

Применение системы управления фирмы SIEMENS (Германия) позволяет использовать интеллектуальное решение, касающееся управления движениями, сбора и вывода сигналов, а также ПИД-управления [2].

Использование пневматического привода дало возможность применить пневмоостров фирмы «Фесто» (Австрия). Основная идея его применения — объединение пневматики, электрики и сетевых технологий в одном устройстве [3].

Замена редуктора и мотора на мотор-редуктор фирмы INNOVARI (Италия) позволила упростить конструкцию привода.

**Заключение.** В результате модернизации агрегатного станка получили улучшение технологических и конструкторских характеристик оборудования, которые заключаются в следующем:

- применение современной системы управления обеспечивает максимальную эффективность и гибкость;
- замена гидропривода на пневмопривод позволяет упростить конструкцию и уменьшить вес цилиндров и станка в целом, увеличить быстродействие механизмов и уменьшить цену комплектующих, увеличить условия автоматизации, улучшить экологию в цеху;
- установка мотор-редуктора увеличивает надёжность и срок службы механизма, увеличивает КПД;
- применение автоматической переналадки позволяет существенно снизить затраты времени по сравнению с ручной переналадкой и повысить производительность труда.

#### Список цитируемых источников

1. *Матвеев, В. Н.* Агрегатные станки / В. Н. Матвеев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л. : Машиностроение, 1995. — 332 с.
2. *Лепешкин, А. В.* Гидравлика и гидропневмопривод : учебник / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин, А. А. Шейпак — М. : МГИУ, 2003. — 352 с.
3. *Москаленко, В. В.* Системы автоматизированного управления электропривода : учебник / В. В. Москаленко — М. : ИНФРА, 2012. — 208 с.

УДК 62-9; 637.5.03

С. Б. Вербицкий<sup>1</sup>, С. А. Старчевой<sup>1</sup>, Н. Ф. Усатенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук Украины, Киев, Украина

<sup>2</sup>Государственное высшее учебное заведение «Переяслав-Хмельницкий государственный педагогический университет имени Григория Сковороды», г. Переяслав-Хмельницкий, Украина

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЯСНОГО СЫРЬЯ В ВАКУУМНОМ МАССАЖЕРЕ

**Введение.** Чтобы защитить мясное сырье от микробиологической порчи, а также обеспечить надлежащие свойства готовых продуктов: субъективные органолептические (вкус, аромат, цвет, консистенция) и объективные физико-химические (механические показатели, химический состав и т. д.), указанное сырье подвергают посолу — сложному биохимическому процессу, в реализации которого участвуют собственные протеолитические ферменты мяса, а также ферменты микроорганизмов. Современная технологическая схема интенсивной гидромеханической обработки предполагает последовательное инъецирование мясного сырья посолочным рассолом с помощью многоигольных инъекторов и массирования вместе с доливочным рассолом в рабочих полостях барабанов, которыми оснащены специальные машины — массажеры (тумблеры) [1]. В некоторых, технологически обоснованных, случаях применяется только инъецирование либо только массирование [2; 3]. В процессе обработки в массажере мышечные ткани приобретают эластичность, и мясо поглощает посолочный рассол в количестве до 10...12 % к исходной массе сырья. В результате механической обработки нарушается целостность клеточных мембран мяса, и облегчается проникновение рассола в результате разрушения оболочки из соединительной ткани вокруг мышечных волокон, которые набухают под действием посолочных веществ. Также увеличивается выход готового продукта, приобретающего мягкую и нежную консистенцию [4; 5]. Учеными и конструкторами Института продовольственных ресурсов НААН Украины создан параметрический ряд вакуумных массажеров Я5-ФМГ, схема и основные размеры которых приведены на рисунке 1.

**Основная часть.** Режим гидромеханической обработки в массажере зависит от множества факторов, прежде всего от вида мясного сырья и требуемой степени его мацерации. Как правило, непрерывное массирование мясного сырья не применяют, а используют интервальный режим, когда вращение барабана, в течение которого рассол интенсивно поглощается тканями мяса, чередуется с выстоем рабочего органа, во время которого мышечная ткань релаксирует. Поскольку продолжительность массирования может составлять несколько суток, важно, чтобы система автоматического управления обеспечивала выполнение алгоритма массирование/выстой без участия человека.

