

О. Я. МЕЗЕНОВА,  
И. Н. КИМ,  
С. А. БРЕДИХИН

# ПРОИЗВОДСТВО КОПЧЕНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ



УДК 664.951.3+637.525  
ББК 36.94 + 36.92  
М44

Редактор *Е. Н. Соколова, Г. В. Быковская*

**Мезенова О. Я., Ким И. Н., Бредихин С. А.**

Производство копченых пищевых продуктов.—М.: Колос, 2001. — 208 с.

ISBN 5—10—003572—2.

М44

Рассмотрены научные основы копчения как способа консервирования пищевых продуктов, методы получения технологического дыма, основы бездымного копчения и обезвреживания дымовых выбросов. Описана технология различных рыбных и мясных копченых продуктов. Показано оборудование копильного производства, приведен пример аппаратурного оформления современного копильного цеха. Охарактеризованы основные методы контроля качества копченых пищевых продуктов.

Предназначена для инженерно-технических работников копильных производств рыбо- и мясоперерабатывающих предприятий. Может быть использована в учебном процессе при подготовке студентов высших учебных заведений по специальностям 270900 «Технология мяса и мясных продуктов», 271000 «Технология рыбы и рыбных продуктов», 170600 «Машины и аппараты пищевых производств».

УДК 664.951.3+637.525  
ББК 36.94 + 36.92

ISBN 5—10—003572—2

© Издательство «Колос», 2001

# Предисловие

---

Копчение — это способ обработки предварительно посоленных продуктов органическими компонентами, образующимися при неполном сгорании (пиролизе) древесины. Обработывающей средой может быть древесный дым (дымовое копчение) или копильный препарат (бездымное копчение). В результате продукт приобретает специфические цвет, вкус и запах, а при холодном копчении — антиокислительные и антимикробные свойства, что делает его пригодным в пищу без дополнительной кулинарной обработки.

В России копчением занимались очень давно, однако в основном для домашних целей и местной реализации. В XIII—XIV вв. новгородцы первыми начали производить копченую рыбу для торговли и обмена товарами. В XVI—XVII вв. семга холодного копчения, называемая лососиной, стала основным экспортным товаром, поставляемым из Архангельска в Голландию и другие государства. В XIX—XX вв. копчение рыбы становится весьма распространенным способом ее консервирования, особенно частиковых видов. В XIX в. копильные предприятия строили в основном в местах промысла рыбы. В XX в. стало преобладать строительство копильных заводов в крупных городах, где работали на привозном соленом или мороженом полуфабрикате. В настоящее время получила широкое распространение практика небольших копильных предприятий, возникающих преимущественно в местах наличия сырья.

Современная классификация относит копченые продукты к закуочным. Среди последних они не имеют себе равных по особым, характерным только им специфическим свойствам. Копчение позволяет улучшить товарные свойства мяса и рыбы, получить стойкую в хранении продукцию или гастрономически привлекательный полуфабрикат для пресервного, консервного или кулинарного производства.

Развитие техники анализа позволило сделать в последние годы открытия, ставшие поворотными в представлениях о традиционном копчении. Выявление в дыме и копченостях целой группы канцерогенных полициклических ароматических углеводородов, мутагенных нитрозаминов и других вредных веществ типа метанола и формальдегида стимулировало поиск экологически безопасных способов копчения, основанных на эффективной очистке дыма или ис-

пользовании коптильных препаратов. Установление вредной роли избытка поваренной соли в организме послужило толчком к разработке технологий малосоленых копченых изделий. Исследование механизма формирования эффектов копчения (цвета, вкуса, аромата) стало основой для создания современных коптильных установок, в которых возможно управление процессом.

