

(высокочастотного) обеспечивает неинвазивный, дешевый и простой метод, который можно использовать для оценки ряда пищевых продуктов (рыба, яйца, молочные продукты и т. д.), мониторинга физико-химических и структурных свойств (эмульсии, молочные продукты и соки) и обнаружения загрязнения металлами и другими посторонними материалами (консервы, молочные продукты и т. д.). Простота, несложная установка и переустановка, низкая стоимость ультразвуковых устройств может сделать их важными элементами в исследовательских лабораториях, опытных заводах и крупных заводах пищевой промышленности. С другой стороны, ультразвук высокой мощности (низкочастотный) модифицирует пищевые свойства путем индукции механических, физических и химических/биохимических изменений через кавитацию, что сокращает время проведения технологической операции в щадящих условиях по сравнению с традиционными технологическими приемами.

Список использованной литературы

1. Alliger H. Ultrasonic Disruption, *Am. Lab.* 1975, vol. 10, pp. 75–85.
 2. Chemat F. et al. Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2011, vol. 18, pp. 813–835.
 3. De-Sarabia ERF, Gallego-Juarez JA, Rodriguez-Corral G, Elvira-Segura L, Gonzalez-Gomez I. Application of high-power ultrasound to enhance fluid/solid particle separation processes, *Ultrasonics*. 2000, vol. 38, pp. 642–646.
 4. Ercan S.S. and Soysal C. Use of ultrasound in food preservation. *Natural Sci.* 2013, vol. 5, pp. 5–13.
 5. Gallego-Juárez J, Rodriguez G, Acosta V, Riera E. Power ultrasonic transducers with extensive radiators for industrial processing. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2010, vol. 17, pp. 953–964.
 6. Kyllönen HM, Pirkonen P, Nyström M. Membrane filtration enhanced by ultrasound: a review, *Desalination*. 2005, vol. 181, pp. 319–335.
 7. Kyllönen H, Pirkonen P, Nyström M, Nuortila-Jokinen J, Grönroos A. Experimental aspects of ultrasonically enhanced cross-flow membrane filtration of industrial wastewater, *Ultrason. Sonochem.* 2006, vol., 13, pp. 295–302.
-

УДК 637.02

Груданов В.Я., доктор технических наук, профессор, Василевская В.В., Мурог А.В.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ
ЭМУЛЬСИТАТОРОВ ДЛЯ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ**

Важнейшей народнохозяйственной задачей в области науки и инновационных технологий является обеспечение продовольственной безопасности Республики Беларусь за счет увеличения объемов отечественного производства продуктов питания из мясного сырья. Основная часть технологического оборудования и комплексных агрегатов на современном мясоперерабатывающем предприятии предназначена для измельчения различного вида сырья: от туш животных до приготовления фаршей.

По степени измельчения действующее оборудование на мясоперерабатывающих предприятиях можно разделить на машины для крупного, среднего, мелкого, тонкого и сверхтонкого измельчения (волчки, шпигорезки, куттеры, коллоидные машины, эмульсита-торы). От способа воздействия режущих инструментов на исходный материал зависит вид измельчения, а для тонкого и сверхтонкого измельчения характерно воздействие резанием, раздавливанием и истиранием.

Дробление является частью процесса измельчения, конечной целью которого является получение гомогенной массы, обладающей определенными структурно-механическими свойствами, отличающими ее от исходного сырья с крупностью частиц 2 мм и менее до крупности единиц, десятков и сотен миллиметров.

Основными показателями, характеризующими качество мясной продукции и ее пищевой ценности, являются влажность, жирность, активность воды, плотность, консистенция при определенной температуре и др. Для каждого вида колбасных изделий существует оптимальная степень измельчения сырья, которая является главным критерием, характеризующим продолжительность работы машин, и обеспечивающая максимальную влагопоглощаемость и влагосвязывающую способность, максимальный выход продукции и ее высокие органолептические свойства [1].

С целью получения гомогенных продуктов с высокой дисперсностью применяют эмульсаторы, которые создают большие сдвиговые деформации, вибрацию и другие механические и физические воздействия на продукт.

Рабочим органом для тонкого измельчения служит комплект многозубых ножей с решетками, ножей серповидного вида или набор комбинированных режущих деталей специальной формы. При переходе от среднего к сверхтонкому измельчению размер частиц уменьшается более чем в 100 раз. На процесс измельчения в этом случае существенно влияют структура и физико-механические свойства продукта, конструктивные и геометрические параметры режущего инструмента, режим измельчения, техническое исполнение, состояние машины-измельчителя, точность настройки и регулировки [2].

Эффективность тонкого измельчения в значительной мере зависит от конструктивных и геометрических параметров режущей пары нож-решетка и режимов процесса, от динамических и кинематических характеристик системы: машина – режущий инструмент – сырье.

Наибольшей практической интерес представляют машины для тонкого измельчения, совмещающие грубое и тонкое измельчение мяса за один проход: на одном валу двух измельчающих пар нож-решетка. При прохождении через первую режущую пару происходит грубое измельчение, а через вторую – тонкое. Степень тонкого измельчения регулируют величиной зазора между решеткой и ножом.

