком, накопительную чашу, укрепленную подвижно на станине, блок управления дозатором, поштучное приемное устройство и подъемный механизм с, как минимум, двумя пневмозахватами, причем, поштучно дозируемый продукт с помощью упомянутых пневматических захватов передается непосредственно в приемное устройство, а упомянутая выше накопительная чаша выполнена, например, в виде горизонтального диска, установленного с возможностью вибрации, и имеющего неподвижное ограждение по периферии диска [5].

Одним из решений может стать дозирующий манипулятор, он предназначен для точного дозирования определённых объёмов или масс жидкости, порошка или иных веществ. Задача САУ — поддержание установленной дозы независимо от изменений внешней среды и условий эксплуатации. Производственный цикл состоит из подготовки продукта, дозирования и передачи полученного объёма на последующую операцию.

Манипулятор представляет собой робото-руку, оснащённую пневмозахватом (рис.3) и механизмом дозирования. Устройство способно осуществлять многократные циклы захвата, переноски и дозирования продукта. Манипулятор оснащен несколькими степенями свободы, что позволяет менять направление движений и достигать любой точки рабочего пространства.

Объектом автоматизации является весь рабочий цикл манипулятора, включающий фазы:

- Захвата продукта;
- Перемещения его к месту дозирования;
- Освобождения захваченного объёма или массы;
- Повторения цикла с минимальной погрешностью.

Системы управления дозирующим манипулятором включают следующие компоненты:

- Датчики позиционирования и обнаружения продукта;
- Программируемые логические контроллеры (PLC);
- Регуляторы позиционной точности и скоростных характеристик;
- Человеко-машинный интерфейс (HMI) для управления оператором.

Функциональная схема включает четыре основных этапа:

- Определение позиции и объема продукта;
- Погружение захвата в продукт;
- Отрыв и перенос дозы;
- Дозированное освобождение продукта.
-



Рисунок 3. Манипулятор и пневматический захват.

Так же наиболее эффективны оптические датчики для распознавания присутствия продукта и емкостные датчики для регистрации объема жидкости. Камеры и лазерные дальномеры позволяют определять точные координаты захвата и размера дозы.

Модернизация производства с использованием дозирующего манипулятора уменьшает риски ошибок, повышает производительность и сокращает трудозатраты.

Таким образом, создание эффективной системы автоматического управления дозирующим манипулятором позволяет значительно повысить производительность и снизить производственные издержки. Применение современных технологий делает возможным точное дозирование больших объемов продукта, увеличивая рентабельность предприятия.

Но для того чтобы была возможность использовать данную систему дозирования, необходимо решить такие задачи как: распределение исходного сырья в один слой, а также его позиционирование для обеспечения гарантированного захвата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков, К. А. Дозирующая техника и современное производство. — Новосибирск: Наука, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-02-038964-8.
2. Смирнова, Л. П. Автоматизация процессов дозирования и фасовки: рекомендации и методики. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2023. — 224 с. — ISBN 978-5-222-40312-6.
3. Штейнберг, Я. М. Дозирующие устройства и их применение в промышленности. — Воронеж: ВГУИТ, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-9747-3867-2.
4. Авторское свидетельство № 1044556 А1 СССР, МПК В65В 1/32. Устройство для расфасовки штучных изделий, склонных к слипанию : № 3240274 : заявл. 19.01.1981 : опубл. 30.09.1983 / С. И. Гончаров, А. К. Худяк, Е. Б. Колбачев, А. В. Никитенко ; заявитель НОВОЧЕРКАССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.С.ОРДЖОНИКИДЗЕ. – EDN TWHMJN.
Патент на полезную модель № 118943 U1 Российская Федерация, МПК В65В 35/48. штучный дозатор : № 2012112966/11 : заявл. 03.04.2012 : опубл. 10.08.2012 / А. Н. Девятериков, И. Ю. Стуков ; заявитель Закрытое акционерное общество "НОТИС". – EDN TOSQCI

УДК 621.878/.879

РОБОТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ ТЯЖЕЛЫХ ГРУЗОВ: КОНСТРУКЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ

А.К. Туров, канд. техн. наук, доцент

В.А. Клименко, студент

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье детально рассматривается инновационная разработка роботизированной системы для автоматизации процессов транспортировки и укладки мешков с мукой. Особое внимание уделено уникальным инженерным решениям, обеспечивающим высокую производительность и надежность работы в условиях реального производства. Представленный комплекс сочетает передовые технологии мехатроники и интеллектуального управления, демонстрируя принципиально новый подход к автоматизации складских операций.

Ключевые слова: промышленная автоматизация, роботизированный комплекс, транспортировка сыпучих материалов, интеллектуальные системы управления, пищевое производство

Современные предприятия пищевой промышленности, особенно мукомольные производства, сталкиваются с комплексом проблем при организации процессов транспортировки и складирования готовой продукции. Традиционные методы ручной укладки мешков массой 25-50 кг не только требуют значительных физических усилий от работников, но и создают повышенный риск производственного травматизма. Существующие механизированные решения, такие как конвейерные системы или простые подъемные механизмы, часто оказываются недостаточно эффективными из-за ограниченной функциональности и неспособности адаптироваться к изменяющимся условиям производства.

Разработанный роботизированный комплекс представляет собой принципиально новое решение, учитывающее все особенности работы с тяжелыми сыпучими материалами. Конструкция системы основана на принципах модульности и масштабируемости, что позволяет легко адаптировать ее под конкретные производственные условия различных предприятий. Основной несущий каркас выполнен из специальных алюминиевых сплавов с добавлением кремния и магния, что обеспечивает оптимальное сочетание прочности и

легкости конструкции. Особое внимание при проектировании было уделено вопросам устойчивости системы к вибрациям, перегрузкам и агрессивной производственной среде.

Кинематическая схема манипулятора включает шесть степеней свободы с комбинированным использованием редукторных и безредукторных приводов. Такое решение обеспечивает оптимальное сочетание точности позиционирования и быстродействия системы. Каждый сустав оснащен высокоточным абсолютным энкодером с разрешением 21 бит, что позволяет контролировать положение звеньев с точностью до 0,01 градуса. Приводы на основе бесщеточных серводвигателей с жидкостным охлаждением и магнитными энкодерами обеспечивают плавность и точность движений даже при работе с максимальной нагрузкой до 70 кг.

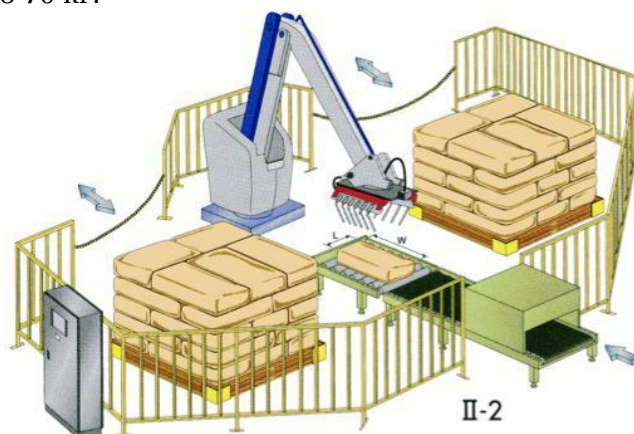


Рисунок 1. Схема работы манипулятора.



Рисунок 2. Применение тестовых машин на практике.

Встроенные тензометрические датчики непрерывно контролируют распределение нагрузки на захвате, предотвращая повреждение упаковки. Для работы с деформированными или поврежденными мешками предусмотрен специальный алгоритм, анализирующий геометрию груза и корректирующий параметры захвата в реальном времени.

Управляющая система манипулятора построена на базе промышленного программируемого контроллера с многоядерной архитектурой. Вычислительный модуль включает специализированный сопроцессор для обработки сигналов с датчиков и расчета динамики движения. Алгоритмы управления основаны на нелинейных моделях прогнозирования, учитывающих инерционные характеристики системы, упругие деформации конструктивных элементов и динамику перемещаемого груза. Для компенсации внешних возмущений используется адаптивная система коррекции траектории, анализирующая данные акселерометров и гироскопов.

Система технического зрения включает стереоскопическую камеру высокого разрешения (5 Мп) с ИК-подсветкой и лазерный сканер времени пролета. Комбинация этих технологий позволяет точно определять пространственное положение мешков на конвейере с точностью до 1 мм, их ориентацию в пространстве и геометрические параметры. Алгоритмы

обработки изображений используют методы глубокого обучения для распознавания дефектов упаковки и прогнозирования ее поведения при транспортировке.

Особенностью разработанного решения является глубокая интеграция с промышленными системами автоматизации предприятия. Комплекс поддерживает все основные промышленные протоколы связи (PROFINET, EtherCAT, Modbus TCP) и может быть легко встроено в существующие производственные линии. Система предусматривает несколько режимов работы: полностью автоматический, полуавтоматический с участием оператора, и режим обучения с возможностью записи и воспроизведения типовых операций.