Совершенствовать процесс копчения для реализации экологически безопасного эффективного производства рационально в следующих направлениях:

- регулирование процесса дымогенерации, применение дымогенерации преимущественно с внешним подводом теплоты;

- обезвреживание дыма перед направлением его в коптильную камеру и выбросом в атмосферу;

- использование небольших коптильных установок, предпочтительно камерных, с рециркуляцией дыма и микропроцессорным управлением основными параметрами, разумное сочетание ручного и механизированного труда;

- подготовка полуфабриката с максимальным выходом съедобной части, минимально возможным уровнем солености, небольшой порционной массой, рациональным применением вкусо-ароматических, красящих и консервирующих средств;

- снижение уровня прокопченности продукции по содержанию органических коптильных компонентов за счет производства подкопченной, ароматизированной или подкрашенной в копченые тона продукции;

- применение технологий, максимально имитирующих эффекты копчения на поверхности, а не в глубине изделий;

- применение экологически безопасных бездымных коптильных сред нового поколения вместо дыма;

- совершенствование контроля производства и качества копченых изделий на базе современных методов анализа и сертификации.

Наиболее перспективным представляется применение бездымных коптильных сред, химический состав которых и параметры применения поддаются регулированию. Из многочисленных бездымных агентов, предлагаемых сегодня для целей копчения, наибольший интерес представляют жидкие коптильные среды, получаемые на основе водных растворов дыма, как наиболее адекватные ему по составу, достаточно изученные и доступные, обладающие минимальной потенциальной токсичностью.

Предисловие, главы 1—8, приложения написаны О. Я. Мезеновой, глава 9 — С. А. Бредихиным, глава 10 — И. Н. Кимом, глава 11 — С. А. Бредихиным совместно с И. Н. Кимом. Авторы выражают благодарность Н. Ю. Кочелаба за помощь при подготовке рукописи.



# 1. Классификация способов копчения

В зависимости от температуры процесса различают холодное, горячее и полугорячее копчение.

При холодном копчении температура при обработке коптильными компонентами не должна превышать 40 °С, чтобы белки и ферменты в такой продукции не потеряли нативных свойств (не были денатурированы). Готовность продукции холодного копчения достигается за счет комплексного воздействия на ткани поваренной соли (3—8 %), коптильных компонентов, обезвоживания, протеолитических и липолитических ферментов.

При горячем копчении температура на основных этапах обработки, в том числе коптильными компонентами, превышает 80 °С (80—170 °С); белки такой продукции полностью проварены (денатурированы), а ферменты инактивированы. Продукция имеет невысокий уровень солености (1,5—4 %) и прокопченности, достаточно высокое содержание влаги (более 60 %). Готовность ее достигается за счет высоких температур процесса.

При полугорячем копчении диапазон обрабатываемых температур составляет 40—80 °С; белки такой продукции денатурированы частично, ферменты практически полностью инактивированы, а готовность достигается за счет комплекса физических и биохимических изменений в тканях.

В нашей стране традиционными являются рыбные (табл. 1) и мясные продукты горячего и холодного копчения. Изделия полугорячего копчения вырабатывают в основном за рубежом.

## 1. Сравнительная характеристика рыбы горячего и холодного копчения

Показатель	Копчение	
	горячее	холодное
Исходное сырье	Свежее, охлажденное, мороженое	Свежее, охлажденное, мороженое, соленое
Температура при копчении, °С	80—170	Не более 40
Продолжительность, ч	1—4	До 120
Массовая доля в рыбе, %:		
поваренной соли	1,5—4,0	3—10
воды	60—70	48—70
Микробиологическая обсемененность, не более, клеток в 1 г	500	5000

Показатель	Копчение	
	горячее	холодное
Состояние тканей	Кровь свернулась, белки полностью денатурированы, мышечные ткани легко отделяются от костей	Белки не денатурированы, мышечные ткани от костей не отделяются
Консистенция мышечной ткани	Сочная, нежная	Обычно плотная, у жирных видов рыб нежная
Цвет кожного покрова	Интенсивный темно-коричневый	Золотисто-коричневый
Срок хранения	Не более 72 ч при температуре от 2 до $-2^{\circ}\text{C}$	1 мес при температуре от 5 до $10^{\circ}\text{C}$ ; 2 мес при температуре от 0 до $-5^{\circ}\text{C}$

В зависимости от вида коптильной среды различают дымовое, бездымное и смешанное копчение.