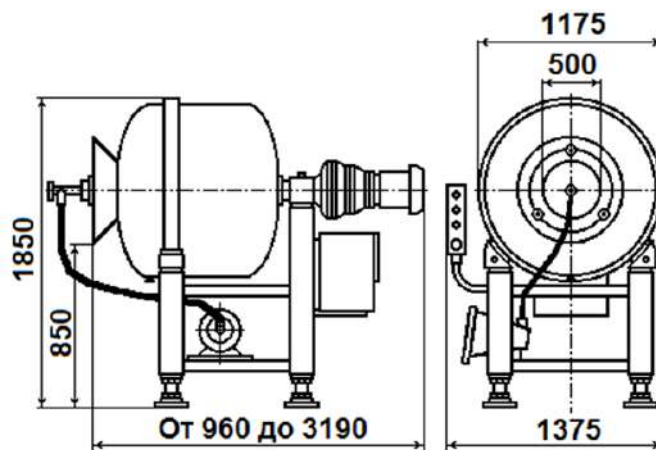


Рисунок 1 — Схема вакуумного массажера Я5-ФМГ (параметрический ряд из 5 моделей машин с емкостью барабана от 0,25 до 2 м<sup>3</sup>)

С другой стороны, указанная система должна обеспечивать эффективный контроль процесса и в случае необходимости оперативную переналадку, исходя из технологических потребностей. Существуют разные мнения о рациональных режимах массирования, например, рекомендуют говядину массировать в таких режимах: заполняют барабан на 70 % емкости и чередуют 30 мин работы с 30 мин выстоя, при этом общее время обработки составляет 12 ч при скорости 20 мин<sup>-1</sup>, либо 8 ч при скорости 5 мин<sup>-1</sup> [6]. При обработке свинины режим таков: коэффициент заполнения — 0,7; общее количество ударов — 2 400, скорость вращения барабана — 6 мин<sup>-1</sup> [7]. В результате производственных испытаний и коммерческой эксплуатации массажеров Я5-ФМГ на предприятиях для этих машин мы можем рекомендовать следующие параметры обработки: коэффициент заполнения — до 0,5, общее количество оборотов барабана для свинины — 600...800, 15 мин работа / 20 мин выстой, скорость вращения барабана — 4...6 мин<sup>-1</sup>, для говядины — 3 000...3 500 оборотов, 20 мин работа / 25 мин выстой, скорость вращения барабана — 8...10 мин<sup>-1</sup> [1].

Для эффективного регулирования процесса гидромеханической обработки мясного сырья в массажере Я5-ФМГ конструкция системы управления охватывает, в частности, регулирование режима вращения барабана (при непрерывном — продолжительность, при интервальном — общая продолжительность; продолжительность работы и выстоя); скорости вращения барабана (бесступенчатое регулирование с использованием преобразователя частоты); направления вращения барабана (работа/выгрузка и говядина/свинина); глубины вакуума (автоматическое включение/отключение вакуумного насоса в зависимости от показаний электроконтактного мановакуумметра); типичных функций по защите электроприводов машины. Загрузив в барабан сырье, устанавливают переключатель в положение ВКЛЮЧЕНО, далее устанавливают режим массирования НЕПРЕРЫВНОЕ или ИНТЕРВАЛЬНОЕ, общую продолжительность массирования, скорость вращения барабана (ОБОРОТЫ) и пределы остаточного давления в барабане. После нажатия кнопки РАБОТА включается вакуумный насос и производится обработка мясного сырья: при вращении барабана по часовой стрелке — говядины, против часовой стрелки — свинины. В режиме массирования ИНТЕРВАЛЬНОЕ дополнительно устанавливают время массирования и время выстоя. По истечении общего времени обработки выключаются приводы барабана и вакуумного насоса, индицируется сообщение ПРОЦЕСС ОКОНЧЕН. Обработанное мясное сырье удаляется из рабочей полости барабана в режиме ВЫГРУЗКА. Нажатием кнопочного выключателя СТОП на пульте управления работу машины можно прекратить в любой момент.

