

статора в соответствии с рекомендуемыми зазорами между ротором и статором при измельчении мясного сырья находится по следующей зависимости:

$$F = \pi(r_c^2 - r_p^2) \sin \alpha \quad (3)$$

Если математически определять скорость продвижения измельчаемого мясного фаршевого продукта в зоне резания, то выясняется, что она зависит от угловой скорости вращения ротора и его среднего радиуса, что выражается через исходную зависимость:

$$v = \frac{\omega r_p}{\xi} \quad (4)$$

где ξ — коэффициент сопротивления продвижению частиц продукта за счет многократной пульсации при прохождении канавок и выступов.

Коэффициент ξ зависит от ряда факторов, из которых наиболее важными являются динамическая вязкость, влажность продукта, частота колебаний, величина зазора, трудно поддающихся математическому описанию. Эмпирическое значение коэффициента при измельчении продуктов с добавлением жидкости равно 2,2, при измельчении мясных фаршевых продуктов $\xi=9,8$.

Выбор оптимальных сочетаний конструктивных элементов

В подходах и принципах конструирования энергосберегающих рабочих органов машины для тонкого измельчения применен фундаментальный принцип «золотой» пропорции («золотого» сечения) и закономерности системы предпочтительных чисел, основанной на свойствах математического ряда чисел Фибоначчи[2].

Заключение

При определении концептуальных подходов при разработке оборудования для тонкого измельчения мяса проанализирован процесс измельчения продуктов, обосновано конструктивное исполнение оборудования данного типа, проведен аналитический анализ конструктивных параметров и выбрано оптимальное сочетание конструктивных элементов.

Литература

1. Машиностроение. Энциклопедия/Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. — М: «Машиностроение». Машины и оборудование пищевой и перерабатывающей промышленности. Т. IV-17/С.А. Мачихин, В.Б. Акопян, С.Т. Антипов и др.; под ред. С.А. Мачихина, 2003. — 736 с., ил., с. 286-323.
2. Васютинский Н.А. Золотая пропорция. — М.: Мол. Гвардия, 1990. — 238 с.

УДК 637.523.4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Груданов В.Я. (БГАТУ),

Ветров В.С., Измер А.Н., Маркевич Ю. И.

(РУП «Институт мясо-молочной промышленности»),

Филиппович М.О. (Ошмянский мясокомбинат)

В статье проведен аналитический анализ технологических и конструктивных особенностей современного состояния измельчающего оборудования мясоперерабатывающей промышленности. Особое внимание уделено вопросам тонкого и сверхтонкого коллоидного измельчения мяса, исследованиям отечественной машины непрерывного действия для тонкого измельчения, разработке технологической линии для осуществления данного процесса.

Введение

Процессы измельчения мясного сырья остаются одними из основных в производстве мясной продукции. Несмотря на многочисленные совершенствования, происходившие за многие годы, в техническом оформлении оборудования для измельчения мясного сырья существенных конструктивных изменений не отмечается. Основное оборудование для этих целей — волчки по своей конструкции имеют почти двухсотлетнюю историю, куттера и эмульсаторы — более сотни лет. В конструктивном исполнении рабочих органов доминируют два принципа: создание режущей пары «решетка-нож»; система быстровращающихся ножей. Для тонкого и сверхтонкого измельчения широко применяются эмульсаторы, имеющие особое конструктивное исполнение. В технологическом аспекте тонкое и сверхтонкое измельчение имеет свои преимущества, так как размер частиц измельченного сырья влияет на степень усвоения питательных веществ продукта. Особенно это важно для людей с болезнями желудочно-кишечного тракта, при производстве продуктов детского питания, геродиетической продукции

Характеристика технологии процесса и степени измельчения

В настоящее время на современном крупном мясоперерабатывающем предприятии используется более 400 единиц оборудования и комплексных агрегатов. Основная часть их предназначена для измельчения различного вида сырья: от туш животных до приготовления фаршей. Операции, связанные с измельчением в мясной промышленности, составляют более 70%. Они широко используются при производстве основных видов продукции: колбас, полуфабрикатов, консервов, пищевых животных жиров, а также технической продукции: кормов, клея, других технических продуктов. Измельчение различных материалов, как установлено в настоящее время, осуществляется различными способами: резанием, раздавливанием, распиливанием, разламыванием, истиранием, ударом. Все способы, а чаще всего их комбинации составляют основу процесса дробления.

При раздавливании материал под действием нагрузки деформируется по всему объему и, когда внутренние напряжения в нем превышают предел прочности сжатию, разрушается.