При дымовом копчении продукт обрабатывается дымо-воздушной смесью, образующейся при непосредственном сжигании древесины. Такая продукция обладает неповторимыми вкусо-ароматическими свойствами из-за богатого химического состава дыма (более 10 тыс. компонентов осаждаются на продукт). Однако в продукт одновременно попадают и вредные вещества типа ПАУ (полициклические ароматические углеводороды), формальдегида, метанола, нитрозаминов (НА).

Бездымное копчение — это обработка продукта коптильными препаратами, полученными на основе дыма или его отдельных компонентов. Продукция бездымного копчения не содержит вредных компонентов типа ПАУ и нитрозаминов, так как коптильные препараты предварительно от них освобождаются. Из-за трудностей в получении совершенных коптильных препаратов и аппаратурного оформления процесса бездымное копчение медленно внедряется в производство, хотя является на сегодня самой экологически и санитарно-чистой технологией.

При смешанном копчении комбинируют операции дымовой и бездымной обработок, что упрощает и ускоряет процесс.

В зависимости от движущей силы осаждения компонентов коптильной среды различают естественное (традиционное), электро- и комбинированное копчение.

Естественное копчение осуществляется за счет осаждения компонентов коптильной среды под действием силы тяжести, броуновского движения, центробежной и радиометрической сил. Электрокопчение происходит за счет электрокинетических свойств дыма в поле высокого напряжения; по сравнению с естественным копчением скорость процесса значительно выше. Ком-

бинированное копчение представляет собой сочетание перечисленных способов.

Известны также способы копчения с использованием токов высокой частоты, инфракрасных и ультрафиолетовых лучей и др. В настоящее время широко применяют дымовое естественное копчение. С экологической и санитарно-гигиенической точек зрения наиболее перспективно бездымное копчение.

В зависимости от конструктивных особенностей оборудования различают копчение в установках камерного, туннельного и башенного типов.

Копчение в установках камерного типа выполняют в специальных небольших камерах периодического действия, где в одном объеме проводят все стадии обработки (подсушку, собственно копчение, проваривание и т. д.). Основные типы камерных коптильных установок приведены на рис. 1. В установках старого образца (см. рис. 1, а) в нижней части располагают дымовой очаг, процесс идет под действием естественных конвективных дымовых потоков. В современных коптильных установках (см. рис. 1, б, в) дым вырабатывается специальным дымогенератором, откуда под действием принудительной тяги он подается в камеру с продуктом, после чего выбрасывается или подвергается рециркуляции для более полного использования. В данных установках автоматически регулируются основные параметры, осуществляются их микропроцессорное управление, комплексная очистка дыма и автоматическая санитарная обработка.

Камерные коптильные установки, показанные на рис. 1, б, в, можно легко перестроить с дымового на бездымное копчение. Данный

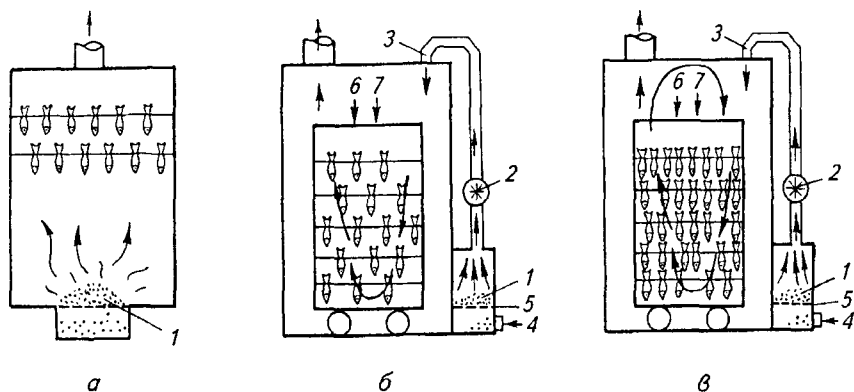


Рис. 1. Основные типы камерных коптильных установок:

