



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

10 % всей вырабатываемой электроэнергии, несколько миллионов тонн высококачественных материалов для измельчающей гарнитуры, а коэффициент полезного действия большинства мельниц не превышает 1 % [1].

Кроме того, процессы измельчения являются капиталоемкими, имея до 45...55 % капитальных затрат цикла переработки минерального сырья и до 50 % эксплуатационных расходов. Темпы развития отраслей промышленности требуют совершенствования конструкции оборудования для сверхтонкого измельчения, повышения его надежности и работоспособности. Кроме того, остро стоит проблема получения сверхтонкого помола материалов, снижения себестоимости продукции, повышения ее качества и увеличения рентабельности производства.

Данная проблема может быть решена путем создания пружинной мельницы с мелющими телами (шариками) сверхтонкого помола материалов.

**Основная часть.** Предложенная пружинная мельница с мелющими телами относится к оборудованию для сверхтонкого измельчения. Основной задачей предложенной пружинной мельницы с мелющими телами является интенсификация процесса сверхтонкого измельчения материалов. Для этого пружинная мельница с мелющими телами содержит раму, привод, пружинный рабочий орган, дугообразно изогнутую камеру обработки материала, устройство для подачи исходного и выгрузки отработанного материала [2].

Данная пружинная мельница с мелющими телами относится к области машиностроения, в частности, к технологическому оборудованию для сверхтонкого помола и механоактивации дисперсных материалов и может быть использована в различных производствах.

Разрушение материала в таких мельницах производится путем захвата частиц материала в расходящиеся части витков и протягивания их в зоны обжатия витков. Такой механизм разрушения является очень эффективным.

Материал также транспортируется пружиной, работающей подобно винтовому транспортеру. Подобные конструкции, обладая конструктивной простотой, обеспечивают эффективное измельчение частиц материала с исходной крупностью 5 мм до конечной — 0,2 мм и менее.

Сущность предложенной мельницы поясняется графическими материалами. На рисунке 1 представлена кинематическая схема рабочего органа 1 и камеры обработки 2, на рисунке 2 — схема воздействия элементов пружинного рабочего органа на исходный материал 3.

Работа мельницы производится при заполненной камере исходным материалом и мелющими телами. При включенном двигателе рабочий орган приводится во вращение и производит разрушение материала между собственными витками пружины.

В процессе экспериментальных исследований установлено, что измельчение материалов вместе с мелющими телами в виде шариков приводит к увеличению упругости пружинного рабочего органа, увеличению количества контактных мест и наклёпу на боковых поверхностях пружинного рабочего органа. Тем самым повышается его износостойкость и прочность при циклических нагрузках, как следствие, увеличивается ресурс работы пружинной мельницы. Измельчение производится не только между витками пружины, но также и с заклиниванием между ними мелющих шариков, что приводит к увеличению качества сверхтонкого измельчения материалов.

Загрузка мелких мелющих тел осуществляется при вращении пружинного рабочего органа одновременно с материалом, обеспечивая тем самым равномерное распределение в области рабочей камеры.

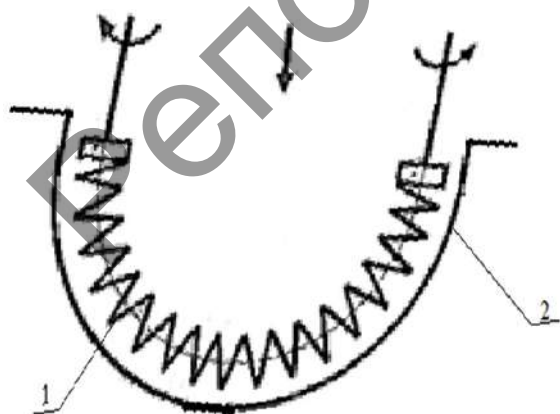


Рисунок 1 — Кинематическая схема рабочего органа и камеры обработки

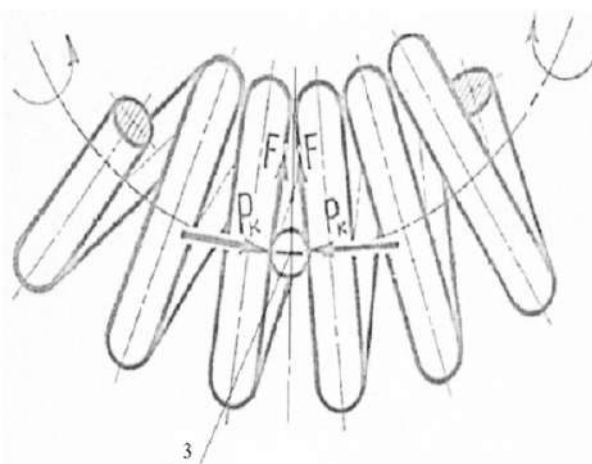


Рисунок 2 — Схема воздействия элементов пружинного рабочего органа на исходный материал

