

А. И. Гайдуковский, Г.Ф. Назарова, А.А. Новиков, П.Э. Гринкевич; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u 20100267; заявл. 18.03.2010; опубл. 30.10.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 5 (76). – С. 161.

2. Крук, И. С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей: монография / И. С. Крук, Т. П. Кот, О. В. Гордеенко. – Минск : БГАТУ, 2015. – 284 с.

УДК 637. 531. 45

Бренч А.А., кандидат технических наук, доцент;

Полякова В.В.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КУТТЕРНОГО НОЖА

Аннотация. В работе проанализировано влияние геометрических параметров куттерного ножа на процесс резания. Предложена конструкция куттерного ножа, позволяющая обеспечить равномерность измельчения продукта по длине режущей кромки.

Abstract. The paper analyzes the influence of geometric parameters of a cutter knife on the cutting process. A design of a cutter knife is proposed that allows for uniform grinding of the product along the length of the cutting edge.

Ключевые слова. Нож, куттер, тонкое измельчение, угол скольжения, режущая кромка, мясное сырье.

Keywords. Knife, cutter, fine grinding, sliding angle, cutting edge, meat raw material.

В мясной отрасли при производстве колбасных изделий широко применяется операция измельчения, которая оказывают существенное влияние на качество фарша и выход готового продукта. При конструировании мясорезающих машин и механизмов необходимо учитывать биологическое происхождение измельчаемого сырья, вид и количество добавок, а также особенности процесса куттерования.

Качество колбасных изделий и их выход зависят от ряда факторов. Среди них решающее место принадлежит тонкому измельчению мяса в куттере и температурному режиму процесса. Причем на качество измельчения в значительной мере влияет форма ножей.

Процесс резания при тонком измельчении мясного сырья осуществляют на высоких скоростях режущих рабочих органов куттеров. Он сопровождается выделением большого количества теплоты, что вызывает значительное повышение температуры сырья и приводит к денатурации белков, снижению водосвязывающей способности полуфабриката и изменению структурно-механических свойств продукта, что существенно снижает качество готовых мясных изделий.

Целью исследований является повышения эффективности тонкого измельчения мясного сырья на основе разработки новых конструкции куттерных ножей.

Процесс резания в куттерах осуществляется серповидными ножами, режущая кромка которых выполнена в виде кривой построенной по определенной спирали, при этом были исследованы: спираль Архимеда с уравнением $R = a \cdot \varphi$ и логарифмическая спираль с уравнением $R = a^{\varphi}$.

Для произвольной кривой лезвия [3], описываемой в полярной системе координат уравнением $R = R(\varphi)$, и ножа, вращающегося вокруг ее полюса, общее выражение коэффициента скольжения, известное из дифференциальной геометрии, будет иметь вид

$$K_{\beta} = R \cdot \frac{d\varphi}{dR} \quad (1)$$

где φ – полярный угол;

R – радиус-вектор точки лезвия.

Чтобы коэффициент скольжения не уменьшался по мере поворота лезвия, производная $\frac{d\varphi}{dR}$ должна уменьшаться не быстрее, чем растет радиус-вектор.

Выпуклое лезвие ножа, выполненное по Архимедовой спирали с уравнением $R = a \cdot \varphi$, не обеспечивает этого требования.

При анализе вышеприведенных спиралей [2], было выявлено, что постоянство коэффициента скольжения K_{β} можно достичь, очертив лезвие только логарифмической спиралью с уравнением

