

УДК 574.2

DOI 10.47813/nto.3.2022.6.717-726 EDN [ZYYVXS](#)



Экологическая безопасность первичной переработки скота при использовании робототехники

Т.М. Гиро^{1*}, Л.Ю. Коноваленко², Н.П. Мишуров²

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

²ФГБНУ «Росинформагротех», г. Москва, Россия

*E-mail: girotm@sgau.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, посвященные экологической безопасности, ресурсосбережению, снижению потерь продукции при убое сельскохозяйственных животных при использовании робототехники. Показаны последние разработки в данной области, посвященные первичной переработке свиней, описан опыт работы роботов на предприятиях. Описан метод, в рамках которого анестезия свиней в установке с газовоздушной смесью, содержащей 60-80% углекислого газа, осуществляется в течении 10-40 с и обеспечивающий переход животного в бессознательное состояние, продолжающееся до 2 мин. Удаление эпидермиса свиных туш осуществляется в тоннеле, продолжительность шпарки - 7 мин при t +61-63°C., длительность опаливания - 3 с при t 900-1100°C. Очистка от нагара производится в полировочной машине, дополнительная опалка не только обеспечивает хороший внешний вид, но и дезинфицирует поверхность. Предварительно перед подачей убойных животных на роботизированное оборудование их сканируют трехмерным лазерным сканером. Данные трехмерной модели поверхности отправляют в контроллер робота для определения заданной траектории резания. Оптическая система робота идентифицирует параметры туши с трехмерной моделью для проведения последующих процессов. Использование роботизированных систем первичной переработки позволит использовать гуманные методы убоя в соответствии с международными нормами, автоматизировать трудоемкие операции, сократит удельную энергоемкость, обеспечит высокую экологичность производства.

Ключевые слова: робототехника, первичная переработка скота, цифровые технологии, экологическая безопасность, производительность труда, ресурсосбережение, снижение потерь продукции.

Environmental safety of primary livestock processing when using robotics

T.M. Giro^{1*}, L.Yu. Konovalenko², N.P. Mishurov²

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²FSBI "Rosinformagrotech", Saratov, Russia

*E-mail: girotm@sgau.ru

Abstract. The article deals with issues related to environmental safety, resource conservation, reduction of product losses during slaughter and primary processing of livestock using robotics. The latest developments in this field dedicated to the primary processing of pigs are shown, the experience of robots in enterprises is described. The method of anesthesia of pigs in an installation with a gas-air mixture containing 60-80% carbon dioxide is described, it is carried out within 10-40 seconds and ensures the transition of the animal into unconsciousness, lasting up to 2 minutes. Next, the pork carcass gets into a special tunnel, where it is scalded for 7 minutes at a temperature of +61-63 ° C. Carcasses are singed for 3 seconds at a temperature of 900-1100 ° C, to burn the remnants of bristles and epidermis. After that, the carcass passes through a scourge washing and polishing machine, where its surface is cleaned of the remnants of burnt bristles and epidermis, and then through a second opalescent furnace to reduce the number of microorganisms. Before entering the robotic positions, carcasses pass through a three-dimensional laser scanner that directs a three-dimensional model of their surface to the robot controller. Special software of the software logic controller calculates optimal trajectories of cutting based on the obtained model. The robot's optical system compares the carcass with the resulting three-dimensional model and performs proper cutting operations. In addition to high productivity, robots ensure high environmental friendliness of production.

Keywords: robotics, primary processing of livestock, digital technologies, environmental safety, labor productivity, resource conservation, reduction of product losses.

1. Введение

Отечественный и международный опыт показывает, что применение цифровых технологий является одной из основных особенностей современного периода развития мирового сельского хозяйства, важным фактором, обеспечивающим экологическую безопасность, рост производительности труда, ресурсосбережения, снижения потерь продукции в процессе производства, транспортировки, хранения и реализации. На необходимость перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям и роботизированным системам указано в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [1]. Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в настоящее время реализуется ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство», способствующий внедрению цифровых технологий и платформенных решений в АПК, в том числе в пищевую и перерабатывающую промышленность [2].

