

УДК 637.513.48

Груданов В.Я., доктор технических наук, профессор,
Бренч А.А., кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИНЫ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ЛЕЗВИЯ НОЖА ЭМУЛЬСИТАТОРА

Мясопродукты представляют собой сложные по химическому составу и структурному строению вещества. Нагревание измельчаемого мясного сырья вызывает в нем нежелательные физико-химические изменения. С целью предотвращения перегревания процесс измельчения осуществляют в несколько стадий. Вначале сырье измельчается в волчках путем использования в режущем узле ряда ножей и перфорированных решеток, диаметр которых ступенчато изменяется до 0,003 м в выходных решетках.

Для более тонкого измельчения применяются куттера, коллоидные мельницы и эмульсаторы. В этих машинах протекают и взаимодействуют процессы резания, перетирания и перемешивания. В результате тонкого измельчения мяса образуется колбасный фарш. Для предотвращения перегревания фарша и нежелательных изменений водо-жиро-белковой фракции мяса в процессе измельчения фарш охлаждают с помощью снега или чешуйчатого льда.

При производстве мясных продуктов для детского и диетического питания, а также для получения гомогенизированных мясных консервов, наибольшее применение нашли эмульсаторы типа KS австрийской фирмы KARL SHNELL.

Режущий механизм эмульсаторов KS представляет собой трущуюся пару нож-решетка. При этом каждая машина комплектуется тремя новыми головками (2, 3 и 6 лучевыми) и пятью ножевыми решетками с диаметрами отверстий от 0,5 до 18 мм. Производительность таких машин зависит от вида сырья, степени измельчения и диаметра отверстий и, как показывает практика, в ряде случаев имеет место низкое качество измельчения продукта при значительных энергозатратах по причине работы режущего механизма в режиме энергоемкого и низкокачественного рубящего резания.

При скользящем резании сопротивление перерезанию волокон и стенок клеток продукта уменьшается с возрастанием угла скольжения или, что то же самое, – с увеличением коэффициента скольжения и длины режущей кромки лезвия. Поэтому в системе нож-решетка необходимо использовать не только законы скользящего резания, но и максимальную длину режущей кромки лезвия. На рисунке 1 представлена схема определения коэффициента скольжения по длине прямолинейного лезвия в трущейся паре нож-решетка.

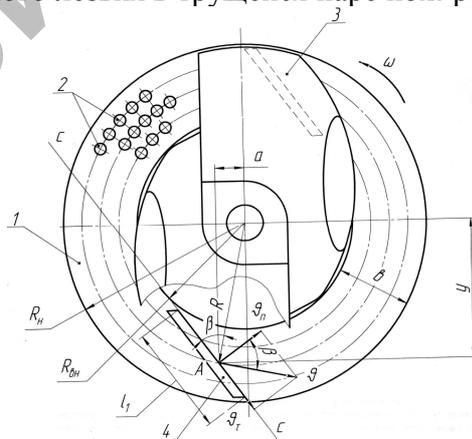


Рисунок 1. Схема определения коэффициента скольжения по длине прямолинейного лезвия

- 1 – ножевая решетка; 2 – отверстие перфорации; 3 – вращающийся нож; 4 – лезвие ножа;
 l – длина режущей кромки лезвия; R_n – наружный радиус решетки; $R_{вн}$ – внутренний радиус решетки;
 $C-C$ – касательная к внутренней окружности $R_{вн}$; V – линейная скорость произвольной точки A ; V_n ,
 V_r – нормальная и составляющая линейной скорости V ; β – угол скольжения; a , y – координаты точки A ;
 R – радиус вращения точки A ; b – ширина кольца

Коэффициент скольжения K_β определяется по формуле

$$K_\beta = \frac{V_r}{V_n} = \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{\alpha}{y}$$

Режущая кромка лезвия 4 вращающегося ножа 3 проходит по касательной cc к внутренней окружности $R_{\text{вн}}$ и в этом случае длина l режущей кромки лезвия 4 будет максимальной, а коэффициент скольжения K_β – наибольшим.

В точке B ($y = 0$), $V_n = 0$ и $K_\beta = \infty$, т.е. резания не будет. При увеличении y K_β уменьшается. При $y = \text{const}$ K_β возрастает с увеличением α . Если $\alpha = 0$

$K_\beta = 0$ – имеет место рубящее резание.

Таким образом, расположение режущей кромки лезвия наклонено по касательной cc к внутренней окружности $R_{\text{вн}}$ ножевой решетки позволяет получить наибольшую длину l лезвия 4 и, как следствие, создать наилучшие условия для скользящего резания и процесса измельчения в целом.

С увеличением коэффициента скольжения K_β суммарная сила сопротивления перерезанию продукта P и ее нормальная составляющая P_n уменьшаются, что и приводит к снижению энергозатрат на процесс измельчения.