$$R = a^{\varphi}, \quad (2)$$

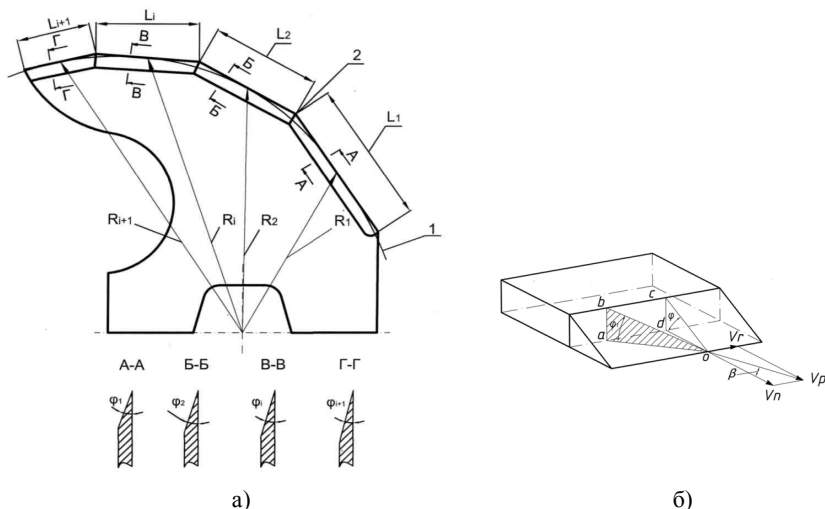
где R – радиус-вектор спирали;

a – постоянный коэффициент;

Основным недостатком ножей, выполненных по логарифмической спирали является трудность выполнения заточки. Эта проблема решается путем выполнения режущей кромки ножа в виде ломанной линии с i -ым количеством прямолинейных участков по закону логарифмической спирали (рис. 1а).

Благодаря очертанию лезвия ножа куттера логарифмической спиралью с уравнением $R = a^{\varphi}$, достигается постоянство угла резания по всей длине режущей кромки. Но из-за сложности выполнения ножей такой конструкции предлагается выполнить режущую кромку в виде ломаной линии, выполненной касательно к логарифмической спирали. Это дает возможность получить постоянство угла резания в середине каждой режущей кромки, что, в свою очередь, обеспечивает равномерность измельчения продукта по

всей длине режущей кромки, что позволяет повысить качество готового продукта, и, тем самым, повышает эффективность работы ножа куттера.



1 – логарифмическая спираль
2 – режущая кромка

Рисунок 1 – Схема куттерного ножа с режущей кромкой в виде ломаной линии, построенной по закону логарифмической спирали

При этом целесообразно, чтобы длина L_i каждой режущей кромки определялась из выражения

$$L_i = L_{i-1} \frac{R_{i-1}}{R_i}, \quad (3)$$

где R_{i-1} – расстояние от оси вращения ножа до середины $i-1$ -ой режущей кромки;

R_i – расстояние от оси вращения ножа до середины следующей режущей кромки.

Выполнение формулы (3) позволяет соотнести геометрические размеры куттерного ножа, и тем самым уменьшает длину каждого следующего прямолинейного участка режущей кромки, что снижает гидравлическое сопротивление, а также затраты энергии на процесс куттерования. Это дополнительно улучшает качество готового продукта и повышает эффективность работы куттера.

Кроме того, при резании волокнистых материалов необходимо, чтобы давление в зоне контакта режущей кромки и продукта не уменьшалось с увеличением расстояния от оси вращения, а наоборот, увеличивалось. Этот эффект может быть достигнут за счет уменьшения угла заточки лез-

вия по мере увеличения расстояния от оси вращения до режущей кромки, либо путем увеличения угла встречи режущей кромки с продуктом. При использовании ножа с серповидной режущей кромкой второй путь более практичен и осуществляется путем увеличения угла встречи по мере роста расстояния от оси вращения до режущей кромки. Однако это ведет к увеличению боковой поверхности ножа, что приводит к более интенсивному повышению температуры фарша во время процесса куттерования.

В тоже время использование ножей с ломаной режущей кромкой позволяет уменьшать угол заточки лезвия по мере увеличения расстояния от оси вращения до режущей кромки.