Для реализации функций управления и контроля, массажеры Я5-ФМГ снабжены пультом управления, внутри которого, кроме прочего, расположены контроллер и частотный преобразователь, а на фасаде — переключатель выбора режимов МАССИРОВАНИЕ, НЕПРЕРЫВНОЕ, ИНТЕРВАЛЬНОЕ и ВЫГРУЗКА; потенциометр ОБОРОТЫ; панель управления; кнопочные выключатели РАБОТА, ВЫГРУЗКА и СТОП. После подачи напряжения питания на панели управления появляется сообщение ИНТЕРВАЛЬНОЕ ГОВЯДИНА или НЕПРЕРЫВНОЕ ГОВЯДИНА в зависимости от положения переключателя МАССИРОВАНИЕ. Нажатием кнопочных выключателей ВЫГРУЗКА и РАБОТА сообщение ГОВЯДИНА изменяется на СВИНИНА. Табло отображения панели управления изображено на рисунке 2.

Если во время работы произошло отключение электропитания, то после повторного включения высвечиваются сообщения АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА и ОСТАЛОСЬ... (время до окончания технологического процесса). В случае срабатывания теплового реле электродвигателя вакуумного насоса или электродвигателя привода барабана высвечивается сообщение ПЕРЕГРУЗКА, ОСТАЛОСЬ... (время до окончания технологического процесса). Контроль вакуума осуществляется автоматически при помощи электроконтактного мановакуумметра.



Рисунок 2 — Табло отображения панели управления вакуумного массажера Я5-ФМГ

**Заключение.** Благодаря использованию современных средств автоматического регулирования производственных процессов (встроенный контроллер с ориентированным на пользователя интерфейсом, частотный преобразователь с возможностью бесступенчатого регулирования вращения рабочего органа в широком диапазоне и т. д.), удалось создать систему управления, обеспечивающую массирование мясного сырья в рациональных режимах, гарантированно высокое качество цельномышечных мясных продуктов, экономию энергии, сырья и вспомогательных материалов. Указанное должно способствовать повышению технического уровня и конкурентоспособности отечественного мясоперерабатывающего оборудования прежде всего на внутреннем рынке специализированного технологического оборудования, где сейчас доминируют зарубежные производители — очень часто представленные восстановленными машинами, бывшими в употреблении [8].

#### Список цитируемых источников

1. Вербицкий, С. Б. Гидромеханическая обработка мясного сырья / С. Б. Вербицкий // Мясной бизнес. — 2016. — № 10 (160). — С. 44—48.
2. Influence of the raw ham quality and tumbling time on yield and product quality of cooked ham / E. De Mey [and etc.] // Proceedings ICoMST. — 2015.
3. Pinto Neto, M. Tombamento ou injeção: qual a melhor opção / M. Pinto Neto // Revista Nacional da Carne. — Agosto 2004. — Edição № 330.
4. Niemann, O. El desarrollo tecnológico tras el masajeo de la carne / O. Niemann // CarneTec. — 30/08/2017.
5. Меренкова, С. П. Научное обоснование принципов проектирования технологии деликатесных мясopодуKтов с улучшенными технологическими характеристиками / С. П. Меренкова, И. Ю. Потороко, И. В. Захаров // Вестн. ЮУрГУ. Сер. «Пищевые и биотехнологии». — 2015. — Т. 3, № 2. — С. 18—26.
6. Effects of massaging time and drum speed on texture and structure of two beef muscles / K. Lachowicz [and etc.] // Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology. — 2003. — Volume 6, Issue 2.
7. Technological effect of plastification on changes in the macrostructure of meat / W. Dolata [and etc.] // Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology. — 2005. — Volume 8, Issue 3.
8. Вербицкий, С. Б. М'ясе виробництво: динаміка розвитку та забезпеченість технологічним обладнанням / С. Б. Вербицкий, Г. П. Лисенко, Г. А. Михайленко // Вісн. аграрної науки. — 2015. — № 10 (752). — С. 59—63.

УДК 621.926

И. М. Дыдышко<sup>1</sup>, Л. А. Сиваченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

<sup>2</sup>Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет», Могилев

## К СОЗДАНИЮ ПРУЖИННОЙ МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ СВЕРХТОНКОГО ПОМОЛА МАТЕРИАЛОВ

**Введение.** Центральной операцией многих стадий современного производства является измельчение материалов. Это чрезвычайно массовые, трудоемкие и энергоемкие операции. Процессы измельчения материалов широко применяются в различных отраслях промышленности. На цели измельчения расходуется около