Центральным элементом цифровизации и ключевым элементом четвертой промышленной революции признаны роботы, которые в настоящее время выполняют 47% всех задач, связанных с обработкой информации, и 31% работ, требующих приложения физического труда, в том числе при производстве пищевой продукции [3,4].

Стремление освободить человека от выполнения физически и психологически тяжелых операций в области переработки скота было и остается одной из основных задач специалистов мясоперерабатывающей промышленности, где более 60% всех технологических операций до сих пор выполняется вручную [5,6]. Главным трендом для мясной промышленности в области цифровизации являются максимальная автоматизация и роботизация технологических процессов на мясоперерабатывающих предприятиях – от обездвиживания животных до упаковки готовой продукции.

2. Постановка задачи (Цель исследования)

Целью исследований является анализ экологической безопасности убоя и первичной переработки сельскохозяйственных животных при использовании робототехники.

3. Методы и материалы исследования

В ходе анализа вопросов, связанных с экологической безопасностью первичной переработки скота при использовании робототехники на мясоперерабатывающих предприятиях, использовались материалы Российских и зарубежных фирм, научная и патентная литература, статистические методы.

4. Полученные результаты

С начала XXI в. робототехника применяется в мясной промышленности за рубежом: роботы работают на линиях убоя, распиливают и разрезают туши, определяют категориальность входного сырья методом сканирования сырья [7,8,9].

Убой и первичная переработка отличается высокой долей ручного труда (до 60%), работники могут подвергаться травмированию, профессиональным и инфекционным заболеваниям. Использование роботов при убое сельскохозяйственных животных станет решением не только проблемы охраны труда, но и повысит экологичность мясоперерабатывающих предприятий, улучшит санитарные показатели мясного сырья [10,11,12].

С развитием промышленной робототехники создается новый тип промышленного производства, обеспечивающий сохранность окружающей среды, освобождающий работников от выполнения не безопасных для здоровья операций, монотонных рутинных задач, способствующий выполнению работы, требующую творческого подхода [13,14,15].

Производство и внедрение роботизированных систем, обладающих датчиками зрения и осязания, внесет существенный вклад в модернизацию процесса убоя и переработки животных.

В Австралии разработана роботизированная линия «Фьюче-Тек», осуществляющая убоя и первичную переработку крупного рогатого скота. Анестезия животных и разрез сонной артерии производится автоматически, съемка шкуры, отделение голов, извлечение внутренних органов и разделка туш на полутуши также осуществляется роботом.

В Новой Зеландии была разработана линия для убоя и переработки мелкого рогатого скота с элементами роботизации, а в Дании, Голландии, Германии

разрабатывались безлюдные технологии по переработке свиней. Важным шагом в этом направлении стала разработка оборудования, способного адаптировать размеры рабочих органов в соответствии с параметрами туши животного. Данные машины осуществляли процессы заделки проходника, разделение лонного сращения, извлечение внутренних органов. На основе использования автоматизированного оборудования фирмой «Banss» разработана линия убоя и переработки свиней в шкуре, на которой все процессы осуществляли роботы фирмы «KUKA Roboter GmbH» (рис. 1). Роботизированные устройства снабжаются необходимой информацией системой лазеров, являющихся техническим зрением, которые сканирует тушу и транслируют данные на ЭВМ, где система управления в соответствии с заложенными в нее алгоритмами осуществляет заданные операции.



Рисунок 1. Агрегат фирмы «Banss» на основе роботов KUKA.

Роботы широко используются в отделениях, где осуществляется разделение туш на отдельные части. Роботизированное оборудование, производящее разделение свиных туш, производится фирмой «Banss» и норвежской «Norway Meat». Оборудование имеет органы для надежной фиксации туш, технического зрения и приспособления для резания [15].

Крупные зарубежные и Российские предприятия по переработке свиней внедряют инновационные технологии убоя с высокой степенью автоматизации.

Животные подаются по специальному коридору в герметизированную камеру, наполненную газовой смесью, которая включает 6 отделений, способных разместить 4-

5 животных. Атмосфера содержит 60-80% CO₂, длительность анестезии составляет 10-40 с., после чего животные засыпают.