При раскалывании материал разрушается в местах наибольшей концентрации нагрузок под действием клиновидного режущего инструмента. Форма и размеры образующихся кусков материала, как и при раздавливании, непостоянны. Материал измельчается при меньших нагрузках, следовательно, и меньших затратах энергии, чем при раздавливании.

При разламывании материал разрушается в результате действия на него изгибающих сил.

При истирании материал измельчается под действием сжимающих, растягивающих и срезающих сил, превращаясь в диспергированное вещество.

При ударе материал распадается на части в результате действия динамической нагрузки. В случае сосредоточения получается эффект, подобный тому, что и при раскалывании, а при распределенной нагрузке по всему объему эффект разрушения аналогичен наблюдаемому при раздавливании.

При резании материал разделяется на части заранее заданных размеров и формы.

Распиливание является разновидностью процесса резания. Оба эти процесса полностью управляемы [1].

В действующем технологическом оборудовании мясокомбинатов измельчение достигается сочетанием нескольких видов механического воздействия. Его выбор определяется физико-механическими

В действующем технологическом оборудовании мясокомбинатов измельчение достигается сочетание нескольких видов механического воздействия. Его выбор определяется физико-механическими свойствами измельчаемого материала (прочность,

Секция 5: Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции

упругость, пластичность, вязкость, мягкость и др.) и желательными характеристиками определенных процессов, особенно важен размер измельчаемого материала.

По назначению технологическое оборудование предприятий можно разделить на две основные группы:

- оборудование для измельчения твердого сырья (костного, мясокостного, блочного мороженого, специй и пряностей) — силовые измельчители, дробилки, волчки-дробилки, измельчители мороженых блоков, кости, специй и пряностей;

- оборудования для измельчения мягкого мясного сырья (мышечной, жировой и соединительной ткани в размороженном состоянии) — волчки, шпигорезки, куттера, коллоидные мельницы, эмульсаторы.

По степени измельчения действующее на мясоперерабатывающих предприятиях оборудование можно разделить на машины для крупного, среднего, мелкого, тонкого и сверхтонкого измельчения. Каждый вид измельчения характеризуется средним размером частиц (табл. 1)[1].

Таблица 1 - Вид измельчения и размер частиц мяса.

Вид измельчения	Средний размер частиц, мм	
	до измельчения	после измельчения
Крупное	до 300	до 100
Среднее	до 200	60-10
Мелкое	200-100	10-2
Тонкое	10-2	2-0,4
Сверхтонкое (коллоидный размол)	10-0,4	$75 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-3}$

Вид измельчения зависит от способов воздействия режущего механизма на исходный материал. В частности, известно, что наиболее пригодным для измельчения мяса оказались резание и распиливание, что реализовано в машинах для крупного измельчения, сочетания резания с раздавливанием, раскалыванием и ударом (машины для среднего и мелкого измельчения), для тонкого и сверхтонкого измельчения характерно воздействие резанием, раздавливанием и истиранием. Соответственно механизмам воздействия разрабатываются и изготавливаются режущие инструменты, которые в своей конструкции должны сочетать конкретные типы воздействий. При этом следует учитывать и то, что мелкое, тонкое и сверхтонкое измельчения характеризуются преимущественно дроблением и конечная цель операции — получение гомогенной массы, обладающей определенными структурно-механическими свойствами, отличающимися ее от исходного сырья. Чаще всего для этого используется двухстадийное измельчение, первичным этапом которого является крупное или среднее измельчение. Рабочим органом для тонкого измельчения обычно служит комплект многозубых ножей с решетками, ножей серповидной формы или набор комбинированных режущих деталей специальных форм. Следует отметить и то, что при переходе от среднего к сверхтонкому измельчению размер частиц (табл. 1) меняется в 10^4 раз. На процесс измельчения в этом случае существенно влияют структура и физико-механические свойства продукта, конструктивные и геометрические параметры режущего инструмента, режим измельчения, техническое исполнение, состояние машины-измельчителя и точность настройки и регулировки. Эти факторы должны обязательно учитываться при расчете и конструировании машин и их исполнительных органов.