а — коптильная установка старого образца; б — современная коптильная установка; в — усовершенствованная коптильная установка с рециркуляцией дыма и более плотным размещением продукта; 1 — дымогенератор; 2 — вентилятор; 3 — фильтры; 4 — подача воздуха; 5 — подача электроэнергии; 6 — подача воды; 7 — подача пара

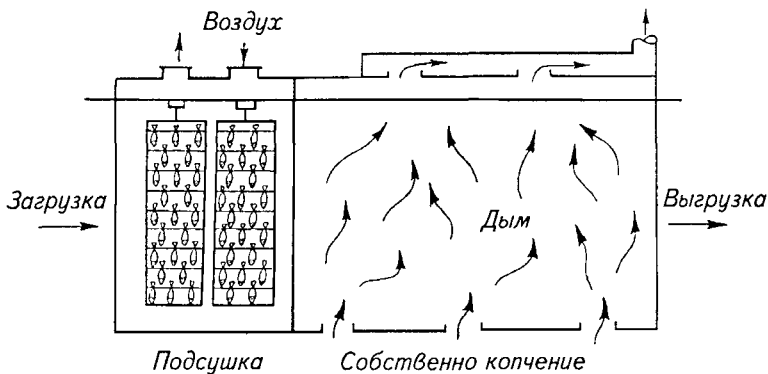


Рис. 2. Схема холодного копчения рыбы в туннельных копильных установках

тип установок наиболее распространен в нашей стране и за рубежом, так как удобен в обслуживании и позволяет получить продукцию высокого качества. При этом в качестве теплоносителей используют воздух или пар, что делает их универсальными для различных тепловых операций (вяление, сушка, проваривание, копчение).

Достоинствами копчения в установках камерного типа являются высокое качество продукции, простота и удобство обслуживания. К недостаткам можно отнести ручной труд при загрузке камер и проблемы с равномерным распределением копильной среды при модульном наращивании объема камеры.

Копчение в установках туннельного типа осуществляют по непрерывному принципу (рис. 2, 3), до недавнего времени оно широко практиковалось в нашей стране. Раньше такие установки монтировали с топками под или рядом с копильными печами, в настоящее время — с дымогенераторами, выносимыми в отдельные помещения. При туннельном копчении операции пространственно разделены, что позволяет достигать непрерывности и высокой производительности процесса.

Применение туннельных копильных установок на рыбоперерабатывающих предприятиях позволило впервые практически исключить ручной труд в копчении. Под данные установки в нашей стране созданы специальные роботизированные комплексы для загрузки рыбы на шомпола, в клетки и печи и соответствующей выгрузки (Н2-ИТЛО4 и Н2-ИТЛО5). Для мелкой рыбы в качестве механизированных носителей применяют сетчатые конвейеры, например, в линейно-щелевых печах (линии Н10-ИЛД).

Недостатками копчения в установках туннельного типа являются неравномерность по качеству продукции из-за больших про-

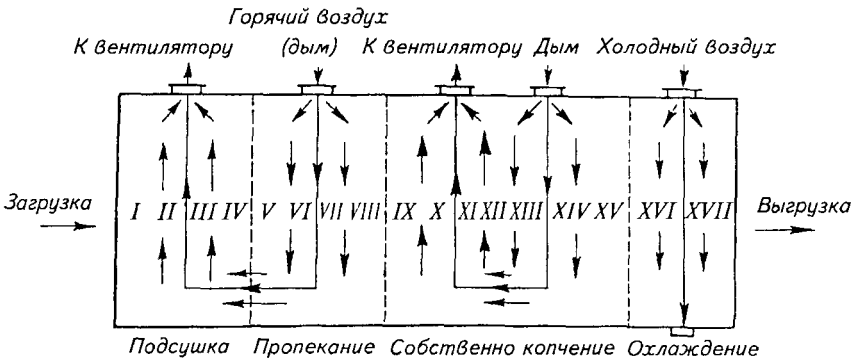


Рис. 3. Схема горячего копчения рыбы в туннельных копильных установках

странственных размеров, невозможность быстро изменять ассортимент готовой продукции, трудности в применении современных технологий бездымного копчения.