При движении лезвия нормально относительно соей режущей кромки определение величины угла заточки производится исходя из обычного представления о геометрии лезвия в статическом состоянии. Нетрудно убедиться, что в процессе резания со скольжением угол заточки в направлении резания меняет свое значение – уменьшается в зависимости от угла скольжения β . Иными словами, переходя от представлении о статической геометрии лезвия к представлению о его кинематической геометрии, мы сталкиваемся с явлением трансформации угла заточки.

На рисунке 1б представлена схема лезвия с углом заточки φ_0 , равным φ . При проникновении лезвия в материал нормально, т. е. по направлению V_n , указанный угол будет ранен замеренному статически. В случае, когда лезвие станет проникать в материал под некоторым углом β к нормали, т.е. в направлении V_p , угол заточки должен быть замерен к плоскости, проходящей через это направление, т. е. будет ранен углу aob , равным φ_1 .

Закономерность изменения угла заточки φ_1 в зависимости от изменения угла β может быть определена следующим образом:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_1 &= \frac{ab}{ao}; & \operatorname{tg} \varphi &= \frac{dc}{do} = \frac{ab}{do}; \\ \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot ao &= \operatorname{tg} \varphi \cdot do; & \frac{do}{ao} &= \cos \beta \end{aligned}$$

Выражаем $\operatorname{tg} \varphi_1$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \beta \quad (4)$$

Выражение 4 показывает закономерность изменения угла заточки φ_1 , в зависимости от изменения угла встречи β . Поэтому для уменьшения лобового сопротивления внедрения лезвия ножа в продукт необходимо выполнять режущую кромку с углом заточки проходящим через плоскость aob .

Предлагаемая конструкция куттерного ножа обладает рядом конструктивных преимуществ по сравнению с серийно выпускаемыми ножами:

- обеспечивается равномерность измельчения продукта по длине режущей кромки;

- за счет трансформации угла заточки снижается лобовое сопротивление внедрения лезвия ножа в продукт;

- уменьшение угла заточки лезвия по мере увеличения расстояния от оси вращения ножа до режущей позволяет уменьшить длину режущей кромки, что приводит к уменьшению боковой поверхности ножа и снижению темпа роста температуры обрабатываемого продукта.

Список использованной литературы

1. Груданов, В. Я. «Золотая» пропорция в инженерных задачах: монография / В. Я. Груданов. – Могилев.: МГУ им. А. А. Кулешова, 2006. – 288 с.

2. 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.

3. 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.

4. Куттер: пат. № 12028 Респ. Беларусь, МПК (2006) В 02С 18/00 / В. Я. Груданов, А. А. Бренч, А. Л. Желудков; заявитель Могилевский гос. ун-т продовольствия. – № а20070044; заявл. 18.01.07; опубл. 30.08.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №3. – С. 63–64.

5. Нож куттера: пат. № 12967 Респ. Беларусь, МПК (2009) В 02С 18/00 / А. Л. Желудков, В. Я. Груданов, А. А. Бренч; заявитель Могилевский гос. ун-т продовольствия. – № а20080459; заявл. 10.04.08; опубл. 30.10.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – №1. – С. 71.

УДК 631. 358

Пасин А.В., доктор технических наук, профессор;

Гальцев Д.Е., магистрант;

Буграев М., магистрант

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

УБОРКА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ЛНТЕРЕБИЛКОЙ ТЛН-1,5А

Аннотация. В статье подробно анализируется устройство и технологический процесс работы лнтеревилки ТЛН-1,5А и пути её модернизации. Предложенные инженерные решения позволяют увеличить ширину захвата машины и расширить функциональные возможности для реализации способов укладки тресты при её уборке. Проведена экономическая оценка использования модернизированного варианта машины, что позволяет подтвердить целесообразность внедрения предлагаемых изменений в сельскохозяйственную практику.

Annotation. The article analyzes in detail the structure and technological process of the flax harvester TLN-1.5A and ways of its modernization. The proposed engineering