

## К ОБОСНОВАНИЮ ВЫБОРА РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ

*В.Я. Груданов, УО БГАТУ*

*Ветров В.С. РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

*Филиппович М.О. ЗАО «Ошмянский мясокомбинат»*

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 (рис. 1). Все способы, а чаще всего их комбинации составляют основу процесса дробления.

При раздавливании (рис. 1, а) материал под действием нагрузки деформируется по всему объему и, когда внутренние напряжения в нем превышают предел прочности сжатию, разрушается.

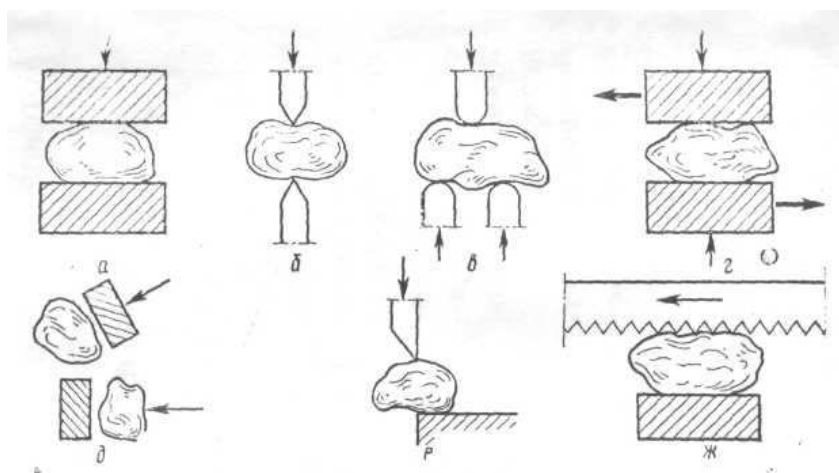


Рис. 1 Способы измельчения:

а – раздавливание; б – раскалывание; в – разламывание; г – истирание; д-  
удар; е – резание; ж – распиливание

При раскалывании (рис. 1, б) 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 (рис. 1, в) материал разрушается в результате действия на него изгибающих сил.

При истирании (рис. 1, г) материал измельчается под действием сжимающих, растягивающих и срезающих сил, превращаясь в диспергированное вещество.

При ударе (рис. 1, д) материал распадается на части в результате действия динамической нагрузки. В случае сосредоточенной получается эффект, подобный тому, что и при раскалывании, а при распределенной нагрузке по всему объему эффект разрушения аналогичен наблюдаемому при раздавливании.

При резании (рис. 1, е) материал разделяется на части заранее заданных размеров и формы.

Распиливание (рис. 1, ж) является разновидностью процесса резания. Оба эти процесса полностью управляемы.

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

- оборудование для измельчения 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).

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	$75 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-3}$

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 мягкое, 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 многостадийное 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 104 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 их. 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.

Режимы резания мяса в настоящее время хорошо изучены в трудах Пелеева А.И., Ивашова В.И., Чижиковой Т.В., Клименко М.Н., многих зарубежных исследователей. 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.

Таблица 2. Структурная схема измельчения мяса и мясных продуктов



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. 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 резки, сложилось в течение длительного времени, серьезных, принципиально новых видов, прорывных изделий в этой области не предвидится, 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.