Копчение в установках башенного типа (рис. 4) является разновидностью туннельного при вертикальном расположении рабочего пространства.

Установка занимает не менее трех этажей; загрузка и выгрузка идут на разных этажах при непрерывном движении конвейера.

Достоинствами копчения в башенных установках являются рациональное использование копильной среды при ее естественном движении вверх, равномерность продукции по каче-

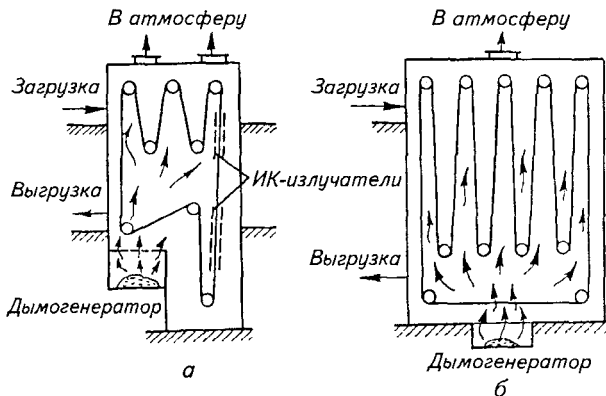


Рис. 4. Схема горячего (а) и холодного (б) копчения в башенных копильных печах

ству, высокие производительность и уровень механизации, возможность использования интенсифицирующих средств (ИК-обработка, электрокопчение). Недостатки — громоздкость оборудования и сложность его санитарной обработки.

## 2. Основы получения коптильного дыма

---

При дымовом копчении дым является источником теплоты и основных компонентов, ответственных за эффект копчения.

Состав и свойства дыма зависят от породы и вида древесины, ее химического состава и физических свойств, условий горения и транспортировки к продукту.

Для генерации качественного технологического дыма применяют преимущественно лиственные породы древесины: дуб, бук, ольху, березу (без коры), тополь и др. Наилучшими ароматическими свойствами обладает дым, получаемый при сжигании плодово-ягодных пород древесины. Для улучшения аромата добавляют (до 10 %) ветви, ствол и даже ягоды можжевельника, жгучую крапиву, вереск, листья шалфея и лавра, шелуху лука и т. д. Хвойные породы древесины (ель, пихту, сосну и др.) необходимо предварительно выдерживать для выветривания смоляной фракции, иначе продукт приобретает посторонний запах, горький привкус и темный цвет, а также отличается повышенным количеством ПАУ.

Топливо применяют в виде дров, стружек, опилок. Чем выше степень измельчения топлива, тем меньше требуется воздуха и кислорода в зоне горения, тем больше образуется ароматических коптильных компонентов, качественнее дым. На практике применяют в основном опилки россыпью или в виде гранул.

Влажность древесины должна быть не более 25 % в дровах и около 40—50 % в опилках, для чего целесообразно их специально увлажнять. При повышенной влажности в коптильной среде образуется много пара, а также низкомолекулярных кислот (муравьиной, пропионовой), что нежелательно.

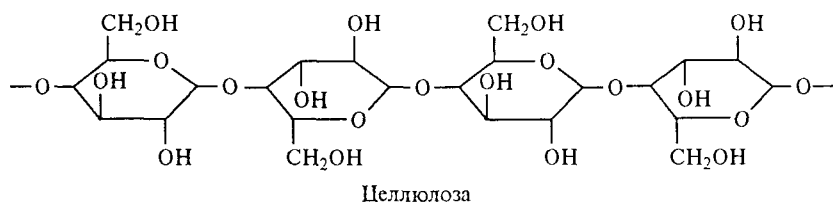
Элементный химический состав древесины различных пород примерно одинаков: углерода содержится 48,5—50,3 %, водорода — 6,1—6,9 %, кислорода — 42,4—45,2 %.

Молекулярный химический состав древесины зависит от ее породы (табл. 2) и в основном представлен целлюлозой (клетчаткой), гемицеллюлозой и лигнином. Из этих веществ состоят стенки клеток древесины, из них образуется основное количество органических коптильных веществ.