Среди зарубежных аналогов наиболее близкими по функционалу являются:

1. ABB IRB 6700 (Швеция) - промышленный робот грузоподъемностью до 300 кг. Отличается высокой скоростью работы (до 2 м/с) и точностью позиционирования ($\pm 0,05$ мм). Однако его стандартная конфигурация не адаптирована для работы с сыпучими материалами, а стоимость в 3-4 раза превышает разработанное решение.
2. FANUC M-710ic/70 (Япония) - манипулятор с грузоподъемностью 70 кг. Оснащен системой машинного зрения iRVision, но требует сложного программирования для работы с мягкой упаковкой. Энергопотребление на 20-25% выше, чем у нашей разработки.
3. KUKA KR QUANTEC PA (Германия) - артикулированный робот с защитой IP65. Имеет отличные показатели повторяемости ($\pm 0,08$ мм), но его конструкция не предусматривает специализированных захватов для мешков, а стоимость обслуживания значительно выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов А.К., Петров В.Г. Современные роботизированные системы в пищевой промышленности // Автоматизация производственных процессов. 2023. №5. С. 34-42.
2. Кузнецова М.И., Лебедев С.А. Инновационные решения в автоматизации складских операций // Логистика и производство. 2022. №3. С. 56-63.
3. Громов П.В., Семенова Е.О. Интеллектуальные системы управления промышленными манипуляторами // Робототехника и автоматизация. 2023. №1. С. 45-52.
4. ГОСТ Р 55845-2019 "Роботы промышленные. Общие технические требования". М.: Стандартинформ, 2019. 48 с.
5. Современные технологии автоматизации производственных процессов / Под ред. В.П. Сидорова. М.: Машиностроение, 2023. 412 с.
6. Робототехника в пищевой промышленности: справочное пособие / Сост. К.А. Михайлов. СПб.: Профессия, 2022. 320 с.

УДК 681.527

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОВЫМ МАГНИТНЫМ СЕПАРАТОРОМ НА ОСНОВЕ ARDUINO

М.О. Кондрусов, магистрант

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

Аннотация. В статье описана система автоматической очистки зернового магнитного сепаратора с использованием Arduino, датчиков Холла, мотор-редуктора и концевиков. Изменение магнитного поля фиксируется сенсорами, что инициирует поворот магнитного листа для удаления примесей. Решение повышает эффективность очистки и снижает потребность во вмешательстве оператора.

Ключевые слова: магнитный сепаратор, автоматическая очистка, ферромагнитные примеси, зерновая переработка, система управления, Arduino, датчик Холла, мотор-редуктор, автоматизация сельского хозяйства, микроконтроллерное управление, зерноочистка.

Автоматизация процессов очистки магнитных сепараторов в агропромышленности актуальна для повышения эффективности и безопасности производства. В традиционных зерновых сепараторах с ручной очисткой работа периодически прерывается для удаления скопившихся металлических примесей, что снижает производительность. Внедрение автоматической системы очистки позволяет ускорить и упростить этот процесс: сокращается время простоя на очистку, а время непрерывной сепарации увеличивается. Кроме того, полностью автоматизированный график очистки «по требованию» без участия оператора значительно повышает эффективность улавливания и удаления металлических включений из сырья. Современные «умные» магнитные сепараторы непрерывно мониторят состояние магнитной системы и при снижении ее эффективности автоматически инициируют очистку, что улучшает качество продукции и удовлетворяет строгим требованиям системы контроля качества на производстве. Таким образом, разработка системы управления, способной отслеживать степень засорения магнитного сепаратора и выполнять его очистку в автоматическом режиме, является востребованной задачей для обеспечения бесперебойной и безопасной переработки зерна.

Система управления построена на основе микроконтроллерной платы Arduino, к которой подключены датчики Холла, отслеживающие магнитную индукцию, и концевые выключатели, контролируемые крайние положение листа с магнитной группой. Arduino управляет электроприводом (мотор-редуктором) поворотного механизма посредством драйвера двигателя. Ниже представлена принципиальная схема взаимодействия компонентов управления (рис. 1):

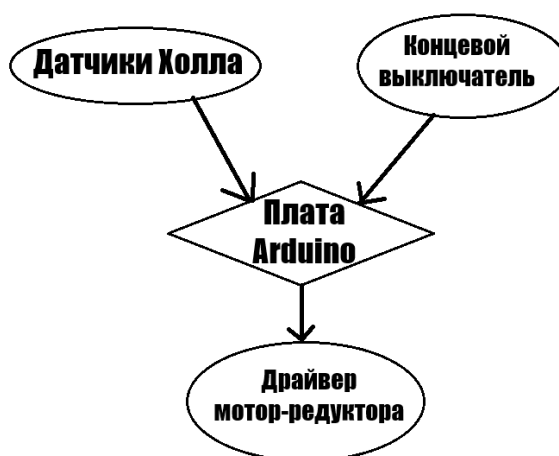


Рисунок 1. – Схема управления.

Принципиальная схема управления: датчики Холла закреплены на магнитной плите и соединены с платой Arduino, мотор-редуктор через драйвер получает сигналы от Arduino для поворота магнитной плиты, концевые выключатели на механизме фиксации плиты возвращают сигнал на Arduino при достижении крайних положений.

Принципиальная схема управления представляет собой классический пример системы автоматического регулирования, где сенсорный блок (датчики Холла) выполняет роль измерительного элемента, а микроконтроллер Arduino - центральное звено обработки сигнала и принятия решений. Такой подход соответствует концепции замкнутого цикла управления с обратной связью, где сигнал управления формируется на основе текущего состояния объекта.

Интеграция драйвера мотор-редуктора с Arduino требует учёта как электрических параметров тока и напряжения, так и импульсных режимов работы — для обеспечения плавного пуска и останова. В перспективе возможно внедрение ШИМ-регулирования скорости вращения с учётом инерции магнитного узла, что ещё больше повысит надёжность и точность поворота.

Общая структура системы управления представляет собой замкнутый контур: датчики Холла непрерывно измеряют состояние магнита, Arduino анализирует эти данные и вырабатывает управляющие воздействия на привод, а концевые датчики сигнализируют контроллеру об успешном завершении цикла поворота. Питание компонентов (датчиков, контроллера, реле/драйверов и мотора) обеспечивается от соответствующих источников с учетом требований электрической безопасности и электромагнитной совместимости, особенно если сепаратор интегрируется в промышленную линию.

Алгоритм работы системы управления реализован в виде программы микроконтроллера Arduino и включает несколько основных этапов:

- Мониторинг магнитной индукции. Во время нормальной работы сепаратора контроллер с заданным периодом считывает значения с датчиков Холла, оценивая текущее магнитное поле. Пока поле находится в допустимых пределах (магнит не перегружен примесями), система остается в режиме ожидания;

- Обнаружение необходимости очистки. Контроллер вычисляет относительное снижение магнитного поля по сравнению с начальным эталонным значением. Если измеренное поле падает ниже порогового уровня (т.е. наблюдается падение индукции, свидетельствующее о накоплении металлических частиц), система инициирует цикл очистки. Порог определяется экспериментально исходя из допустимого снижения захватной способности магнитов. Кроме того, событие очистки может запускаться по таймеру – например, спустя определенный интервал непрерывной работы – в качестве резервного механизма, даже если датчики не зафиксировали значительного падения поля (для профилактики и в случаях, когда примеси редки);

- Остановка подачи материала. Контроллер посылает сигнал на питающий механизм о приостановке подачи;

- Поворот магнитной плиты в положение очистки. Arduino подает управляющий сигнал на драйвер мотор-редуктора, включая двигатель в направлении, отводящем магнитную плиту от зоны потока. Поворот продолжается до тех пор, пока подвижная плита не достигнет крайнего очищающего положения, которое определяется срабатыванием соответствующего концевого выключателя. Как только контроллер получает сигнал от концевого выключателя, он немедленно останавливает двигатель, тем самым зафиксировав магнит в положении очистки. В этом положении магнитное поле от постоянных магнитов направлено вне потока зерна, и поверхностно удерживаемые металлические частицы отпадают под действием силы тяжести (и вибрации, если она присутствует) в лоток для отходов;

- Возврат плиты в рабочее положение. После выдержки паузы контроллер включает мотор-редуктор в обратном направлении. Магнитная плита возвращается в исходное положение, когда срабатывает второй концевой выключатель, Arduino отключает двигатель – плита вновь заняла рабочее положение для захвата металла. Одновременно подается сигнал на возобновление подачи продукта через сепаратор;

- Возобновление мониторинга. Система переходит в штатный режим. Контроллер продолжает опрос датчиков Холла, ожидая следующего цикла. Данные о величине поля могут обновлять эталонное в случае естественной размагниченности со временем или изменения температуры, обеспечивая адаптивную корректировку порога срабатывания.

В системе применены полупроводниковые датчики на эффекте Холла А1323 (рис. 2) с аналоговым выходом, Важным критерием выбора было отсутствие насыщения при максимальном поле магнита и достаточная чувствительность к его изменениям при покрытии магнитопроводящими частицами. При питании 5 В их чувствительность обычно порядка нескольких мВ на гаусс, что достаточно для регистрации изменений поля в

несколько процентов. Кроме того, датчики Холла имеют малое время отклика и практически не подвержены износу, поскольку измерение бесконтактное. Их устойчивость к загрязнениям и пыли особенно ценна для условий переработки зерна.



