

УДК 637.531.45

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ КУТТЕРНОГО НОЖА С ЛОМАННОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ

М.О. Филиппович, С.В. Акуленко

Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь

Процесс тонкого измельчения мясного сырья в куттерах отечественного и зарубежного производств осуществляется серповидными ножами, режущая кромка которых выполнена в виде кривой, построенной по определенной спирали, при этом были исследованы: спираль Архимеда, гиперболическая спираль, циклические кривые (циклоида, эпициклоида и гипоциклоида), эвольвента окружности и другие. При анализе вышеприведенных спиралей было выявлено, что постоянства β (угла скольжения) можно достичь, очертив лезвие только логарифмической спиралью.

Такая спираль подобна самой себе, остается инвариантной при геометрических преобразованиях, называется «золотой» логарифмической спиралью и положена в основу расчетной модели куттерного ножа, т.к. в наибольшей степени отвечает предъявляемым требованиям к конструкции рабочих органов куттеров.

Основным недостатком ножей, выполненных по спирали, является трудность выполнения заточки. Эта проблема решается путем выполнения лезвия в виде ломанной с i -тым количеством прямолинейных участков по закону логарифмической спирали.

Для оценки конструктивных параметров куттерного ножа была получена обобщенная характеристика ψ , которая определяется по формуле

$$\psi = \frac{k_{\beta} \cdot L_{\text{общ}} \cdot b}{F_p}$$

где k_{β} - коэффициент скольжения;

$L_{\text{кр}}$ - длина режущей кромки, м;

b - толщина ножа, м;

F_p - площадь боковой поверхности ножа, м^2 .

Работа, совершаемая лезвием, с учетом обобщенной характеристики куттерного ножа

$$A = \psi \cdot \left(\frac{q \cdot L_{\text{кр}}}{b} + \frac{P \cdot F_p}{b} \left(\frac{\sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos \alpha - f \sin \alpha} + f \right) \right),$$

где q - удельное сопротивление продукта резанию на единицу длины лезвия;

α - угол заточки лезвия ножа;

P - сила давления измельчаемого продукта на боковую поверхность ножа;

f - коэффициент трения продукта о нож.

Известно, что с увеличением радиус-вектора возрастает площадь вновь образованной поверхности продукта лезвием ножа, а также, учитывая уменьшение длин прямолинейных участков лезвия, можно сделать вывод, что работа, затрачиваемая на резание, прямо пропорциональна радиус-вектору данного прямолинейного участка и учитывая, что угол скольжения $\beta = \text{const}$, создаются одинаковые наилучшие условия для измельчения продукта при оптимальных длинах участков лезвия ножа.

УДК 637.531.45

ОБОБЩЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЖУЩЕГО МЕХАНИЗМА ВОЛЧКА

С.Н. Ходакова

Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь

Основные показатели работы мясоизмельчительных машин определяются совершенством конструкции режущего механизма, состоящего из стандартного набора: трех ножевых решеток между которыми установлены вращающиеся ножи. Анализ работы волчков показывает, что конструкция режущего механизма далека от совершенства и имеет существенные недостатки, т.к. геометрические и конструктивные параметры ножей и решеток не взаимосвязаны между собой, что приводит в работе к значительному гидравлическому сопротивлению, повышению энергозатрат и снижению качества готового продукта.

Эффективность и эксплуатационная надежность режущих инструментов во многом определяется правильным выбором конструктивных форм и геометрических параметров режущих элементов. Проектирование инструмента в этой связи необходимо осуществлять на базе системного анализа, включая все факторы, влияющие на процесс резания мясopодуKтов, создание физических и математических моделей процессов измельчения.

Для дальнейшего совершенствования рабочих органов мясорубочных машин необходимо получить обобщенную характеристику, оценивающую конструктивные параметры режущей пары нож-решетка, пригодную для всего типоразмерного ряда волчков и мясорубок.

На основе системного анализа литературных данных для определения основных конструктивных параметров ножа была получена зависимость

$$\Omega_{\text{ножа}} = f(L_n, z, h_n, \alpha, \beta),$$

где $\Omega_{\text{ножа}}$ – обобщенная характеристика ножа; L_n – длина пера ножа, м; z – количество перьев; h_n – толщина ножа, м; α – угол наклона пера, град; β – угол скольжения, град.