## 2. Средний химический состав различных пород древесины, %

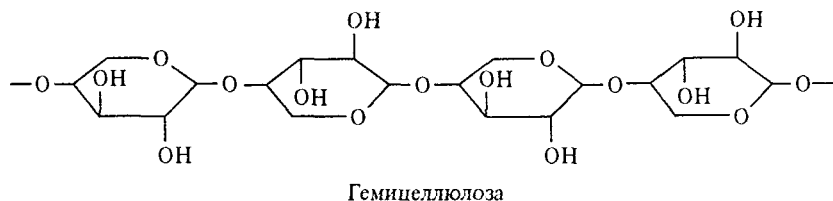
Органические компоненты	Лиственные породы	Хвойные породы
Целлюлоза	43—53	54—58
Лигнин	18—24	26—29
Гемицеллюлоза:		
пентозаны	22—25	10—11
гексозаны	3—6	12—14
Смола	1,8—3	2—3,5
Протеин	0,6—1,9	0,7—0,8
Минеральные вещества	0,3—1,2	0,4—0,8

Целлюлоза — высокомолекулярный полисахарид, состоящий из остатков глюкозы, соединенных между собой  $\beta$ -1-4-глюкозидной связью:



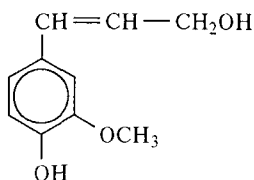
Температура термического распада целлюлозы около 280 °С.

Гемицеллюлоза представляет собой также полисахарид, построенный из остатков пентозанов и гексозанов:

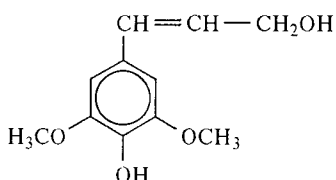


Температура термического распада гемицеллюлозы около 240 °С.

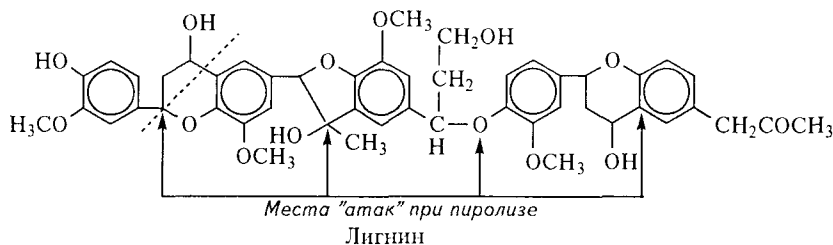
Лигнин — высокополимерное вещество сложного химического состава, точная формула которого пока не установлена. В лигнине содержится 85—90 % метоксильных групп древесины ( $-\text{OCH}_3$ ) в виде кониферилового и синапового спиртов как преобладающих структурных единиц соответственно хвойных и лиственных пород древесины:



Кониферильный спирт



Синаповый спирт



За счет того что в состав лигнина входят ароматические кольца, температура его термического распада самая высокая — около 350 °С.

Горение древесины для получения технологического дыма должно идти при определенной температуре (оптимум 300—400 °С) и с ограниченным доступом кислорода в зоне, т. е. в условиях пиролиза. В противном случае окисление составных частей древесины будет идти до конечных продуктов — CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O и без образования ароматических органических веществ.

При пиролитическом разложении древесины различают следующие стадии:

- интенсивное испарение влаги при 100—170 °С;
- термическое разложение гемицеллюлозы при 200—260 °С;
- термическое разложение целлюлозы при 260—310 °С;
- термическое разложение лигнина при 310—500 °С.

До температур около 280 °С процесс протекает с поглощением теплоты и образованием так называемого эндотермического дыма. При температуре 280—300 °С древесина воспламеняется, выделяется теплота, образуется экзотермический дым.