**Заключение.** Предварительные результаты первичных экспериментов показали, что интенсивность измельчения материалов с дополнительно загруженными мелкими мелющими телами значительно выше и эффективнее, чем в традиционных мельницах, так как в межвитковых зонах можно обеспечить предельно допустимые по условиям прочности по контактным напряжениям измельчающих элементов — витков пружины рабочего органа и мелющих тел.

Создание нового эффективного оборудования для комплексной переработки материалов необходимо для производства продуктов с дополнительными потребительскими свойствами или специального назначения. Область применения аппаратов подобного назначения не только огромна, но и постоянно расширяется, охватывая практически все сферы деятельности человека, начиная от бытовой техники и заканчивая космическими технологиями.

#### Список цитируемых источников

1. Селективное измельчение минералов / В. И. Ревнивцев [и др.]. — М.: Недра, 1988. — 286 с.
2. Пружинная шаровая мельница : пат. 29820 Kaz : МПК ВО2с 19/22 / Б. А. Унаспеков [и др.] ; дата публ.: 15.05.2015.

УДК 621.9

А. Н. Жигалов, И. С. Кандыбович, Д. В. Калоша

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

### ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ НА ИЗНОС ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ НОЖЕЙ

**Введение.** В работе авторов [1] обоснована необходимость повышения стойкости режущей кромки дереворежущих ножей для повышения эффективности и производительности процесса деревообработки. Инструмент приобретает необходимую, характерную для данного инструментального материала твердость и износостойкость. Показано, что наиболее рациональным выбором процесса упрочнения ножей является метод ионно-плазменного азотирования (далее — ИПА), имеющий ряд преимуществ перед другими видами обработки.

**Основная часть.** Для осуществления количественной оценки износа режущей кромки дереворежущих ножей от времени резания проведены следующие исследования. Обработке методом фрезерования на роторно-проходном специальном станке модели ЛОТ1БТД03-003 подвергались тонкомерные хвойные лесоматериалы основных пород  $d = 160...200$  мм и  $l = 4000$  мм с припуском на длину  $+30...+50$  мм, с неограниченным количеством сучков, что соответствует СТБ 1711-2007. В модели станка ЛОТ1БТД03-000 частота вращения ротора составляет  $1000...3000$  об./мин. Режимы резания регулируются также и скоростью подачи заготовки и находятся в пределах  $4,5...9,0$  м/мин. Скорость подачи изменяется вручную, исходя из внешних особенностей обрабатываемой древесины.

Исследования осуществлялись на радиально устанавливаемых черновых и чистовых ножах для роторной головки станка, изготовленных из быстрорежущей стали Р6М5. Данная инструментальная сталь является универсальным материалом для изготовления режущего инструмента в деревообрабатывающем производстве. Двухгранные черновые и чистовые ножи устанавливались в роторной головке так, что углы в точке соприкосновения заготовки и режущей кромки для чистовых и черновых ножей были равны  $\varphi = 33^\circ$ ,  $\varphi_1 = 30^\circ$  соответственно.

Контроль и сравнение износа режущей кромки ножей, обработанных и не обработанных ИПА, проводился в течение 1,5 месяцев путем отслеживания уменьшения размеров ножей. Износ ножей замерялся по задней поверхности ножа при помощи микрометра модели МК50 с ценой деления 0,001 мм. Замеры производились через 5 минут резания. Профиль изношенных ножи также фиксировался на инструментальном стереоскопическом микроскопе Stemi 2000-C с точностью измерений 0,001.

Предварительные исследования показали, что наибольшее влияние на износ ножей, упрочненных методом ИПА, оказывают скорость резания  $v$  и подача  $s$ , в связи с чем принималось количество вариационных параметров обработки, равное двум:  $v$  и  $s$ . Применялся план полнофакторного эксперимента, состоящий из пяти опытов для каждого материала в пределах вариации минимальных (-1), нулевых (0) и максимальных (+1) значений параметров. Назначался диапазон вариации для каждого параметра исходя из данных рекомендаций литературы, а также с учетом возможности установки на станке реальных режимов резания. Используемые режимы резания представлены в таблице 1.