Рисунок. 2 – Датчик A1324

Таблица 1. Технические характеристики датчика Холла A1324

Тип Устройства на Эффекте Холла	Linear
Стиль Корпуса Микросхемы Датчика	SOT-23
Количество Выводов	3вывод(-ов)
Минимальное Напряжение Питания	4.5В
Максимальное Напряжение Питания	5.5В
Минимальная Рабочая Температура	-40°C
Максимальная Рабочая Температура	150°C
Упаковка	Cut Tape
Линия Продукции	A132X Series
Тип Устройства на Эффекте Холла	Linear
Стиль Корпуса Микросхемы Датчика	SOT-23
Количество Выводов	3
Минимальное Напряжение Питания	4.5В
Максимальное Напряжение Питания	5.5В
Минимальная Рабочая Температура	-40°C

Выбор контроллера основывался на требуемом количестве входов/выходов и необходимой точности измерения. Базовая плата Arduino Due (рис. 3) имеет 12 аналоговых входов при опорном напряжении 5 В. В нашей системе используются, как минимум, 6 аналоговых канала (для датчиков Холла) и в последующем 2 входа концевых выключателей, 2 выхода управления мотором и 1 для реле подачи материала.



Рисунок. 3 – Контроллер Arduino Due

Таблица 2. Технические характеристики Arduino Due

Микроконтроллер	AT91SAM3X8E
Рабочее напряжение:	3,3 В
Входное напряжение (рекомендуемое)); 7-12 В
Входное напряжение (предельное):	6-20 В
Цифровые входы/выходы:	54 шт (на 12 из которых реализуется выход ШИМ)
Аналоговые входы:	12 шт
Аналоговые выходы:	2 шт (ЦАП)
Общий выходной постоянный ток на всех входах/выходах:	50 мА
Постоянный ток через вывод 3,3 В:	800 мА
Постоянный ток через вывод 5 В:	800 мА
Флеш-память:	512 КБ доступно всего для пользовательских приложений
ОЗУ:	96 КБ (два банка: 64 КБ и 32 КБ)
Тактовая частота:	84 МГц

Перспективы применения разработанной системы управления отдельно весьма широки. В первую очередь, она может быть внедрена на зерноперерабатывающих предприятиях – элеваторах, мукомольных заводах, комбикормовых линиях – для модернизации существующих магнитных сепараторов пластинчатого типа. Благодаря модульности и невысокой стоимости компонентов (Arduino, датчики Холла и пр.) возможна ретрофит-установка на уже эксплуатируемые сепараторы, существенно повысив их уровень автоматизации.

Таким образом, такая система легко адаптируется к другим типам сепараторов и легко масштабируется по количеству датчиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев М.А., и др. Автоматический контроль производительности магнитного сепаратора по магнитному продукту // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 1. – С. 132–136.
2. Intelligent magnetic separator operation with gauss sensing: U.S. Patent No. US10543492B2. – 2020.
3. Jaykrishna Magnetics. Auto Cleaning Drawer Magnet – Magnetic Separator For Food Industry [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.jkmagnetic.com>
4. Sollau s.r.o. Self-cleaning above-the-flow chute plate magnets DND-SFX – Technical Article [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sollau.com>
5. Sensoren.ru. Датчики Холла: принцип действия, применение в автоматизации [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://sensoren.ru>
6. DroneBot Workshop. Controlling Stepper Motors with Hall Effect Limit Switches [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://dronebotworkshop.com>
7. ElectronicWings. ADC in Arduino – Introduction [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.electronicwings.com>
8. Pastell M. Arduino for Data Collection [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://pyageng.mpastell.com>
9. MAGSY s.r.o. Rotational Magnetic Separator MSVR – Technical Data [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://www.magneticseparators.us>
10. ГОСТ 30691-2000. Оборудование для магнитной сепарации. Общие технические условия. – Введ. 2001-07-01. – М.: Госстандарт России, 2000. – 12 с.

Технологии и техника для производства и переработки сельскохозяйственного сырья, качество продуктов питания

УДК 621.928.37

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАСЧЕТНОЙ СЕТКИ НА ТОЧНОСТЬ CFD-МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ЦИКЛОНА В SOLIDWORKS FLOW SIMULATION

С.С. Блёскин, ассистент

Е.А. Пшенов, канд. техн. наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье рассматривается влияние параметров расчетной сетки на достоверность результатов численного моделирования процесса пылеулавливания в двухступенчатом циклоне. Проведено исследование сходимости по сетке (Grid Convergence Study) в среде SolidWorks Flow Simulation с целью выбора оптимальной конфигурации расчетной сетки. Оценка проводилась на основе контрольного параметра — эффективности отделения частиц. Приведён анализ полученных данных и обоснован выбор оптимальных параметров сетки.

Ключевые слова: моделирование отделения, циклон, пылеулавливание, комбикормовый-мини завод, сетка, повышение эффективности циклона.

Численное моделирование процессов газо- и гидродинамики в циклонах требует тщательного подбора параметров расчетной сетки для обеспечения устойчивости и достоверности результатов. Согласно общепринятым рекомендациям в области CFD (Computational Fluid Dynamics) [1, 2], обязательным этапом является исследование сходимости по сетке. При этом проводится серия расчетов с различной степенью дискретизации расчетной области, а ключевые параметры сравниваются для оценки влияния сетки на точность решения. Данная работа направлена на определение рациональных параметров расчетной сетки для моделирования двухступенчатого циклона, применяемого в комбикормовом производстве.

Формирование расчетной сетки осуществлялось вручную с учетом геометрических особенностей циклона. Для оценки качества сетки и устойчивости расчетов использовался контрольный параметр — эффективность отделения (η), определяемая по модели турбулентного течения с применением метода конечных объемов. Сравнительный анализ выполнен по шести расчетам с различными параметрами базовой сетки и уровнями дробления (таблица 1). Дополнительно применялась функция автоматического локального сгущения сетки (Local Mesh Refinement), которая повышает плотность сетки в зонах с высокими градиентами скорости, давления и турбулентности.

Таблица 1 - Сравнительный анализ калибровочной сетки

№ п/п	Размер сетки (X×Y×Z)	Примерное число ячеек	Контрольное значение, η , %
1	10×28×12 дроб.2	3360	61
2	10×28×13 дроб.3	3640	59
3	10×28×13 дроб.4	3640	46
4	10×28×12 дроб.5	3360	56
5	10×28×12 дроб.6	3360	57
6	10×28×12 дроб.7	3360	60

В ходе анализа было установлено, что при увеличении плотности сетки изменение контрольного параметра постепенно снижается. Результаты расчетов показывают, что, начиная с четвертого опыта отклонения контрольного параметра между расчетами не превышают 2–3 %, что соответствует критериям сеточной сходимости [1, 2]. Это свидетельствует о достижении устойчивого и сеточно-независимого численного решения.

В то же время выявлена аномалия в опыте №3, где при номинально одинаковых параметрах сетки и идентичных настройках физической модели значение эффективности составило 46 %, что существенно отличается от результата предыдущего опыта (59 %). Причина расхождения связана с особенностями алгоритма автоматического построения сетки в SolidWorks Flow Simulation. Даже незначительные изменения одного из параметров базовой сетки приводят к перераспределению элементов сетки, изменению локальной плотности и, соответственно, к изменению итогового результата. Этот эффект особенно выражен при использовании грубых базовых сеток с числом ячеек порядка 3300–3600.

Разброс значений при грубых сетках подтверждает необходимость применения более детализированных сеточных конфигураций для получения достоверных и воспроизводимых результатов. Стабилизация контрольного параметра в диапазоне 56–60 % (Рисунок 1), начиная с четвертого опыта, а также совпадение значений для наиболее детализированной сетки, позволяют сделать вывод о достижении сеточной сходимости. Выбор более плотной сетки оправдан с точки зрения получения качественного решения без чрезмерного увеличения вычислительных затрат.

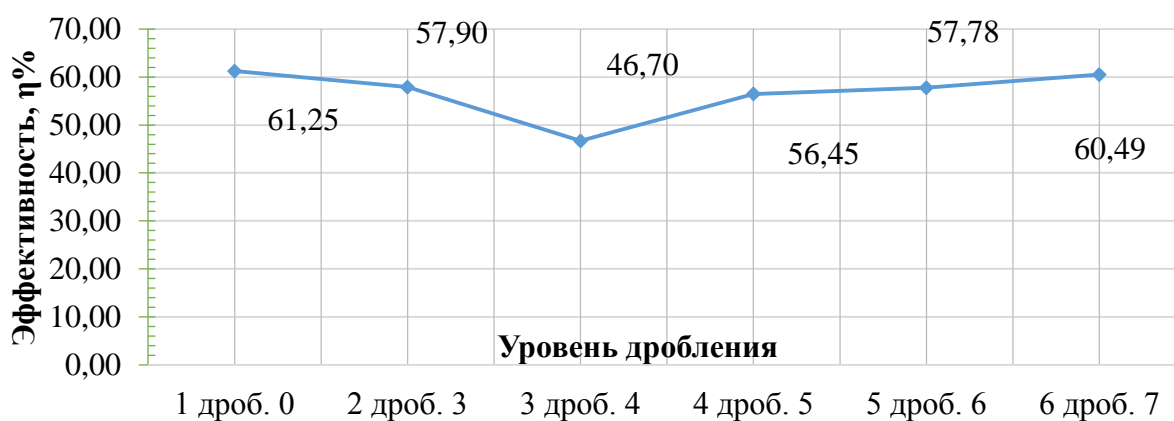


Рисунок 1- зависимость уровня дробления сетки от эффективности.