Такой метод анестезии исключает мышечные и легочные кровоизлияния, обеспечивается эффективное обескровливание, повышает эффективность шпарки и удаление щетины у свиней.

Шпарка осуществляется в камере при t +61-63°C, продолжительность процесса – 7 минут. Горячий воздух конденсируется на туше, что размягчает эпидермис и луковицы щетины легче отделяются из волосяных сумок. По окончании процесса конечности туши автоматически освобождаются от путовой цепи и подаются в скребмашину для удаления щетины, после чего осуществляют мойку для очистки от сгоревшего эпидермиса и загрязнений.


Для удаления остатков мягкого волоса, пуха и эпидермиса производится опалка в печах при температуре 900-1100°C в течении трех минут. Окончательная очистка осуществляется в специальной полировочной машине [16, 17].

Для осуществления операции свиные полутуши сканируются лазерным сканером. Определение оптимальных параметров резания производится при помощи специального программного контроллера. Оптическая система робота сличает пришедшую тушу с полученной трехмерной моделью и осуществляет надлежащие операции разделки.

Рабочее устройство робота имеет специальный чехол, защищающий механизмы от загрязнений и препятствующий попаданию смазочных материалов на тушу [18,19,20].

Роботизированное устройство осуществляет заделку проходника, разрезание крестца и грудины, разрез по белой линии живота для извлечения внутренних органов, отрезание конечностей; распиловка туш на полутуши и отрубы (табл. 1).

Таблица 1. Роботы для первичной переработки свиней фирмы «Banss».

Наименование	Внешний вид	Характеристика
Робот RFPC		Используется с целью отрезания конечностей. Процесс резания осуществляется гидравлическими ножницами.

Робот RBD



Устройство для заделки проходника

Робот RHC



Устройство предназначено для распиловки крестца туши. В качестве рабочего органа используется пила

Робот RBO



Роботизированное устройство, осуществляющее разрез грудной кости и мышц по белой линии живота, для извлечения внутренних органов. Для осуществления процесса туша сканируется, для выполнения разреза при помощи дискового ножа по определенной траектории, исключающей нарушение требований технологической инструкции

Робот RNC



Предназначен для отделения конечностей и голов. Работает с помощью специальных гидравлических ножниц

Робот RPS



Робот, осуществляющий распиливание свиных

Американская компания «Jarvis» создала робот JR-50 (производительностью до 1200 голов в час), используемый в процессе отделения голов и конечностей свиней (рисунок 2).



Рисунок 2. Робот, созданный компанией «Jarvis», осуществляющий отделение голов и конечностей свиней.

Преимущества робота JR 165, осуществляющего распиловку свиных туш (рис. 3), кроме высокой производительности и быстрой работы, заключается в быстром приспособлении к любому типу линии разделывания. Данный манипулятор может работать автономно, а также в паре с другим роботом, а специальное программное обеспечение делает его мастером по разделке туш.

Кроме высокой производительности и быстрого выполнения работы, робот для разделки свиней адаптируется к любому типу линии разделки и может быть установлен в любом месте производственной линии, даже вблизи углов. Каркас с интегрированным стабилизатором наряду с технологиями отслеживания и автоматического определения размера позволяет паре роботов работать без участия человека [20].



Рисунок 3. Робот JR 165.

5. Выводы

Анализ информации показал, что наиболее роботизированы процессы при переработке свиней.

«Пандемия COVID - 19 ускорила использование робототехники» в перерабатывающей промышленности, так как с учетом высокой концентрации персонала на предприятиях работникам невозможно обеспечить безопасные условия труда с точки зрения предотвращения распространения корона вируса. Из-за пандемии автоматизация и роботизация производства стали актуальны как никогда.

Результаты исследований, представленные в статье, будут содействовать реализации ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» по направлению «Умная переработка», способствовать внедрению в практику цифровых решений при переработке скота, что позволит значительно повысить экологичность производства и качество выпускаемой мясной продукции.

Благодарности

Результаты научно-исследовательской работы осуществлены при финансовой поддержке Гранта Министерства сельского хозяйства РФ «Актуализация информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям ИТС 43-2017 «Убой животных на мясокомбинатах, мясохладобойнях, побочные продукты животноводства».