Появляющиеся в начальный период пиролитического разложения древесины вещества нежелательны для копильного дыма. Это продукты первичных реакций пиролиза древесины — прежде всего неароматические газы и жидкости, древесный уголь и смола. Для получения качественного дыма очень важны вещества, образующиеся при вторичных реакциях пиролиза и представляющие собой продукты взаимодействия первых друг с другом и с кислородом воздуха. В результате образуется сложная химическая смесь, состоящая приблизи-



тельно из 10 тыс. твердых, жидких и газообразных органических компонентов, около 1000 из которых участвуют в формировании свойств копченого продукта.

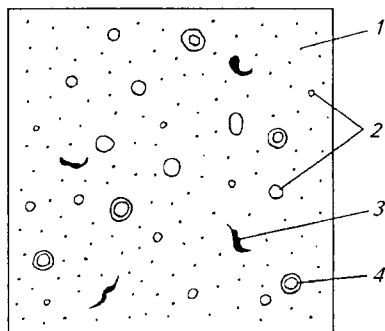
В реальных условиях дымогенерации первичные и вторичные реакции протекают одновременно, так как процессы пиролиза пространственно не разделены. Количество теплоты, высвобождающееся в результате окислительных процессов, очень большое, поэтому температура в некоторых зонах может составить 700—1000 °С. В этих условиях древесный уголь сгорает до  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , жидкие продукты окисляются до неароматических соединений, а возникающие ароматические соединения интенсивно полимеризуются с образованием ПАУ.

Оптимальная температура в зоне тления древесины не должна превышать 300—400 °С.

Коптильный дым представляет собой аэрозоль — смесь дисперсной фазы (твердые и жидкие частички размером 0,5—7,5 мкм) и дисперсионной среды (различные газы: кислород, водород, азот, оксид и диоксид углерода, пары воды и т. д.). Массовая доля газообразной фазы — около 10 %. Обе фазы образуют неустойчивую систему, в которой органические компоненты распределены в зависимости от температуры, влажности, степени разбавления воздухом, вида древесины и других факторов.

Схематичное строение коптильного дыма представлено на рис. 5.

Коптильный дым как многокомпонентная система поддерживается за счет теплового броуновского движения молекул и заряженных частиц (до 70 % жидких и 100 % твердых). В камеру с продуктом дым поступает под влиянием тяги и конвекционных потоков. В свою очередь, под влиянием гравитационных сил (тяжести), радиометрических (термофорез) и внешних, например, при наложении внешнего электростатического поля и т. д., компоненты дыма осаждаются на поверхность продуктов. Интенсивность осаждения компонентов прямо пропорциональна концентрации дыма, скорости его движения, степени дисперсности, углу расположения, температуре и влажности продукта. На сухую поверхность осаждается в основном капельно-жидкая фаза дыма, на влажную — газообразная вследствие конденсации паров.



**Рис. 5. Схема строения коптильного дыма:**

1 — частицы в состоянии газа (пара); 2 — частицы в твердом и жидком состоянии разной степени дисперсности; 3 — твердые частицы углерода (сажа); 4 — частицы из сконденсировавшихся паров с оболочкой

При осаждении копильных компонентов на поверхность продукта из-за химического взаимодействия с веществами продукта наблюдаются процессы их адгезии, когезии, конденсации, сорбции (адсорбции и абсорбции), а также хемосорбции. Копильные компоненты проникают внутрь продукта благодаря градиенту концентраций, как движущей силы процесса. Диффузия веществ интенсифицируется термофорезом за счет разницы температур продукта и копильной среды.

По плотности дым может быть редким ( $0,5-1 \text{ г/м}^3$ ) и густым ( $3-6 \text{ г/м}^3$ ). Оптимальной концентрацией дыма считают  $1,2-1,5 \text{ г/м}^3$ .

Плотность дыма зависит от типа дымогенератора, вида древесины, условий горения (температуры, влажности и т. д.).

Дисперсный состав дыма (соотношение дисперсионных фаз и среды, преобладающий размер частиц) также обуславливается параметрами дымогенерации. Основную массу в дыме составляют частицы размером  $0,1-0,7 \text{ мкм}$  ( $85-87\%$ ). По мере движения по дымоходам доля мелких частиц возрастает в  $4-5$  раз, средних — падает примерно в  $2$  раза, а крупных — практически не изменяется. Наиболее мелкодисперсный дым получают из хвойных пород древесины (доля частиц размером  $0,1-0,35 \text{ мкм}$  около  $60\%$ ), что объясняется меньшей прочностью самой древесины.