На основании проведенного анализа оптимальной признана базовая сетка следующего типа-размера после 6-го опыта, с размерами $20 \times 56 \times 24$ с применением автоматического локального сгущения, обеспечивающего характерное число ячеек поперек канала не менее 7 и максимальный уровень дробления 2. При такой конфигурации общее количество ячеек в области текучей среды составляет 1 102 455, из них 140 835 — на границе твердого тела и среды. Эта сетка обеспечивает достижение сеточной сходимости с отклонениями результата не более 2–3 %, достаточную детализацию сложных зон течения и рациональный баланс между точностью моделирования и вычислительными затратами.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает, что выполнение процедуры сеточной калибровки является обязательным этапом CFD-анализа. Применение слишком грубых сеток может приводить к значительным искажениям результатов, в то время как чрезмерное увеличение плотности сетки не даёт существенного улучшения точности, но приводит к росту затрат вычислительных ресурсов. Оптимальная конфигурация сетки позволяет обеспечить достоверность моделирования процессов пылеулавливания в циклоне и может быть рекомендована для последующих инженерных расчетов и оптимизационных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ферцигер Дж. Х., Перич М. Численные методы для механики жидкости. 3-е изд. Берлин: Springer, 2002. 423 с. ISBN 978-3-540-42074-3.
2. Роач П. Дж. Верификация и валидация в вычислительной науке и инженерии. Альбукерке: Hermosa Publishers, 1998. 446 с. ISBN 0-913478-08-3.
3. SolidWorks Flow Simulation. Руководство пользователя. Dassault Systèmes SolidWorks Corp. Уолтем, США, 2022. 386 с.

УДК 636.085.62

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПНЕВМОСЕПАРАТОРА С ВИНТОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

А.И. Голиков, аспирант

А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье изложены результаты производственных испытаний пневмосепаратора с винтовым рабочим органом пневматической молотковой дробилки. Определены изменения энергетических показателей дробилки и эффективности очистки зерна от минеральных и металломагнитных примесей в сравнении с базовым сепаратором. Проведена оценка изменений внедрения экспериментального пневмосепаратора.

Ключевые слова: пневматическая молотковая дробилка, пневмосепаратор, винтовой рабочий орган, количество выделенных примесей, эффективность очистки зерна от примесей, удельный расход электроэнергии.

В настоящее время среди сельскохозяйственных производителей наблюдается повышенный спрос на малогабаритные комбикормовые заводы и агрегаты с пневматической загрузкой сырья. Это позволяет значительно сократить расходы на транспортировку сырья и перенастройку технологических линий для производства различных видов комбикормов. При эксплуатации малогабаритных комбикормовых заводов основными затратами являются расходы на техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования, связанные с неполной подготовкой зерна к измельчению. Это обусловлено тем, что транспортирование, хранение в буртах и подача на переработку не предусматривает предотвращение попадания минеральных и металломагнитных примесей в зерно.

Таким образом, полная очистка зерна от металломагнитных примесей позволяет снизить риски возникновения заболеваний у животных, а от минеральных примесей позволяет увеличить срок эксплуатации рабочих органов молотковой дробилки. В этой связи, разработка и совершенствование технических средств для повышения эффективности процессов предварительной очистки зерна перед измельчением в дробилках с пневматической загрузкой является актуальной научно-практической задачей.

Производственные испытания производились с использованием сравнительного метода, при установке базового пневмосепаратора и пневмосепаратора с винтовым рабочим органом на дробилку ДПМ-11 в мини-комбикормовом заводе «Агроставка» (рисунок 1). Взвешивание отделенных примесей в пневмосепараторе осуществлялись через каждые 500 кг. Изменение эффективности очистки зерна оценивалось графоаналитическим методом при помощи построения диаграмм.



Рисунок 1 - Мини-комбикормовый агрегат

1 - пневматическая молотковая дробилка ДПМ-11; 2 – смеситель горизонтальный СГ-150; 3 – циклон-осадитель БЦР-40; 4 – шнековый транспортер зерна ТСШ-150.

Мини-комбикормовый агрегат состоит из 1 пневматической молотковой дробилки марки ДПМ-11, 2 горизонтального смесителя СГ-4, циклона-осадителя БЦР-450 3 и шнекового транспортера зерна ТСШ-150 с бункером 4. При проведении экспериментальных исследований использовались стандартный пневмосепаратор встроенный в крышку дробилки и пневмосепаратор с винтовым рабочим органом с рациональными конструктивно-режимными параметрами.

Зерновая смесь из бункера с помощью эжектора направляется в пневмосепаратор. В этом устройстве происходит очистка зерна от минеральных и металлических примесей, которые имеют магнитные свойства. После очистки зерно поступает в дробилку, где оно измельчается. Измельчённое зерно через выходной патрубок дробилки направляется в горизонтальный смеситель. В это же время лёгкие и мелкие частицы улавливаются циклонным осадителем. В смесителе к дробленному зерну добавляются компоненты кормовой смеси и перемешиваются в течение 3-5 минут. Затем готовая смесь выгружается через выпускной патрубок. С помощью шнекового транспортера она направляется на раздачу в мешки.

Проведено экспериментальное исследование влияние количества витков шнека на мощность молотковой дробилки и скорость воздушного потока на выходном патрубке. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Результаты производственных испытаний оценки работы пневмосепаратора молотковой дробилки с винтовым рабочим органом при рациональных конструктивно-режимных параметрах занесены в таблицу.

Таблица. - Результаты производственных испытаний.

Параметр	Пневмосепаратор молотковой дробилки ДПМ-11	Пневмосепаратор с винтовым рабочим органом
Сила тока $I_{ср}$, А	13,6	10,6
Напряжение $U_{ср}$, В	220	220
Мощность $P_{обц}$, кВт	2,99	2,33
Масса минеральных примесей $m_{мин}$ с 3т зерновой смеси, кг	0,3778	0,4574
Масса металломагнитных примесей $m_{мет}$ с 3т зерновой смеси, кг	0,06	0,076
Содержание очищенных минеральных примесей с 3т	0,0126	0,0152

зерновой смеси $X_{\text{мин}}$, %		
Эффективность очистки зерна от минеральных примесей $\beta_{\text{мин}}$, %	17,1%	
Содержание очищенных металломагнитных примесей с 3т зерновой смеси $X_{\text{мет}}$, %	0,001	0,0013
Эффективность очистки зерна от металломагнитных примесей $\beta_{\text{мет}}$, %	23,1%	
Производительность молотковой дробилки ДПМ-11 Q, кг/ч	804	810
Удельный расход электроэнергии N, кВт*с/кг	40,16	31,06

Производилось усреднение значений силы тока I и напряжений U на трехфазном двигателе молотковой дробилки ДПМ-11.

В ходе испытаний пневматической молотковой дробилки, оснащенной исходным пневмосепаратором, была достигнута максимальная производительность составила 804 кг/ч и максимальная мощность 8,97 кВт. Удельный расход энергии составил 40,16 кВт*с/кг. При измельчении 3 т зерна содержание очищенных минеральных примесей составило 0,3778 кг и металломагнитных примесей 0,06 кг. При установке пневмосепаратора с рациональными конструктивно-режимными параметрами были достигнуты следующие показатели: производительность 810 кг/ч и мощность составила 6,99 кВт. При измельчении 3 т зерна содержание очищенных минеральных примесей составило 0,4574 кг и металломагнитных примесей 0,076 кг.



Рисунок 2 - Количество выделенных примесей при производственных испытаниях

Проанализировав результаты производственных испытаний таблицы 1 и рисунка 2, можно сделать вывод, что внедрение пневмосепаратора молотковой дробилки ДПМ-11 с винтовым рабочим органом, обладающего рациональными конструктивно-технологическими параметрами режима работы, на АО «Чкаловское» привело к повышению эффективности очистки зерна от минеральных примесей на 17,1% и металломагнитных примесей на 23,1%. Это обусловлено увеличением времени нахождения зерновой смеси в пневмосепараторе. Также отмечается снижение удельного расхода энергии на 22,66% при средней производительности пневматической молотковой дробилки ДПМ-11, составляющей 810 кг/ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дринча В.М. Проблемы и перспективы совершенствования процессов пневмосепарации зерна / В. М. Дринча, Ю. Ж. Дондоков, И. Н. Аммосов, Н. Е. Слепцов // Вестник АГАТУ. – 2023. – № 4(12). – С. 92-101.
2. Киселев Л.Ю. Основы технологии производства и первичной обработки продукции животноводства: учебн. пособие/ Л.Ю. Киселев, Ю.И. Забудский, А.П. Голикова, Н.А. Федосеева, изд-во «ЛАНЬ». – 2021. – 448 с.
3. Кольга Д.Ф. Машины и оборудование в животноводстве: учеб. пособие/ Д.Ф. Кольга. - Минск : РИПО. - 2020. - 310 с
4. Некрашевич В. Ф. Очистка фуражного зерна / В. Ф. Некрашевич, Д. А. Елифанцев, А. Ф. Слабиков // Сельский механизатор. – 2010. – № 10. – С. 4.

УДК 636.085.