Список литературы

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: офиц. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.
2. Кузнецова, О.А. Фабрика будущего: роботы в мясной промышленности / О.А. Кузнецова, М.А. Никитина, А.Н. Захаров // Все о мясе. – 2020. – № 2. – С. 16-20.
3. Файвишевский, М.Л. О роботизации в мясной промышленности / М.Л. Файвишевский // Мясная индустрия. – 2009. – № 5. – С. 32-34.

4. Мясная промышленность и роботы [Электронный ресурс]. URL: <http://robotrends.ru/robopedia/myasnaya-promyshlennost-i-roboty> (дата обращения: 12.04.2021).
5. Коноваленко, Л.Ю. Цифровая трансформация пищевой и перерабатывающей промышленности / Коноваленко, Л.Ю., Мишуров Н.П., Голубев И.Г., Никитина М.А., Бредихин С.А. //: аналит. обзор – М.: ФГБНУ «Рос ин форм аг ро тех», 2020. – 80 с.
6. Новости НАУРР. Новые данные о мировом рынке робототехники [Электронный ресурс]. URL: <https://www.robotunion.ru/tpost/7abfj1s3vvnovie-dannie-o-mirovom-rinke-robototehni> (дата обращения: 12.04.2021).
7. Варшавский, А.Е. Мировые тенденции и направления развития промышленных роботов / А.Е. Варшавский, В.В. Дубинина // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). Т. 11. – 2020. – № 3. – С. 295-319.
8. Костылев, Д.А. Машинное зрение в робототехнических системах / Д.А. Костылев, О.В. Федотов // Наука, техника и образование. – 2016. – № 7 (25). – С. 55-58.
9. Максимов, Д.А. Системы технического зрения роботов в мясной промышленности / Д.А. Максимов, О.Е. Кожевникова, И.М. Тамбовцев // Мясная индустрия. – 2013. – № 7. – С. 14-18.
10. Автоматизация и интеграция: Frontmatec в фокусе экспозиции IFFA [Электронный ресурс]. URL: <https://prodindustry.ru/archive/2019/april/0001.php> (дата обращения: 15.04.2021).
11. Рентгеновская технология HEUFT [Электронный ресурс]. URL: <https://heuft.com/ru/actual-news/news/approval-free-X-ray-unbureaucraticimplementation-eaxminer-technology-part-8> (дата обращения: 07.05.2021).
12. Новинкин, А. Искусственный интеллект для свинокомплекса: союз науки и бизнеса / А. Новинкин // Сфера. Мясная промышленность. – 2021. – № 1. – С. 32-34.
13. «Агро-Белогорье» запускает проект по разработке системы машинного зрения для свинокомплексов // Мясные технологии. – 2020. – № 12. – С. 4.
14. Ивашов, В.И. Роботизация – современная тенденция мясопереработки / В.И. Ивашов // Мясные технологии. – 2009. – № 2. – С. 38-41.

15. Коноваленко, Л.Ю. Опыт использования роботов при переработке сельскохозяйственного сырья / Л.Ю. Коноваленко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 76 с.
16. Никитин, А. Разделка «под орех» / А. Никитин // Агротехника и технологии. – 2009. – № 5. – С. 52-55.
17. Сусь, И.В. Роботизация как современное средство автоматизации первичной переработки скота / И.В. Сусь, М.О. Василевский // Мясная индустрия. – 2009. – № 4. – С. 52-55.
18. Дряхлов, Е. IFFA-2019: знакомься с лучшим [Электронный ресурс]. URL: <https://www.prodindustry.ru/archive/2019/august/0001.php> (дата обращения: 15.04.2021).
19. Создан очередной робот для разделки свиных туш [Электронный ресурс]. URL: <http://robotforum.ru/novosti-texnologij/sozdan-ocherednojrobot-dlya-razdelki-svinyix-tush.html> (дата обращения: 15.04.2021).
20. Информация с официального сайта Датского технологического института (Danish meat research institute, DMRI) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dti.dk/specialists/automation-dmri/36912> (дата обращения: 15.04.2021).