УДК 637.513.48

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА КУТТЕРОВАНИЯ

Акуленко С.В., к.т.н.,
Желудков А.Л., к.т.н.
Могилевский государственный университет продовольствия
Тел (0222) 48-57-61

Аннотация **–работа посвящена повышению эффективности процесса куттерования при производстве колбасных изделий из мясного сырья.**

Ключевые слова **– куттер, куттерный нож, измельчение.**

Постановка проблемы. Основная цель процесса резания заключается в том, что каждый первоначальный кусок продукта должен быть разделен без остатка и отходов на более мелкие части с определенными, заранее заданными формой, размерами и качеством поверхности среза. Важнейшим элементом машин для тонкого измельчения сырья является рабочий орган (нож), от качества которого (конфигурация, заточка, жесткость, прочность и др.) зависит и качество выполнения технологической операции.

Для повышения эффективности процесса куттерования важно рационально выбрать оптимальные конструктивные параметры рабочих органов и режимы проведения процесса, обеспечивающие получение продукта с заданной степенью измельчения, сохраняя его пищевую и биологическую ценность.

Анализ предыдущих исследований. Основные направления интенсификации процесса куттерования мясного сырья в последнее время направлены на использование систем автоматизации процесса, оптимизацию режимов резания и конструкций режущих органов.

Тенденция развития современного оборудования для тонкого измельчения мясного сырья направлена на автоматизацию процесса с использованием программного управления, а также на использование вычислительных устройств, которые управляют дозировкой сырья, временем и порядком его загрузки. Окончание процесса контролируется по косвенным параметрам, например, по температурной кривой нагрева фарша или по заданному времени по каждому виду колбасных изделий.

© Акуленко С.В., к.т.н., доцент ,Желудков А.Л., к.т.н., доцент

Среди известных систем автоматизации процесса тонкого измельчения необходимо отметить систему фирмы «*Laska*» для куттера *К*-130 и систему управления куттера *К*-330 фирмы «*Kramer Grebe».* Эти системы позволяют контролировать температуру фарша в процессе куттерования, а их автоматический цикл задается максимально допустимой температурой или временем измельчения. Получение готовых колбас с заданными структурно-механическими свойствами при помощи этих систем возможно лишь при использовании сырья со стабильным составом и структурой.

Более точное определение оптимального времени куттерования можно осуществлять с помощью специальных приспособлений и приборов, реагирующих на изменение структурно-механических характеристик фарша в процессе его изготовления [1]. Для сокращения продолжительности оценки качества продукта по его консистенции В.Д.Косым разработан вискозиметр для контроля структурно-механических свойств фарша. Применение данного прибора в процессе измельчения позволяет определять изменения структурно-механических характеристик фарша в потоке.

Таким образом, с помощью предложенного вискозиметра можно автоматизировать процесс тонкого измельчения мясного сырья на различных моделях куттера с различными геометрическими и кинематическими параметрами.

Особое место при интенсификации процесса куттерования мясного сырья является использование вакуумного куттерования. Во время измельчения на куттере образуется фаршевая система, насыщенная воздухом. Чем выше скорость резания, чем больше частота вращения ножей, тем больше воздуха вводится в фарш. Этот воздух разрыхляет систему, образует малые и большие пузырьки воздуха на разрезе колбасных батонов. Кислород этого воздуха приводит к окислению белка и жира и сокращению срока годности готовой продукции. Для ликвидации этого явления применяют куттеры с герметично закрытой чашей, в которой создают пониженное давление – вакуум. Рекомендуемая глубина вакуума 60 %…85 % [2].

Широкое распространение вакуумных куттеров в первую очередь обусловлено рядом их преимуществ [2, 3]:

– удаление воздуха и его активной составляющей – кислорода – повышает водосвязывающую способность белка. Установлено, что при вакуумном куттеровании 85 %...90 % белка становится свободным и готовым к соединению. В связи с этим получают более стойкую и менее разделяющуюся эмульсию, что уменьшает отеки бульона после варки;

– конечный фарш получается более плотным. Объем фарша уменьшается на 8 %, что позволяет экономить колбасную оболочку;

– удаление воздуха подавляет развитие аэробных микроорганизмов. В результате готовая продукция имеет более интенсивный, устойчивый цвет, увеличивается срок ее годности.

Конструкционные параметры рабочих органов наряду с использованием систем автоматизации процесса также оказывают влияние на интенсификацию процесса куттерования. Материалы, из которых они изготавливаются, выбираются с учетом условий их эксплуатации, свойств и физического состояния разрезаемого продукта, кинематики режущего органа и других факторов.

Основным требованием к любому режущему инструменту является сохранение остроты режущей части и геометрических форм рабочего органа в течение наиболее длительного времени, то есть инструмент должен обладать достаточной жесткостью и высокой износостойкостью.