ВАЛЬЦОВО – ЛЕНТОЧНАЯ ПЛЮЩИЛКА ДЛЯ ВЛАЖНОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ

П. А. Патрин, кандидат технических наук, доцент

Д.С. Рудаков, зав. лабораторией

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье представлена конструкция вальцово – ленточной плющилки, разработанной в Новосибирском ГАУ, позволяющая плющить смесь злаковых и бобовых культур с высокой влажностью. Представлены результаты производственной проверки работоспособности лабораторного образца вальцово - ленточной плющилки предлагаемой конструкции.

Ключевые слова: зерновая смесь, злаковые и бобовые культуры, плющение, рабочие зоны, деформация.

Рациональным способом приготовления концентрированных кормов для молодняка свиней и крупного рогатого скота, по данным исследований [1, 2], является технология плющения увлажненных или пропаренных смесей злаковых и бобовых культур. Однако внедрение данной технологии ограничено ввиду отсутствия отечественного оборудования для плющения влажной зерновой смеси. [3 - 6]

В связи с этим в Новосибирском ГАУ на кафедре МЖ и ПСХП разработан и запатентован способ производства зернокормовых смесей для животноводства на ранних стадиях спелости компонентов смеси [7] и устройство для его осуществления [8].

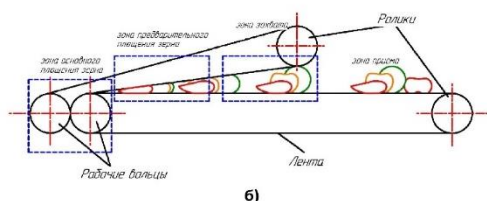
Схема и общий вид вальцово – ленточной плющилки для плющения зерновой смеси представлены на рисунке 1.

Рабочий процесс осуществляется следующим образом, обрабатываемый материал из бункера 3 (рис. 1, а) направляется в зону приема материала (рис. 1, б), где обеспечивается выравнивание скорости частиц материала со скоростью рабочих органов, что обеспечивает равномерную подачу материала в зону захвата. В зоне захвата (рис. 1, б) происходит дифференцированный захват зерновок смеси в зависимости от их размера и продвижение в зону предварительного плющения. В зоне предварительного плющения (рис. 1, б) также дифференцированно происходит защемление всех компонентов смеси включая самые мелкие зерновки, происходит предварительное плющение смеси обеспечивая мягкий режим плющения, зачет выравнивание зерновок по толщине, подготавливая массу к плющению в зоне основного плющения до заданного размера готового продукта.



Рисунок 1 – а) Общий вид вальцово-ленточной плющилки: 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;

б) Схема вальцово – ленточной плющилки для плющения зерновой смеси.



В сентябре 2022 года в хозяйстве ОАО «Надежда» Баганского района Новосибирской области, была проведена производственная проверка работоспособности лабораторного образца вальцово - ленточной плющилки предлагаемой конструкции.

Исследования проводили на зерне ячменя и кукурузы влажностью 10...23%. Результаты проверки представлены в таблице.

Таблица – Результаты производственной проверки работоспособности лабораторного образца вальцово - ленточной плющилки фуражного зерна при влажности исходного материала 10...23%

№ п/п	Параметр	Размерность	Вид зерна	Значения
1	Коэффициент степени плющения материала	-	Ячмень Кукуруза	1,6 3,5
2	Доля пылевидных фракций в готовом продукте	%	Ячмень Кукуруза	0,4 0,55
3	Пропускная способность вальцово - ленточной плющилки	т/ч	Ячмень Кукуруза	0,3...1,6 0,4...1,7
4	Энергоемкость процесса плющения	кВт-ч/т	Ячмень Кукуруза	1,5...4 1...4
5	Удельные энергозатраты процесса плющения	кВт-ч/(т-ед.ст.пл.)	Ячмень Кукуруза	1...3,5 0,5...3,5

Качество готового продукта оценивали по содержанию предельного количества мучки в хлопьях (ТУ 8-22-39-88 «Хлопья ячменные и перловые» по ГОСТ 214-83, проход сита с отверстиями \varnothing 2,5 мм для ячменных хлопьев – 6% и перловых – 8%). Из таблиц 1 видно, что вальцово - ленточная плющилка обеспечивает высокую степень деформации зернового материала и низкое содержание мелких фракций.

В процессе проведения проверки было установлено, качественно выполняет технологический процесс плющения зерна. Конструкция плющилки обеспечивает стабильный захват и надежное защемление зерен в широком диапазоне их размера, а за счет наличия зон захвата и предварительного плющения снижены ударные нагрузки на материал и содержание мелкой фракции в готовой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев, В. Линия по производству комбикормов с плющенным зерном / В. Афанасьев, А. Остриков, В. Василенко // Комбикорма. – 2013. – № 11. – С. 43-50. – EDN RHAХOD.
2. 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.
3. Сысуев, В. А. Технология двухступенчатого плющения фуражного зерна / В. А. Сысуев, П. А. Савиных, В. А. Казаков // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 70-72. – EDN OYXCYH.
4. Терёхин М. А. Повышение качества плющения фуражного зерна плющилкой с дисковыми рабочими органами / автореф. диссерт. на соискат. учен. степен. к.т.н. Пенза – 2016. С. 18.
5. Колесников С.Ф. Исследование процесса плющения сухого зерна и обоснование конструктивно – технологических параметров плющилки с внутренним контактом рабочих поверхностей / Автореф. диссер. на соиск. уч. степени к.т.н. – Ленинград - Пушкин .-1980.-С 5 – 6.
6. Андреанов А.М. Исследование рабочего процесса валковой зерноплющилки / Андреанов А.М. Воронеж. сельск. ин – т им. К.Д. Глинки. Автореф. дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук. – Воронеж, 1974. – С 13 - 14.
7. 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 GKVJLJ.
8. 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.

УДК 637.521.475

АНАЛИЗ ВИДОВ ПЕЛЬМЕНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СТРАН МИРА

В. И. Ищенко, студент

Научный руководитель: В.Ю. Мезенова

Новосибирский колледж пищевой промышленности и переработки

Аннотация. В статье рассматривается история создания пельменей. Приведены изделия из теста с начинкой различных стран мира.

Ключевые слова: пельмени, изделия с начинкой, мясной фарш, тесто.

Впервые, похожие на пельмени блюда были выявлены в Китае в начале нашего тысячелетия. За прошедшие 2000 лет, пожалуй, ни один регион в мире не обошелся без своего внимания и рассказа на тему о пельменях.

Пельмени и многочисленное разнообразие их во многих странах – вполне удобная еда. Она характеризуется сытостью, наличием многообразного вкуса и удобством формы. Тесто можно нарезать круглым и квадратным, толстым и тонким, почти прозрачным, похожим на

пергамент. В качестве начинки можно применять мясо, морепродукты, овощи, и даже фрукты.

Нет достоверных сведений, о том, кто первым подал идею о том, что можно заворачивать мясной фарш в пресное тесто, и потом этот продукт отваривать.

В русской кухне пельмени появились с Урала, по версии Вильяма Похлебкина, в конце XIV — начале XV века. При дальнейшем углублении в историю блюда, мы приходим к древним китайским, тюркским и финно-угорским корням (слово «пельмень» заимствовано из коми или удмуртского: «пельнянь» — это «хлебное ухо»). Вплоть до 19-го века их называли по-разному — ушки, шурубарки, пельняни. И ближе к началу двадцатого века все эти определения объединилось под единым названием «пельмени».

Сейчас в мире существует огромное количество разновидностей пельменей, и все они имеют различное название и состав.

Баоцзы — блюдо китайской кухни. Баоцзы готовят из дрожжевого теста на пару. Начинка бывает разнообразной. Используются мясные и растительные ингредиенты: как вместе, так и по отдельности. Самая распространённая начинка — свинина с капустой. Но иногда используют фарш из других видов мясного сырья, тофу, грибы или тыкву. Форма обычно круглая, с небольшим защипом сверху.



Рисунок 1 - Баоцзы – китайское блюдо

Бёрики (бёреки) — это традиционное блюдо калмыцкой кухни с бараниной.

Тесто для бёриков замешивают из муки высшего сорта, воды, яиц и вносят соль. Тесто отправляют на расстойку и готовят начинку. Мясное сырье рубится ножом на мелкие кусочки, а не прокручивается через мясорубку, тем самым получая фарш. Затем в фарш вносят мелко измельченный шпик и репчатый лук, специи и зелень. Благодаря этому блюдо получается сочным и ароматным. Тесто раскатывают в круглые лепёшки и в середину каждой закладывают фарш. Отваривают бёрики в кипящей солёной воде и подают с маслом.



Рисунок 2. - Бёрики – калмыцкое блюдо

Гюрза — блюдо азербайджанской кухни. Название этого блюда обусловлено тем, что при лепке в пельмене оставляют маленькое отверстие и при надкусывании издаётся звук, напоминающий шипение змеи. В качестве начинки подготавливают фарш из говядины или

баранины. В мясной фарш вносят измельченный лук в пропорции 1 порция фарша и 1 порция лука. Добавляют соль, перец и мацун или несладкий йогурт — начинка получается с кислинкой. Подают гюрзу с маслом, уксусом или сметаной.

