

АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИКИ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСА

В.Д. Щербаков, магистрант

А.В. Майоров, канд. техн. наук

**Марийский государственный университет
(Россия, г. Йошкар-Ола)**

DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11013

***Аннотация.** Целью данной работы является рассмотрение процесса замораживания мяса, а так же отличая резания фрезами замороженных мясных блоков от традиционных методов. В работе рассмотрены технологические особенности машин для измельчения заморожено мяса, а так же воздействие факторов влияния на степень измельчения.*

***Ключевые слова:** измельчение, данные мясной стружки, режущий инструмент, статистический анализ.*

В мясной промышленности перерабатывают сырье в различном термическом состоянии: в парном, охлажденном и замороженном. Большую часть составляет сырье в замороженном виде – более 50% от общего объема сырья, в том числе для изготовления мясной продукции применяют замороженное мясо в блоках. Его объем составляет примерно 11% к общему объему мороженого мяса. Объемы производства блочного мяса будут продолжать расти в связи с внедрением новой техники и технологии замораживания, что позволит рационально использовать производственные мощности холодильных установок.

В замороженном мясе и при различных температурах, а также соединительной и жировой тканей образуется разное количество льда. При измельчении замороженного мяса на эффективность измельчения оказывает воздействие характер расположения волокон мышечных тканей.

Результаты исследования

Для упрощения анализа примем, что при проведении эксперимента была реализована схема симметричного фрезерования, когда продольная плоскость симмет-

рии мясного блока совпадает с направлением подачи, а ось вращения фрезы располагается на этой плоскости. На рисунке 1 построена условная эпюра изменения толщины мясной стружки, снимаемой одним лезвием фрезы за один рабочий цикл, отражающая качественную картину процесса резания. Под рабочим циклом понимают период времени, в течение которого режущее лезвие фрезы контактирует с обрабатываемой поверхностью материала [1]. В точке 1 лезвие фрезы входит в блок мяса, а в точке 2 – выходит из него. В теории резания материалов методом фрезерования доказано [2], что в рассматриваемом случае толщина мясной стружки в точках 1 и 2 одинакова (это следует из симметрии схемы фрезерования) и определяется как:

$$az_1 = az_2 = az \cdot \sin\psi_1 = az \cdot \sin\psi_2, (1)$$

где az_1 - толщина мясной стружки в точке 1; az_2 - толщина мясной стружки в точке 2; az - подача на зуб фрезы, мм/зуб; ψ_1 - угол контакта фрезы в точке 1; ψ_2 - угол контакта фрезы в точке 2.

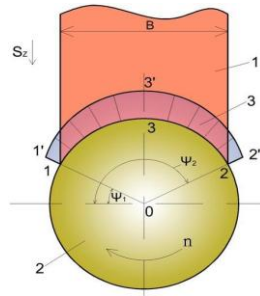


Рис. 1. Схема фрезерования блока мяса цилиндрической фрезой 1 – блок мяса; 2 – фреза; 3 – эпюра толщины срезаемого слоя. B – ширина блока мяса; n – частота вращения фрезы; S_z – подача на зуб; Ψ_1, Ψ_2 – углы входа и выхода фрезы.

Однако при резании фрезами замороженного мяса есть существенное отличие от такой же обработки традиционных материалов (металлов, древесины, пластика и др.) – значительная неоднородность замороженного мясного сырья по структурному и текстурному признакам, влияющая на качество измельчения. Различное количество льда (воды) в замороженном мясе при разных температурах хранения, наличие жировой и соединительной тканей – это структурные признаки его неоднород-

ности. При резании замороженных мясных блоков на качество измельчения влияет различная ориентация волокон мышечной ткани в объеме блока продукта относительно лезвий фрезы, что является текстурным признаком неоднородности сырья. Примерная картина неоднородности блока замороженного мяса по структурному и текстурному признакам при ориентации поверхности резания блока относительно фрезы показана на рисунке 2.



Рис. 2. Неоднородность замороженного мясного блока

Как видно из рисунка 2, след режущей кромки фрезы с винтовым зубом пройдет через волокна мышечной ткани, различно ориентированные относительно него (продольным и поперечным образом), через другие виды тканей, объемы льда различной формы, величины и ориентации относительно режущей кромки.

На рисунке 3 показаны линейные размеры мясной стружки (толщина и ширина) измельченного мяса, полученного на установке ИБФ – 1 измельчением исходного замороженного сырья (части блока замороженного мяса промышленного типоразмера, говядина).

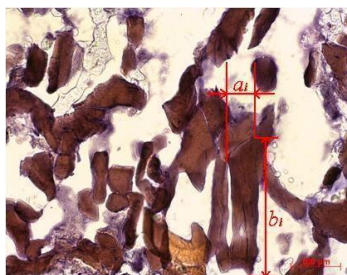


Рис. 3. Размеры мясной стружки (говядина): a_i – толщина стружки, мкм; b_i – ширина стружки, мкм.

Воздействие указанных выше факторов влияния на степень измельчения носит случайный характер, поэтому целесообразно провести статистический анализ размеров мясных стружек измельченного мяса, полученного в результате процесса измельчения фрезами разной конструкции экспериментальных блоков замороженного мяса на установке ИБФ – 1. Статистический анализ состоит из решения следующих задач:

1) из массива данных измерений размеров мясной стружки (толщины и ширины), полученных в результате микроструктурного анализа измельченного мяса, сформировать группированные статистические ряды данных по виду размера, применяемой фрезы и ре жима резания;

2) построить гистограммы численного распределения размеров мясной стружки по выбранным диапазонам их значений;

3) в виду субъективности выбора границ диапазонов размеров мясной стружки, следует построить гистограммы плотности статистической частоты.

Заключение

Измельчение замороженных мясных блоков на экспериментальной установке ИБФ – 1 доказало возможность осуществления процесса измельчения замороженного мясного сырья методом фрезерования. Разработан метод расчета энергозатрат процесса измельчения замороженного мяса фрезой.

Библиографический список

1. *Вентцель, Е.С.* Исследование операций: задачи, принципы, идеология / Е.С. Вентцель. – М.: Дрофа, 2004. – 208 с.
2. *Вольф, Т.Т.* Кинетика процессов измельчения упруговязких и вязкопластических сельскохозяйственных материалов / Т.Т. Вольф. – Новосибирск: ГНУ СибНИПТИП Россельхозакадемии, Сибирское отделение, 2008. – 116 с.
3. *Гайдукевич, В.И.* Случайные нагрузки силовых электроприводов / В.И. Гайдукевич, В.С. Титов. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 160 с.
4. *Гапонкин, В.А.* Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки / В.А. Гапонкин, Л.К. Лукашев, Т.Г. Суворова. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448 с.

ANALYSIS AND JUSTIFICATION BY THE METHODS OF MATHEMATICAL STATIC OF MEAT CRUSHING METHODS

V.D. Shcherbakov, *graduate student*

A.V. Mayorov, *candidate of technical sciences, associate professor*

Mari state university

(Russia, Yoshkar-Ola)

***Abstract.** The purpose of this work is to consider the process of freezing meat, as well as distinguishing the cutting of frozen meat blocks from traditional methods. The paper considers the technological features of machines for grinding frozen meat, as well as the impact of factors affecting the degree of grinding.*

***Keywords:** grinding, meat chips data, cutting tools, static analysis.*