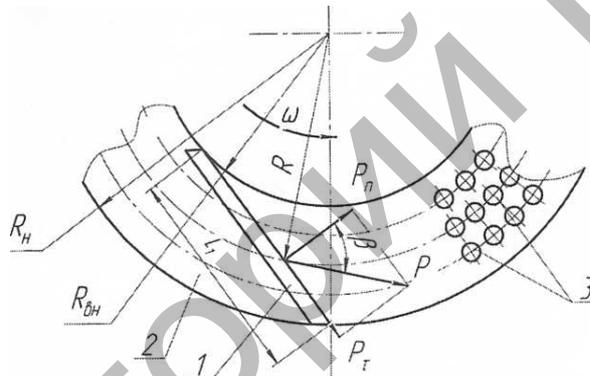


Рисунок 2. Схема определения длины режущей кромки лезвия ножа.
 P – сила сопротивления перерезанию продукта; P_n – нормальная составляющая силы P ;
 P_τ – касательная составляющая силы P ; β – угол скольжения

Нормальная P_n и касательная P_τ составляющие сопротивления перерезанию P (рис. 2) определяется по формулам:

$$P_n = P \cos \beta = ql \cos^2 \beta; \quad P_\tau = P \sin \beta = ql \sin \beta \cdot \cos \beta$$

где q – удельное сопротивление продукта на единицу длины лезвия, $H \cdot м$;

l – длина режущей кромки лезвия ножа, участвующая в отрезании слоя продукта, м.

$$P = q \cdot l \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + K_\beta^2}};$$

$$P_n = q \cdot l \cdot \frac{1}{1 + K_\beta^2};$$

$$P_\tau = q \cdot l \cdot \frac{K_\beta^2}{1 + K_\beta^2};$$

Из формул следует, что с увеличением коэффициента скольжения K_β суммарная сила сопротивления перерезания P и ее нормальная составляющая P_n уменьшаются, причем P_n более значительно, чем P . Касательная составляющая P_τ вначале возрастает, достигая максимума при $K_\beta = 1$, после чего убывает, приближаясь по величине к P .

Из рисунка 2 определяем оптимальную длину режущей кромки лезвия ножа:

$$L = \sqrt{b^2 + 2R_n(R_n - b)},$$

где b – ширина кольца (рабочей поверхности решетки).

Таким образом, на основе закономерностей скользящего резания, получена формула для определения наибольшей длины режущей кромки лезвий вращающегося ножа в зависимости от ширины кольцевой рабочей поверхности перфорированных ножевых решеток, при этом определен оптимальный угол наклона режущей кромки лезвия ножа, позволяющей получить наибольший коэффициент скольжения.

Список использованной литературы

1. Груданов В.Я., Бренч А.А. / Моделирование и оптимизация процессов переработки сельскохозяйственной продукции: монография // Минск: БГАТУ, 2017. – 286 с.

2. Устройство для измельчения мясного сырья: пат. № 14437 Респ. Беларусь: МПК 7 B02C18 /30 / В.Я. Груданов, А.А. Бренч, И.Е. Дацук, М.О. Филиппович; заявитель: Белорусский государственный аграрный технический университет – заяв. 02.03.2009, опубликовано 30.10.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэл. уласн. – 2011, № 5.

3. Груданов В.Я. Тонкое измельчение мясного сырья новым режущим механизмом в эмульсаторах / В.Я. Груданов, А.А. Бренч, Л.Т. Ткачѣва, М.О. Филиппович // Весті НАН Беларусі. Сер. аграр. навук – 2010. – №3. – С. 105–110.

УДК 637.543

Дацук И.Е.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБВАЛКА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ В СЕПАРИРУЮЩЕМ УЗЛЕ ШНЕКОВОГО ПРЕССА

Основным источником белка животного происхождения для организма человека является мясо убойных животных и птицы, потребление которых растет с каждым годом. Следует отметить, что в общей структуре потребления мяса, как в мире, так и в Республике Беларусь все больший удельный вес занимает мясо птицы. На этот выбор потребителей оказывает влияние, прежде всего, ценовой фактор.

Одним из путей снижения стоимости продукции для предприятий осуществляющих переработку мяса птицы является увеличение выхода более ценной составляющей, а именно мясной, при механической ее обвалке. В процессе механической обвалки мясо отделяется от скелетных костей путем измельчения исходного сырья (каркасы, шеи и т. д.) и продавливания его под высоким давлением сквозь перфорированную отверстиями стенку. Основная часть костей и хрящей удаляется вследствие большой разницы в сопротивлении резанию.[1]

На птицеперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь наибольшее распространение среди прессов механической обвалки мяса птицы получили шнековые, относящиеся к машинам непрерывного действия. Рабочими органами шнековых прессов механической обвалки мяса птицы является пара: шнек и перфорированная втулка с большим количеством сквозных отверстий, различной формы и размеров. Шнек подает мясокостное сырье, частич-