Дамплинги — блюдо сингапурской кухни. Производят их из тонкого теста с начинкой из мяса, овощей или морепродуктов. При приготовлении дамплингов следуют следующим правилам, которые нельзя нарушать: чем больше защипов на тесте, тем дамплинги вкуснее, защипы делают бамбуковыми палочками, готовят дамплинги на пару в бамбуковых корзиночках. Форма пельменей может быть самой разной: круглой, овальной... Встречаются даже пельмешки в форме корабликов, тюльпанов и рыбок. Готовое блюдо подают к столу вместе с соевым соусом и винным уксусом.

Бораки – блюдо армянской кухни. Для их изготовления используют фарш (бараний, говяжий), который слегка обжаривается и закладывается в трубочки из теста, запечатанные с одной стороны. Эти трубочки размещают в кастрюле вертикально и плотно, заливают небольшим количеством мясного бульона и варят до готовности. Получается открытый цилиндрический пельмень.

Хинкали – блюдо грузинской кухни. При приготовлении хинкали используют мясо с большим количеством специй и зелени, в которое добавили также большое количество лука и чеснока. Начинка упаковывается в тесто, для приготовления которого не применялись яйца. Изделию придаётся форма мешочка с длинным хвостиком. Продукт варится в солёной воде до готовности. Едят хинкали руками, держась за хвостик, который потом выбрасывают (дань традиции — раньше руки мыли резе, поэтому было проще выкинуть хвостик, чем лечиться от различных болезней). Сначала делают небольшой надкус, выпивают сок, посыпают чёрным перцем и уже потом съедают хинкали.

Равиоли – блюдо итальянской кухни. Для изготовления равиоли используют начинку — мясо, рыба, грибы, сыр, овощи. Начинку закладывают в тесто. Формуют их в форме квадратов, полумесяцев или овалов и отваривают в бульоне или солёной воде. Также их можно обжаривать на масле. Принципиальное отличие состоит в тесте — оно пресное и довольно тонкое. Равиоли обычно по размеру меньше традиционных пельменей.



Рисунок 3. - Новосибирские курнички

Ассортимент пельменей и продуктов, состоящих из теста и фарша постоянно расширяется. В результате в новосибирской области были придуманы Новосибирские курнички. Они объединяют в себе сразу два традиционных блюда – пельмени и курники. Начинка для курничков - мясная. Курнички можно готовить на пару, как манты, а можно сварить и в воде, как пельмени. В углубление сверху закладывается кусочек сливочного масла для придания сочности этому продукту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамбетова, Р.А. Технология переработки мяса и мясопродуктов: учебное пособие для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / Р.А. Мамбетова. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2023. – 156 с.

2. Рыгалова Е.А., Речкина Е.А., Геращенко К.А., Шароглазова Л.П., Величко Н.А. Переработка мяса птицы и кроликов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. А. Рыгалова [и др.]; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2021. – 362 с.
3. Чернега О.П. технология производства мяса и мясных продуктов. Полуфабрикаты из мяса сельскохозяйственных животных, птицы и кролика: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ (лабораторный практикум) / О. П. Чернега. — Калининград ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 62 с.
4. Журнал Мясные технологии, № 5, май 2021 issn 2308-2941, стр. 60

УДК 636.085.62

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ КОЛОННЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ

А.А. Голикова, аспирант

А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье рассматривается специализированная автоматизированная система охлаждения гранулированных комбикормов, основанная на платформе Arduino UNO с применением периферийных модулей и функциональных компонентов. Данная система позволяет эффективно контролировать температуру и распределять воздушные потоки, обеспечивая длительное хранение продукции, снижение энергозатрат и повышение экономической эффективности производства. Ключевыми преимуществами предлагаемой системы являются поддержка дистанционного мониторинга, интегрированная защита оборудования и развитая архитектура с модулями для регистрации данных и автоматической адаптации к изменениям режима работы. Практическое применение подобной системы позволит отечественным предприятиям существенно повысить продуктивность и качество выпускаемой продукции.

Ключевые слова: гранулированный комбикорм, процесс охлаждения, автоматизированная система, Arduino UNO, датчики температуры, частотный преобразователь, дистанционный мониторинг.

Производство высококачественных комбикормов играет ключевую роль в развитии животноводства и птицеводства. Гранулированные корма являются наиболее востребованным видом продукции благодаря своей удобности в хранении, транспортировке и подаче животным. Процесс грануляции кормов сопровождается значительными тепловыми нагрузками, которые негативно влияют на конечное качество продукции. Эффективная система охлаждения необходима для сохранения питательных свойств кормов, увеличения срока их годности и предотвращения порчи [1].

Несмотря на наличие различных технологических решений, проблема оптимизации процессов охлаждения остается актуальной задачей для российских аграриев. Важность разработки новых подходов, направленных на снижение энергозатрат и увеличение экономической эффективности производств, подчеркивается необходимостью повышения продуктивности сельского хозяйства и укрепления продовольственной безопасности страны. Одним из ключевых этапов технологического цикла является этап охлаждения гранул, который существенно влияет на качество готовой продукции. Недостаточное охлаждение приводит к изменению физико-химических характеристик комбикорма, увеличению микробиологической нагрузки и потере витаминов, аминокислот и микроэлементов. Таким

образом, эффективность охлаждения становится важнейшим фактором, определяющим экономическую целесообразность и конкурентоспособность производства [2].

Кроме того, современные тенденции животноводства диктуют необходимость внедрения ресурсосберегающих технологий, минимизации потерь энергии и сырья, улучшения экологической обстановки вокруг промышленных объектов. Разработка инновационных решений в области охлаждения гранулированных кормов позволит снизить затраты на производство, увеличить объемы выпуска качественной продукции и повысить рентабельность сельскохозяйственного бизнеса [3,4].

Сегодня перед специалистами агропромышленного сектора стоят важные задачи по совершенствованию технических условий, повышению надежности оборудования и внедрению автоматизированных систем управления процессом охлаждения.

Производственный процесс охлаждения гранулированных комбикормов предъявляет высокие требования к точности контроля температуры и равномерности распределения воздушных потоков. Для удовлетворения этих требований была создана специализированная автоматизированная система на платформе Arduino Uno с поддержкой модулей расширения для регистрации данных, защиты оборудования и дистанционного мониторинга.

Составляющие системы (рис. 1):

1. Центральный процессор и управление

- Arduino Uno: Базовая платформа, выполняющая сбор данных с датчиков, обработку информации и передачу управляющих сигналов на исполнительные устройства.
- Библиотеки: Используются специализированные библиотеки для работы с датчиками (DHT, SoftwareSerial, SD и др.) и коммуникационными модулями (Ethernet, SD-карта).

2. Сбор данных

- Датчики температуры (DHT11/DHT22): Позволяют регистрировать точные значения температуры как на входе, так и на выходе колонны охлаждения.
- Датчики скорости воздуха (анемометры) CG-Anem: Фиксируют реальную скорость воздушной массы, проходящей через установку.

3. Исполнительные устройства

- Частотный преобразователь: Осуществляет регулирование частоты вращения вентилятора, позволяя оперативно менять объем подаваемого воздуха в зависимости от потребности.
- Реле защиты: Отвечает за немедленное отключение системы при обнаружении опасных состояний (перегрев, повышенное давление).
- Шиберная заслонка: Заслонка оснащена сервоприводом, который регулирует открытие-закрытие канала подачи гранул. Благодаря ей мы контролируем объем материала, поступающего в охлаждающую колонну, обеспечивая постоянную подачу нужного количества гранул.

4. Хранение и обработка данных

- Модуль SD-карты: Ведёт непрерывную запись всех изменений температуры и скорости воздуха с привязкой ко времени. Эти данные важны для последующего анализа работоспособности системы и определения узких мест.
- Логирование: Вся информация собирается и хранится на карточке SD с периодичностью, установленной разработчиком.

5. Безопасность и защита

- Отключение при перегреве: Если температура поднимается выше критически установленных границ, реле немедленно отключает привод вентилятора, предотвращая возможные аварии.
- Мониторинг давления: Система постоянно следит за давлением в установке и при повышенных показателях принимает меры к устранению риска поломки.

6. Дистанционное управление и мониторинг

- ESP8266 (Ethernet/Wifi-модуль): Предоставляет возможность удалённого доступа к состоянию системы посредством браузера, открывая доступ к просмотру текущих данных и архиву предыдущих записей.
- Web-интерфейс: Пользователь получает простую панель управления, позволяющую наблюдать динамику изменения температуры и скорости воздуха прямо через браузер.