В рамках государственной программы ориентированных фундаментальных исследований Министерства образования Республики Беларусь «Механика» по теме «Разработка методологических принципов совершенствования и создания рабочих органов машин и аппаратов по переработке пищевого сырья» в колбасном цеху ОАО «Ошмянский мясокомбинат» были проведены испытания усовершенствованной конструкции режущего инструмента эмульсатора.

Основной конструктивной особенностью ножей эмульсатора является применение новой геометрии режущих лезвий, при которой обеспечивается достижение скользящего резания мясного сырья (взамен рубящего у серийных ножей), что повышает качество измельчения.

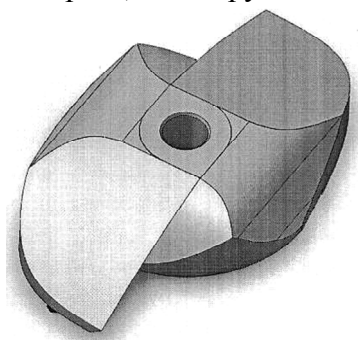


Рисунок 1. Двухлучевой вращающийся нож с наклонными режущими кромками

На рисунке 1 представлен двухлучевой вращающийся нож с наклонными режущими кромками лезвий по касательной к внутреннему радиусу ножевой решетки.

В данной конструкции ножа длина режущей кромки лезвий является максимально большой. Такая конструкция ножа обеспечивает скользящее резание мясного сырья в сочетании и наибольшей длиной режущих кромок.

На рисунке 3 показана усовершенствованная ножевая решетка, которая отличается от серийной решетки (рисунок 2) расположением отверстий перфорации по

концентрическим окружностям, что позволяет увеличить площадь «живого» сечения решетки при постоянном значении коэффициента пропускной способности по всей рабочей площади кольца независимо от радиуса расположения отверстий перфорации. На кольцевых рабочих поверхностях отсутствуют «мертвые зоны» как в серийной решетке. Нож совершает вращательное движение и рабочая поверхность решетки используется максимально.

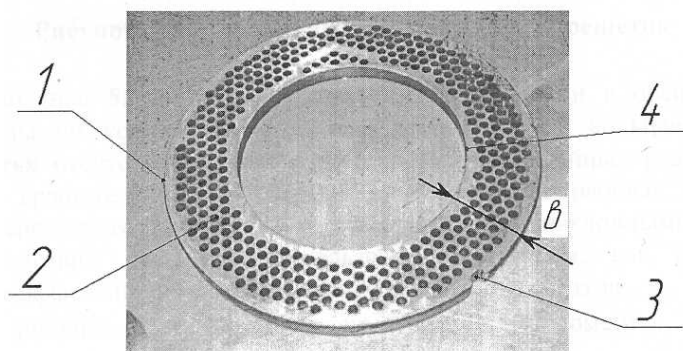


Рисунок 2. Общий вид серийной решетки

1 – основание решетки; 2 – отверстия перфорации;
3 – шпоночный паз; 4 – центральное посадочное отверстие;
 b – ширина кольца ножевой решетки

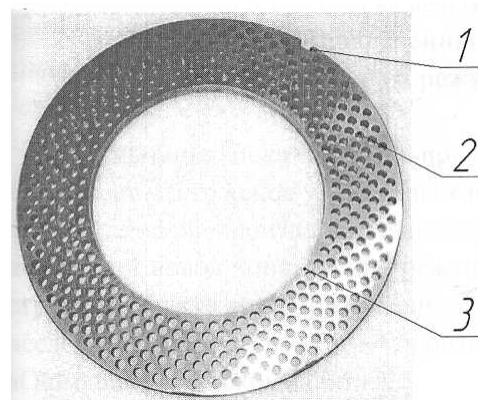


Рисунок 3. Общий вид усовершенствованной решетки

1 – шпоночный паз; 2 – отверстие перфорации с $d=5$ мм; 3 – внутреннее кольцо

Предлагаемая перфорированная ножевая решетка эмульсатора имеет одинаковую пропускную способность по всей рабочей поверхности, минимальное гидравлическое сопротивление на прокачку рабочего тела и наибольшую пропускную способность.

Использование нового режущего инструмента – ножевых решеток и вращающихся со сменными лезвиями ножей со смещенной режущей кромкой лезвий зубьев для эмульсаторов увеличивает производительность машины на 12–15 %, улучшает качество измельчения и снижение удельных энергозатрат на 8–10 %.

С учетом результатов производственных испытаний и на основе теоретических исследований разработана инженерная методика по определению геометрических и энергетических показателей нового режущего механизма эмульсаторов, пригодная для всего модельного ряда этих машин и может быть использована на мясоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь [3].

Список использованной литературы

1. Косой, В.Д. Совершенствование производства колбас (теоретические основы, процессы, оборудование, технология, рецептура и контроль качества)/В.Д.Косой, В.П. Дорохов. – М. : Де Ли принт, 2006. – 766 с.
2. Даурский, А.Н. Резание пищевых материалов. Теория процесса, машины, интенсификации./ А.Н. Даурский, Ю.А. Мачихин. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 240 с.
3. Груданов В.Я., Бренч А.А., Ткачева Л.Т., Мазур А.М. /Тонкое измельчение мясного сырья на эмульсаторах с новым режущим механизмом //Пищевая промышленность: наука и технологии. Минск, 2020. – том 13 №2 (48). – С. 58–68.