Необходимо учитывать и структуру измельчаемого сырья. Ткани мяса относятся к структурированным дисперсным системам, для которых при их неразрушенном состоянии характерны вязкость и упругость. Мышечная ткань представляет собой совокупность мышечных волокон, объединенных в пучки, которые разделены соединительной тканью. При измельчении мышечные волокна разрушаются преимущественно поперек. Часть мышечных волокон измельчается вдоль до отдельных волокон, которые впоследствии разрушаются поперек. Соединительная ткань, включающая коллагеновые волокна,

разрушается труднее. При тонком и сверхтонком измельчении клеточная структура сырья разрушается и образуется вязко-пластичная структура (фарш), размеры частиц которого могут составлять несколько микрон. Жировая ткань является производной рыхлой соединительной ткани с размером клеток более 120 мкм. Кусочки жировой измельченной ткани представляют собой малоразрушенную микроскопическую структуру.

Технологическими требованиями рекомендуется, чтобы фарш, получаемый в машинах периодического действия, имеющих мелкое измельчение, во многих случаях повторно измельчали в машинах тонкого измельчения непрерывного действия (эмульсаторе, микрокуттере, дезинтеграторе) [2]. Хорошо разработанный фарш, приемлемый для технологов, визуально имеет вид тщательно измельченной распределенной массы, его структура должна быть однородной. Размеры фарша при производстве мясной продукции не всегда однозначно определены, например, для паштетов указывается, что это тонкоизмельченный, пастообразный продукт [2].

Положительное влияние степени измельчения фарша на выход и качество вареных колбасных изделий отмечено во многих экспериментах [3].

Тонкое измельчение мясного сырья и приготовления соответствующего фарша, помимо приятных вкусовых ощущений и улучшения пищеварения потребителя, имеет и экономическую сторону. Так, при производстве вареных колбасных изделий целесообразно производство более выгодных экономически бесструктурных колбас, так как тонкое измельчение шпика способствует увеличению выхода продукта на 1,6% (при его 2,5% содержании в рецептуре) без увеличения количества влаги или на 8% при соответствующем увеличении количества влаги [3].

Определенные ограничения по размерам костных частиц существуют при производстве мяса механической обвалки, получаемой на прессах различной конструкции. Считается, что костные частицы размером около 0,46 мм, равным размеру отверстий цилиндра установки «Бихайв», легко растворяются в растворе такой концентрации соляной кислоты (0,018-0,15 М), которые встречаются в желудочном соке или содержанием желудка человека, и, таким образом, не представляет опасности для здоровья [3].

Режимы резания мяса в настоящее время хорошо изучены. Установлено, что усилия резания уменьшаются с увеличением скорости резания. Считается, что при увеличении скорости резания возрастает качество среза, однако при этом отмечается повышение температуры в зоне резания, что может сопровождаться денатурацией белков и снижением биологической ценности продукции. Эффективность измельчения в значительной степени зависит от конструктивных и геометрических параметров инструмента и режимов процесса. От динамических и кинематических характеристик системы «машина-режущий инструмент-сырье» зависят качество и физико-механические свойства конечной продукции. Общая схема процесса измельчения мяса и мясных продуктов, учитывающая различные факторы, приведены в табл. 2 [1].

Данная структурная схема измельчения мяса и мясопродуктов раскрывает сущность происходящих процессов и служит основой для обоснования совершенствования и создания новых рабочих органов машин для более эффективного измельчения мяса.

Процесс совершенствования машин для тонкого и сверхтонкого измельчения продолжается. Институт мясо-молочной промышленности НАН Беларуси разработал и испытал в производственных условиях Ошмянского и Жлобинского мясокомбинатов машину для тонкого измельчения мяса Я23-МТИ. На рис. 1 представлен общий вид машины, на рис. 2. — схема рабочего органа

Машина предназначена для измельчения мясного сырья, предварительно пропущенного через волчок: мясного шрота для производства вареных колбасных изделий; субпродуктов для ливерных колбас и зельцев; пищевой крови для разрушения сгустков (дефибрирования) при производстве кровяных колбас; свиной шкурки при производстве белкового стабилизатора; мясных отходов при приготовлении кормов для животных и т.п.

Секция 5: Переработка и хранение
сельскохозяйственной продукции

Технологическая схема приготовления фарша колбасных изделий для производства вареных колбас, сосисок и сарделек с применением данного оборудования для линий и цехов мясоперерабатывающих предприятий производительностью до пяти тонн колбасных изделий в смену представлена на рис. 3.

Таблица 2 - Структурная схема измельчения мяса и мясных продуктов.