Порядок работы системы:

1. Сбор данных: Датчики температуры и анемометры передают актуальные показания на плату Arduino.
2. Анализ данных: Полученные значения обрабатываются Arduino и сравниваются с нормативными параметрами.
3. Принятие решений: Если зафиксировано отклонение от норм, отправляется команда на частотный преобразователь для регулировки скорости вентилятора.
4. Фиксация данных: Все изменения сохраняются на SD-карту для дальнейшего анализа.
5. Безопасность: В случае возникновения опасной ситуации система самостоятельно инициирует процедуру остановки вентилятора.
6. Доступ пользователей: Web-интерфейс доступен пользователям через локальную сеть или интернет для просмотра текущего статуса и исторических данных.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БЛОК-СХЕМА ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ КОЛОННЕ ОХЛАЖДЕНИЯ С ВИНТОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

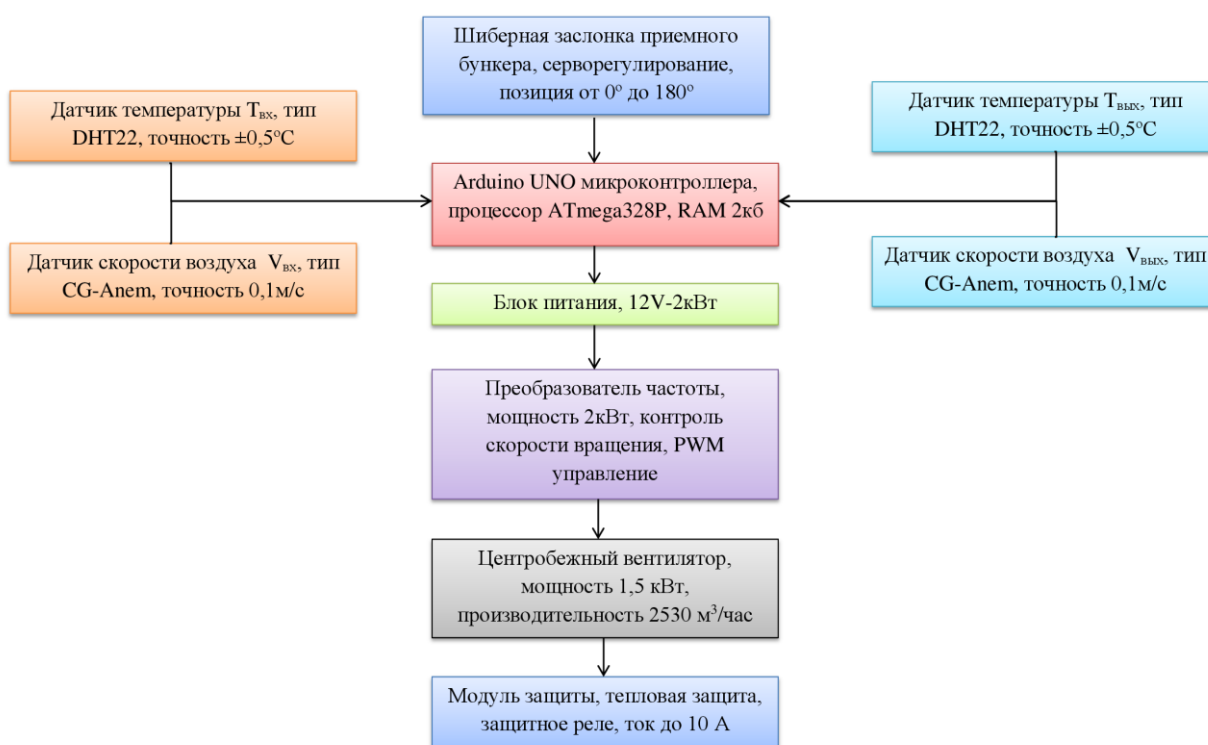


Рисунок 1 - Функциональная блок-схема процесса охлаждения гранулированных комбикормов в вертикальной пневматической колонне охлаждения с винтовым рабочим органом

В процессе исследования разработана современная автоматизированная система охлаждения гранулированных комбикормов, обладающая высокими эксплуатационными качествами и обеспечивающая эффективное и точное управление ключевыми параметрами процесса. Платформа Arduino UNO с интегрированной системой датчиков и частотного

преобразования позволила обеспечить качественное охлаждение, минимизировать теплопотери и предупредить возникновение дефектов продукции вследствие перегрева.

Важнейшим преимуществом разработанной системы является интеграция удаленного мониторинга и автономного режима работы, что повышает надежность и экономичность эксплуатации, минимизирует человеческий фактор и повышает безопасность труда операторов. Использование серийно доступных компонентов и простого интерфейса для конфигурирования позволяет внедрить систему на большинстве действующих предприятий без значительных капиталовложений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомина С.В., Михайлюк Е.Н., Ковшова Н.А. Охлаждение экструдированных кормов в системе пневмотранспорта // Научно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса в реализации государственной программы развития сельского хозяйства до 2020 года: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева. – Курган. – 2019. – С.368-373.

2. Марченко В.И., Грицай Д.И., Сидельников Д.А., Панасенко А.В. Анализ процесса сушки и охлаждения гранул // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК : Сборник научных статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал - 2017", Ставрополь, 05–07 апреля 2017 года. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2017. – С. 35-39.

3. Панасенко А. В. Анализ эффективности существующих способов охлаждения и сушки прессованных материалов // Young Science. – 2014. – Т. 1, № 2. – С. 40-43.

4. Бруздаева С. Н. Разработка технических средств для охлаждения сыпучих продуктов и материалов // Парадигма. – 2024. – № 2. – С. 3-7.

УДК 636.085.62

АНАЛИЗ ВЫГРУЗКИ ГОТОВОГО ПРОДУКТА ИЗ СМЕСИТЕЛЯ СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ

Н.И. Зенкова, ст. преподаватель

А.А. Мезенов, канд. техн. наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье рассматривается вопрос разгрузки смесителей сыпучих продуктов. Представлены технические решения для интенсификации процесса разгрузки.

Ключевые слова: смеситель сыпучих продуктов, смеситель с полностью открывающимся днищем, вибрационный разгрузитель, ультразвуковой способ разгрузки, пневмоимпульсный способ выгрузки.

В настоящее время промышленностью выпускаются смесители предназначенные для смешивания ингредиентов сухих, влажных и жидких. В комбикормовом производстве наиболее распространены конструкции для смешивания сухих так и сухих с добавлением влажных ингредиентов. [2]

Для смешивания сухих рассычатых кормосмесей на практике используют стационарные смесители и мобильные смесители кормораздатчики.

Вопросами совершенствования работы смесителя занимаются достаточно давно и выделяют стационарные смесители с неподвижной вертикальной или горизонтальной камерой смешивания.

Самой распространённой конструкцией вертикального смесителя является вертикальный шнековый смеситель, который широко производится различными предприятиями. Особенностью этих смесителей является то, что они подходят для смешивания только сухих ингредиентов [1] несмотря на достоинства у такой конструкции присутствуют недостатки: возможность сводообразования внутри камеры смешивания при выгрузке; сегрегацию ингредиентов по размеру частиц; невозможность выгрузки всего подготовленного комбикорма без применения ручного труда.

Другим вариантом конструкции вертикальных смесителей со шнековыми рабочими органами являются планетарно-шнековые смесители. Они позволяют сохранить все преимущества вертикально-шнековых смесителей и избавиться от ряда их недостатков: возможность смешивания ингредиентов с различной плотностью и физико-механическими свойствами, исключения появления застойных зон и сводообразования при выгрузке, а также получения продукта с еще более высокой однородностью. Однако это требует создания более сложной кинематической схемы привода рабочих органов (планетарного механизма). Такая конструкция привода требует качественного и своевременного обслуживания, а также характеризуется большими энергетическими затратами на процесс смешивания и продолжительной разгрузкой [5].

Горизонтальные ленточные смесители распространены на комбикормовых производствах их работа осуществляется следующим образом - ингредиенты загружаются в бункер смесителя (камеру смешивания), где они подвергаются интенсивному воздействию рабочих органов, выполненных в виде винтовой поверхности, мешалки и шнеки (одно- и многозаходные винты, с переменным и постоянным шагом, с правой и левой навивкой и т.д.) различных форм и конструкций [4].

Основным недостатком всех смесителей с горизонтальными рабочими органами является наличие «мертвых зон», т.е. мест, где осуществляется недостаточное перемешивание ингредиентов. Как правило такие места наблюдаются в области вала и в верхней части камеры смешивания (бункера). Выгрузка смеси предусмотрена в середине камеры смешивания либо с противоположного края от загрузки при этом в обоих случаях на дне смесителя остается продукт.

Наряду с ленточными смесителями используются и лопастные смесители, отличающиеся тем, что в качестве смешивающего механизма лопатки мешалки, выполненных с различными углами атаки, формы или размера. Таким образом, вариативность в выборе рабочих органов позволяет применять лопастные смесители для смешивания ингредиентов с различными физико-механическими свойствами и получать кормовые смеси различной влажности.

Достоинствами этого типа смесителей является возможность введения и равномерного распределения во всем объеме кормовой смеси жировых компонентов или мелассы. Также смесители, оснащенные несколькими роторами (лопастными валами), позволяют за счет создания встречных потоков смешивать ингредиенты с различными физико-механическими свойствами. К недостаткам этих смесителей можно отнести: большие габариты, возможность только торцевой выгрузки готового продукта [3].

Проведя анализ современных конструкций смесителей, можно сделать вывод, что после проведения технологической операции смешивания достигнув высоких показателей однородности смеси происходят потери продукта вследствие неполной выгрузки.

На рисунке 1 показана схема разгрузки смесителя с полностью открывающимся по всей длине корпуса днищем. Полная выгрузка достигается при величине угла открывающегося сектора больше удвоенного значения угла естественного откоса смеси.

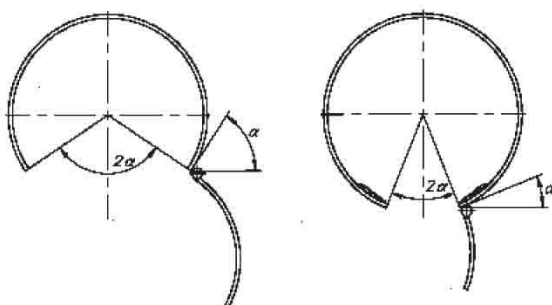


Рисунок 1. – Открытие дна смесителя.