Для оценки конструкции ножевой решетки предложена следующая зависимость $\Omega_{\text{реш}} = f(F_o, d_o, F_p, b)$, где $\Omega_{\text{реш}}$ – обобщенная характеристика ножевой решетки; F_o – суммарная площадь отверстий, м²; d_o – диаметр отверстий; F_p – площадь решетки м²; b – толщина решетки, м.

После проведенных математических преобразований получена обобщенная характеристика режущей пары нож-решетка

$$\Omega = \frac{F_o \cdot d_o \cdot L_n \cdot z}{F_p \cdot b \cdot h_n \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta}.$$

Данную обобщенную характеристику можно использовать для оценки конструктивных параметров режущего механизма всего типоразмерного ряда волчков при его конструировании.

УДК 637.531.45

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КУТТЕРОВАНИЯ

Л.Т. Ткачева, А.А. Бренч, Ю.А. Орлова

Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь

Для определения оптимальных режимов процесса куттерования с различными геометрическими характеристиками конструкций ножей были изучены зависимости реологических свойств продукта и энергетические характеристики процесса от конструктивных особенностей куттера. Качество процесса измельчения колбасного фарша зависит от структурно-механических свойств, которые характеризуются величиной предельного напряжения сдвига, величиной поверхности частиц фарша, динамической вязкостью и потерями жидкости при термообработке.

Было разработано три варианта конструкции куттерных ножей, каждый из которых имеет преимущества и недостатки по сравнению с серийными, удельные значения которых можно определить только при проведении экспериментальных исследований. Для этого был спланирован и реализован полный факторный эксперимент, соответствующий греко-латинскому квадрату.

Для решения поставленной задачи оптимизации режимов куттерования воспользовались интерполяцией по Лагранжу, чтобы получить $n+1$ табличных точек (x_i, y_i) , где $i = 0, 1, \dots, n$, с использованием полученных экспериментальных данных.

Используя полученные уравнения, с помощью составленной на ЭВМ программы в среде визуальной разработки Delphi, были выбраны оптимальные режимы куттерования.

Для серийного серповидного ножа ($\Psi = 0,0866$) наилучшими условиями куттерования являются: время обработки $T_{\text{кут}} = 6,3$ мин, коэффициент заполнения чаши $K_3 = 0,5$, частота вращения чаши $n_ч = 10$ об/мин; при этом предельное напряжение сдвига $\Theta = 629$ Па, прирост температуры $\Delta t = 7,01$ °С и удельный расход энергии на процесс 20,1 Вт·ч/кг.

Для прямого ножа ($\Psi = 0,0183$) наилучшими условиями куттерования являются: время обработки $T_{\text{кут}} = 6$ мин, коэффициент заполнения чаши $K_3 = 0,5$, частота вращения чаши $n_ч = 10$ об/мин; при этом предельное напряжение сдвига $\Theta = 633,5$ Па, прирост температуры $\Delta t = 6$ °С и удельный расход энергии на процесс 16,5 Вт·ч/кг. Для треугольного ножа ($\Psi = 0,0186$) наилучшими условиями куттерования являются: время обработки $T_{\text{кут}} = 5,2$ мин, коэффициент заполнения чаши $K_3 = 0,5$, частота вращения чаши $n_ч = 10$ об/мин; при этом предельное напряжение сдвига $\Theta = 632$ Па, прирост температуры $\Delta t = 6,4$ °С и удельный расход энергии на процесс 17 Вт·ч/кг.

Для прямого ножа с внутренними режущими кромками ($\Psi = 0,0278$) наилучшими условиями куттерования являются: время обработки $T_{\text{кут}} = 4,1$ мин, коэффициент заполнения чаши $K_3 = 0,5$, частота вращения чаши $n_ч = 10$ об/мин; при этом предельное напряжение сдвига $\Theta = 638$ Па, прирост температуры $\Delta t = 8$ °С и удельный расход энергии на процесс 21,4 Вт·ч/кг.

УДК 664.71

СИСТЕМА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МУКОМОЛЬНОГО ВАЛЬЦОВОГО СТАНКА

Е.Л. Вольнская, Ж.В. Кошак, Н.В. Иванова

Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь

При производстве сортовой пшеничной муки основной измельчающей машиной является вальцовый станок. От его технического состояния зависит качество извлекаемого продукта. Основным показателем