Рисунок 1 - Общий вид машины

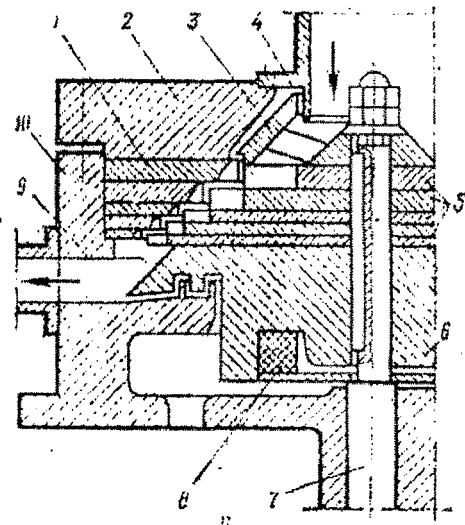


Рисунок 2 - Схема рабочего органа

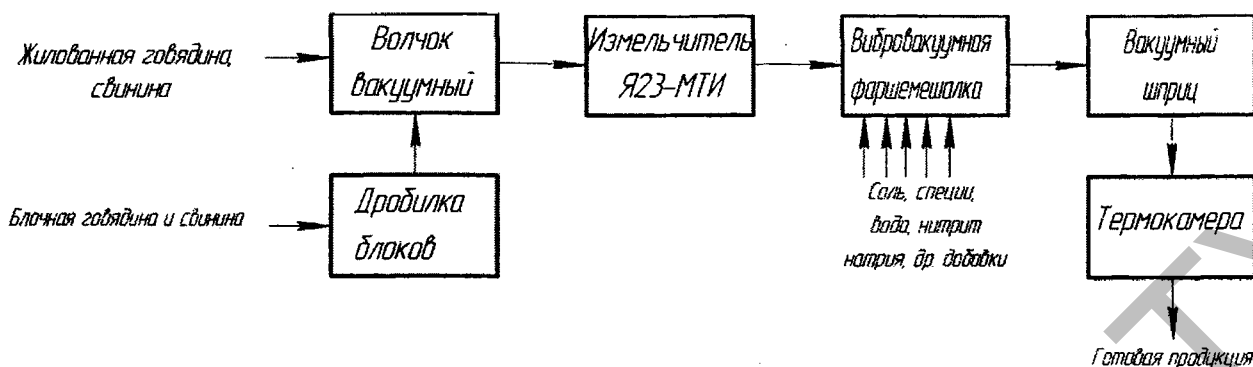


Рисунок 3 - Технологическая схема производства вареных колбас, сосисок и сарделек

Технологический процесс позволяет легко регулировать спрос потребителя за счет возможности вариаций перерабатываемого сырья (свинина, говядина, другое мясное сырье). Отличительной особенностью такой технологии является применение нового оборудования (машина непрерывного действия для тонкого измельчения мяса), достаточно простое в конструктивном исполнении, регулировке, техническом обслуживании и санитарной обработке, позволяющее обеспечить тонкое, а при желании, сверхтонкое измельчение мясного сырья для производства различных видов мясной продукции. Машина позволяет производить достаточную разработку фарша, отвечающую технологическим требованиям.

Заключение

В настоящее время в мясной отрасли сложилась система машин и технологий. Научно обоснованный подход в создании машины и оборудования в части механики — это выполнение следующих этапов: деталь-узел-сборочная единица-машина. Поэтому совершенствование машины в настоящее время идет на стадии разработки новых видов деталей, узлов, сборочных единиц. Машиностроение для переработки, в частности машины для измельчения, сложилось в течение длительного времени, серьезных, принципиально новых видов, прорывных изделий в этой области прогнозировать трудно, в связи с чем основное направление научно-исследовательских работ, как показывает мировой опыт, идет на уровне сборочных единиц и отдельных узлов. Работы в этом направлении остаются во главе многих исследовательских центров и до сих пор их актуальность не вызывает сомнений.

Литература

1. Чижикова Т.В. Машины для измельчения мяса и мясных продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 302 с.
2. Технология и оборудование колбасного производства/ И.А. Рогов, А.Г. Забаште, В.А. Алексахина, Е.И. Титов. — М.: Агропромиздат, 1989 — с.62.
3. Салаватулина Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве — М.: Агропромиздат, 1985 — 256 с.

УДК 637.33

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКОГО СЫРА

Ефимова Е.В., Обьедков К.В. (РУП «Институт мясо-молочной промышленности»)

Разработана технология производства мягких сыров с использованием заквасочной микрофлоры, содержащей бифидо- и молочнокислые бактерии. Рассмотрено влияние наиболее важных технологических параметров на выход готового продукта, степень