Для иллюстрации условия полной выгрузки на рис. 8 показаны достаточный и недостаточный углы сектора открытия. Угол наклона касательной к корпусу смесителя в нижней его точке равен половине угла открывающегося сектора. В первом случае он больше угла естественного откоса смеси β , смесь выгружается без остатков. Во втором – меньше и при выгрузке в нижней части корпуса на стенках остается некоторое количество смеси. Недостатком системы разгрузки с полностью открывающимся днищем является необходимость очистки поверхности уплотнения по периметру разгрузочной дверки.

Вибрационный разгрузитель рисунок 2 (вибрационный разгрузчик) — автоматическое устройство для разгрузки сыпучих материалов, которое использует вибрацию для перемещения материалов вдоль вибрационного лотка. В процессе работы вибрация от внутреннего конуса виброднища передается на продукт, стекающий через круговую щель в разгрузочное отверстие. В выключенном состоянии виброднище играет роль запора, препятствуя высыпанию продукта.

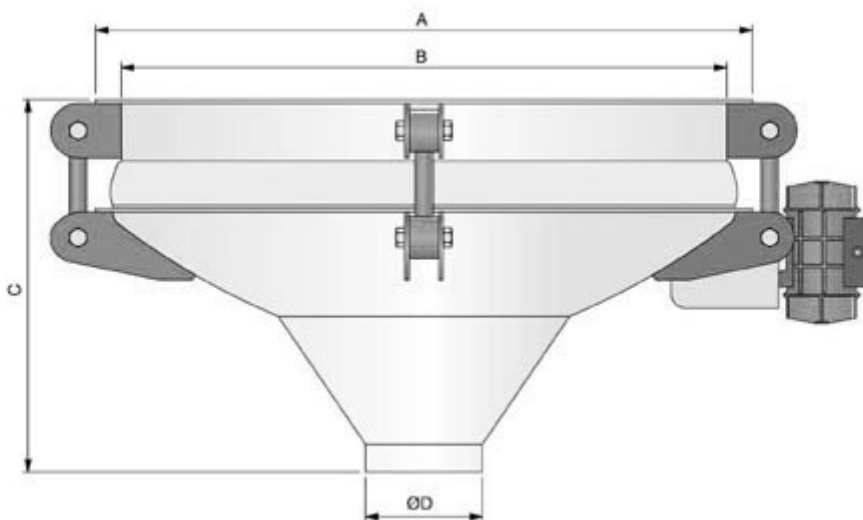


Рисунок 2. - Вибрационный разгрузитель.

Ультразвуковой способ выгрузки — метод, при котором на устройство, содержащее неподвижный слой твёрдого сыпучего материала, воздействуют ультразвуковыми колебаниями. Ультразвуковые колебания передаются на устройство через ультразвуковые излучатели, которые находятся в акустическом контакте с устройством. Ограничение: ультразвуковой способ выгрузки не подходит для устройств, в которых твёрдый сыпучий материал имеет сложную форму и размеры частиц более 20% от внутреннего диаметра канала — в таких случаях выгрузка не происходит.

Пневмоимпульсный способ выгрузки, в свою очередь, представляет собой обработку устройства импульсной струей сжатого воздуха, которая вырабатывается пневмогенератором.

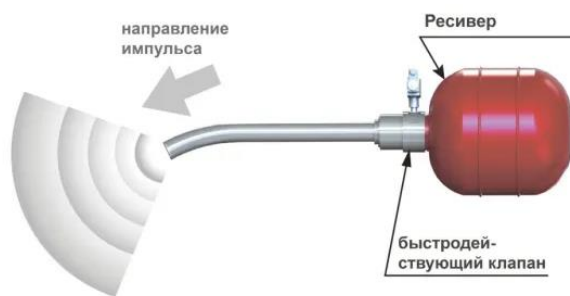


Рисунок 3. - Принцип работы пневмопушки.

Возможность разгрузки без остатков, легкость очистки и простота конструкции – главные направления для совершенствования смесителей сыпучих продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зырянов, Д.А. Оборудование для приготовления комбикормов. В сборнике: Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. Материалы VIII Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение": Сборник научных трудов. Мохнаткин В.Г. главный редактор, Конопельцев И.Г. зам. главного редактора, Лиханов В.А. ответственный за выпуск, Лопатин О.П. ответственный секретарь. 2015. С. 79-84.
2. Инженерная геометрия проектирования смешивающих аппаратов / Ивановой А.П., Чердинцева О.И., Межуева Л.В., Гунько В.В. // Техника в сельском хозяйстве - 2008. №6. - С. 17-19.
3. Карташов, С.Г. Приготовление высокопитательных и обеззараженных комбикормов в фермерских хозяйствах с использованием многофункциональных смесителей [Текст] / С.Г. Карташов, В.С. Ромалийский, Р.П. Сапронова // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2014. - № 1 (13).- С. 86-89.
4. Федоренко, И. Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов: учебное пособие / И. Я. Федоренко. – Барнаул: Изд-во Алтайского ГАУ, 2004. – 180 с.
5. Турубанов, Н.В., Медведев О.Ю., Исупов А.Ю. Исследование смешивания материала в горизонтальном ленточном смесителе. ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ (НПК-2016). Сборник статей 2-е издание, исправленное и дополненное. Вятский государственный университет. 2016. С. 864-870.

Содержание

Современные технические решения переработки сельскохозяйственной продукции

1. **Старостенко В.В.** АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОЙКИ СУБПРОДУКТОВ 3
2. **Гришина А.А.** МОДЕРНИЗАЦИЯ МЯСОРУБКИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ПОДАЧИ ФАРША 7
3. **Капустина Е.Д.** ПРОБЛЕМА МАРКИРОВКИ НА АО «НОВОСИБИРСКАЯ ПТИЦЕФАБРИКА» 11
4. **Хохлов Ю.Д.** РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПО ДОЗИРОВАНИЮ ШАШЛЫКА КРУПНО-КУСКОВОГО МЯСА И МАРИНАДА 14
5. **Хажилова А.В.** ДОЗИРОВАНИЕ КОСТНОГО ОСТАТКА 16
6. **Новиков Б. В.** ПРОЦЕСС ОБМОТКИ ПОДДОНОВ В ПЛЕНКУ НА ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ 20
7. **Сапай Ю.А.** АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЦИФРОВОЙ МАРКИРОВКИ «ЧЕСТНЫЙ ЗНАК» МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ 23
8. **Ломаковская Н.А.** ЭФФЕКТИВНОЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ЗЕРНА И СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ 28
9. **Дубоносова А. С.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУНКЕРА АКТИВНОГО ВЕНТИЛИРОВАНИЯ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ ДЛЯ ПОДОГРЕВА ЗЕРНА 32
10. **Зюлев Н.А.** АВТОМАТИЗАЦИЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ 35
11. **Нгулу-А-Ндзели** АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОПАРИВАЕТЕЛЕЙ ДЛЯ ЗЕРНА 37
- Актуальные вопросы применения робототехнических средств**
12. **Каликин П. С.** ОБЗОР НА ПОРТАЛЬНЫЕ РОБОТЫ-МАНИПУЛЯТОРЫ 41
13. **Тищенко А.А.** РОБОТ МАНИПУЛЯТОР ДЛЯ ПЕРЕНОСА СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ 44
14. **Устименко Е.Н.** РОБОТИЗАЦИЯ ДОЗИРОВАНИЯ ШТУЧНЫХ КУСКОВЫХ ПРОДУКТОВ 47
15. **Клименко В.А., Туров А.К.** РОБОТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ ТЯЖЕЛЫХ ГРУЗОВ: КОНСТРУКЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ 50
16. **Кондрусов М.О.** АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОВЫМ МАГНИТНЫМ СЕПАРАТОРОМ НА ОСНОВЕ ARDUINO 52
- Технологии и техника для производства и переработки сельскохозяйственного сырья, качество продуктов питания**
17. **Блёскин С.С., Пшенов Е.А.** АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАСЧЕТНОЙ СЕТКИ НА ТОЧНОСТЬ CFD-МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ЦИКЛОНА В SOLIDWORKS FLOW SIMULATION 57
18. **Голиков А.И., Мезенов А.А.** РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПНЕВМОСЕПАРАТОРА С ВИНТОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ 59
19. **Патрин П.А., Рудаков Д.С.** ВАЛЬЦОВО – ЛЕНТОЧНАЯ ПЛЮЩИЛКА ДЛЯ ВЛАЖНОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ 62
20. **Ищенко В. И.** АНАЛИЗ ВИДОВ ПЕЛЬМЕНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СТРАН МИРА 64
21. **Голикова А.А., Мезенов А.А.** АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА 67

ОХЛАЖДЕНИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ КОЛОННЕ
ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ

22. **Зенкова Н.И., Мезенов А.А.** АНАЛИЗ ВЫГРУЗКИ ГОТОВОГО
ПРОДУКТА ИЗ СМЕСИТЕЛЯ СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ

70

Научное издание

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

**Сборник научно-практической конференции
(г. Новосибирск, 26 июня 2025 г.)**

Печатается в авторской редакции

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов

Гарнитура ХО Thames, Формат 60×84 1/8
Уч.-изд. л. 4,4. Усл. п.л. 9,5

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