Способами повышения износостойкости режущих органов являются выбор материалов для изготовления режущих элементов и способа обработки, определение оптимальных условий работы и геометрических параметров рабочих органов.

В настоящее время при изготовлении куттерных ножей наиболее часто используют углеродистые, низколегированные и высоколегированные инструментальные стали [4]. Эти стали имеют высокую износостойкость и твердость после термической обработки (54…58 HRC). При производстве куттерных ножей наиболее распространены стали:

– углеродистые: У7А, У8А;

– низколегированные: 9ХС, ХВГ, Х12М, 3Х13, 4Х13, 12Х13, 30Х13, 12Х17, 40ХГ, 40ХГР, 35ХГ2;

– высоколегированные: 14Х17Н2, 20Х17Н2.

Ножи из низколегированных и высоколегированных сталей имеют по сравнению с ножами из углеродистых сталей более высокую износостойкость. Вместе с тем, применение высоколегированных сталей нежелательно, так как продукты износа ножей, попадающие в фарш, содержат вредные для здоровья химические элементы (особенно, никель).

В целях повышения износостойкости ножей применяются различные варианты поверхностного упрочнения материалов, из которых они изготовлены. При этом можно выделить следующие способы упрочнения:

– способы термической обработки и глубинного упрочнения структуры материала: закалка с последующим отпуском,

нормализация, химико-термическая обработка, низкотемпературная обработка и др.;

– способы обработки, обеспечивающие поверхностное упрочнение материалов (3…200 мкм): электроискровое легирование, лазерная упрочняющая обработка, ультразвуковая поверхностная обработка, плазменный нагрев и др.

Оценивая эффективность вариантов упрочнения, необходимо иметь в виду следующее: поверхностные методы обработки не позволяют сохранить прочностные характеристики ножей при их перезаточке в процессе эксплуатации.

В зависимости от материалов, из которых изготовлены ножи, и вида применяемой упрочняющей технологии достигается увеличение износостойкости ножей в 1,1…3 раза, а прочность при ударном напряжении в 1,2…1,8 раза.

Формулировка целей статьи. Целью представленной работы является определение влияния режимных параметров куттерования на основные технологические показатели процесса.

Основная часть. При проведении экспериментальных исследований использовались ножи, выполненные по патентам Республики Беларусь [5, 6].

На рис. 1 представлена зависимость удельной энергоемкости $N_{уд}$ и прироста температуры Δt в процессе куттерования от скорости резания при коэффициенте скольжения ножа $K_с$=2,38 и линейной скорости чаши $v_ч$=0,43 м/с.

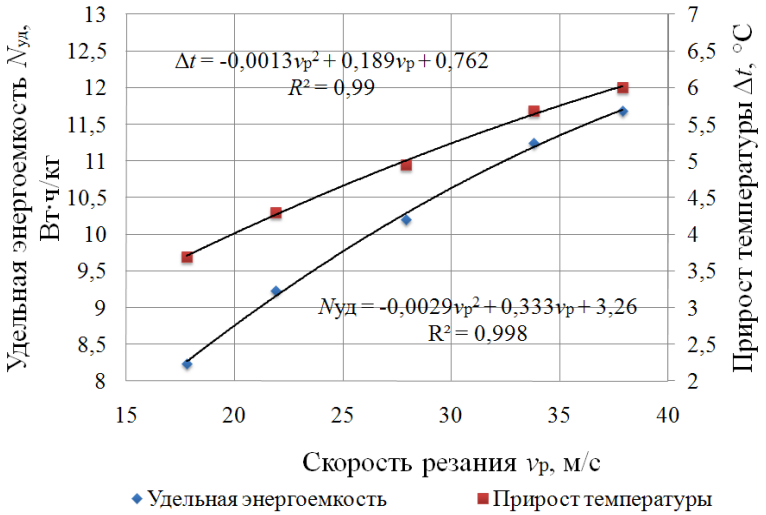

Рис. 1. Зависимость $N_{уд}$ и Δt от $v_р$ при $K_с$=2,38 и $v_ч$=0,43 м/с

Из графика видно, что при изменении скорости резания $v_р$ от 17,8 до 37,9 м/с температура куттеруемого сырья постоянно возрастает и экстремума функции не наблюдается. Такая закономерность изменения прироста температуры связана с тем, что при увеличении скорости резания увеличивается интенсивность

взаимодействия боковой поверхности ножа с измельчаемым продуктом, что вызывает переход энергии, идущей на трение, в тепло и, как следствие, ведет к увеличению температуры куттеруемого сырья.

При увеличении скорости резания также наблюдается повышение удельной энергоемкости. Это повышение связано с увеличением усилия резания за счет повышения интенсивности сил трения. Усилия, деформирующие продукт, направлены нормально к поверхности трения и способствуют увеличению сил трения с повышением скорости резания. При этом повышается расход энергии на деформирование контактного слоя продукта и на преодоление сил зацепления продукта с микронеровностями ножа.

На рис. 2 представлена зависимость удельной энергоемкости $N_{уд}$ и прироста температуры Δt в процессе куттерования от линейной скорости чаши при $K_с$=2,38 и скорости резания $v_р$ =27,9 м/с.

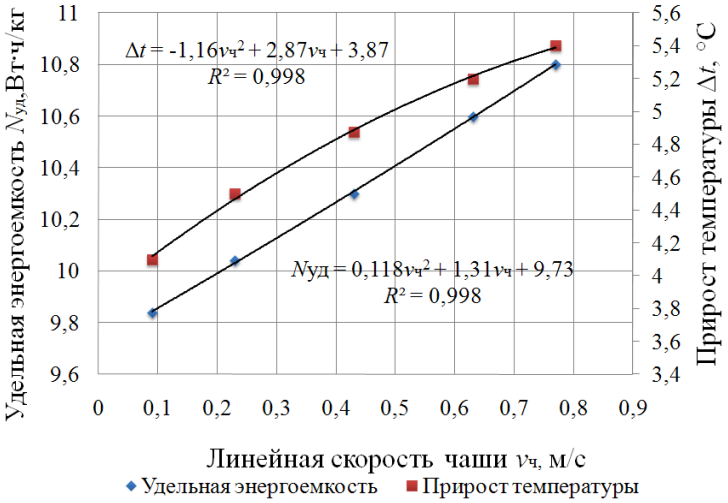

Рис. 2. Зависимость $N_{уд}$ и Δt от $v_ч$ при $K_с$=2,38 и $v_р$=27,9 м/с

При увеличении линейной скорости чаши функции прироста температуры и удельной энергоемкости процесса постоянно возрастают, не образуя экстремумов. Это вызвано тем, что при увеличении линейной скорости чаши увеличивается величина внешнего давления продукта на боковую поверхность ножа.

Выводы. На эффективность работы куттера влияют не конкретные численные значения режимно-конструктивных параметров, а их сочетание. Интенсификация процесса (увеличение скорости резания и линейной скорости чаши) ведет к увеличению таких показателей, как удельная энергоемкость процесса и прирост температуры сырья. Поэтому для определения оптимальных режимов работы куттера необходимо проведение более углубленного анализа, учитывающего качественные показатели измельчаемого сырья.

Литература:

1. *Косой В.Д.* Методология определения консистенции фарша сырокопченых колбас по структурно-механическим характеристикам / В.Д. Косой, А.Д. Малышев, В.П. Дорохов // Мясная индустрия. – 2001. – №5. – С. 37-39.

2. *Жаринов А.И.* Технико - технологические аспекты приготовления мясных эмульсий / А.И. Жаринов, С.Г. Юрков // Мясная индустрия. – 2006. – №2. – С. 22-25.

3. *Ивашов В.И.* Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: учебное пособие для студентов вузов, В 2 ч. Ч.2. Оборудование для переработки мяса / В.И. Ивашов.– СПб.: ГИОРД, 2007.– 458 с.

4. *Василевский О.М.* Машины периодического действия для приготовления фарша / О.М. Василевский, О.В. Соловьев, Д.О. Трифонова // Мясные технологии. – 2007. – № 5. – С. 42-47.

5. Нож куттера серповидный: пат. № 11597 Респ. Беларусь, МПК (2006) В 02С 18/20 / *В.Я. Груданов, А.А. Бренч, А.Л. Желудков*; заявитель Могилевский гос. ун-т продовольствия. – № а20061055; заявл. 27.10.06; опубл. 30.04.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №1. – С. 62.

6. Нож куттера: пат. № 11793 Респ. Беларусь, МПК (2006) В 02С 18/20, В 02С 18/20 / *В.Я. Груданов, А.А. Бренч, А.Л. Желудков*; заявитель Могилевский гос. ун-т продовольствия. – № а20070507; заявл. 04.05.07; опубл. 30.10.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №2. – С. 59-60.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ КУТЕРУВАННЯ

Акуленко С.В., Желудков А.Л.

Анотація **– робота присв'ячена підвищенню ефективності процесу кутерування при виробництві ковбасних виробів із м'ясної сировини.**

IMPROVE THE PROCESS OF CUTTING

S. Akulenko, A. Zheludkov

Summary

This work is dedicated to increasing the effectiveness of the process of cutting the production of sausages of meat raw materials.