В зависимости от подвода энергии или теплоты, ее поглощения или выделения различают два типа дымогенерации: с подводом теплоты или энергии лишь в начале процесса (генерируется экзотермический дым) и с постоянным подводом теплоты или энергии (генерируется эндотермический дым).

Генерация экзотермического дыма осуществляется при естественном горении очага или в специальных дымогенераторах тления (рис. 6).

При генерации дыма в дымогенераторе тления опилки постоянно подаются на вращающуюся решетку с электроподогревом, который осуществляется в начале процесса или по мере понижения температуры ниже  $300^\circ\text{C}$ . Первичные и вторичные реакции пиролиза здесь происходят одновременно, поэтому главной задачей

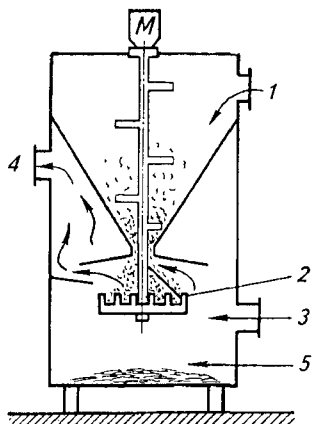


Рис. 6. Схема генерации экзотермического дыма в дымогенераторе тления:

1 — подача древесных опилок; 2 — решетка с электрическим подводом теплоты; 3 — подача воздуха; 4 — отвод дыма; 5 — сбор пепла и сажи; М — привод

является поддержание температуры на уровне 350—450 °С.

Достоинства данной схемы дымогенерации — получение дыма по естественной схеме тления древесины, а недостатки — неравномерные количество и качество дыма, трудности регулирования процесса.

Генерация эндотермического дыма осуществляется в промышленных и лабораторных дымогенераторах (фрикционном, паровом, флюидизационном, двухступенчатом) при внешнем подводе теплоты — температуру пиролиза в этом случае легче регулировать, а дым образуется более равномерно. Поддерживают оптимальную температуру пиролиза — от 300 до 400 °С, поэтому эндотермический дым иначе называют пиролитическим. В этом дыме вторичные реакции протекают при таких же значениях температуры, как и сам пиролиз, или даже при более низких.

Схема генерации дыма во фрикционном дымогенераторе приведена на рис. 7.

При генерации дыма по схеме на рис. 7 полено запрессовывают, оно давит с постоянной силой на быстро вращающийся цилиндр с ребристой поверхностью. В результате возникающего трения количества выделяющейся теплоты достаточно для получения необходимой температуры пиролиза. Прежде чем наступает воспламенение, вращающийся цилиндр останавливается и таким образом температура не превышает 400 °С. В результате интенсивной подачи воздуха дым из зоны трения сразу попадает в зону с более низкой температурой, и вторичные реакции пиролиза протекают при температуре менее 400 °С, что важно для получения дыма с минимальным содержанием ПАУ.

Достоинства фрикционно получаемого дыма — высокая регулируемость пиролиза, получение копильного дыма, непосредственно готового к применению (без охлаждения и разбавления), минимальный расход энергии. Недостатки данного процесса — специфичность ароматических свойств дыма вследствие протекания пиролиза нетрадиционным путем, высокий уровень шума в дымогенераторном отделении.

Схема генерации дыма в паровом дымогенераторе приведена на рис. 8.

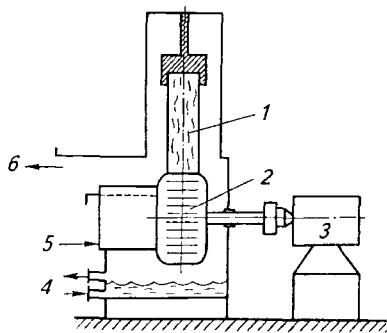


Рис. 7. Схема генерации эндотермического дыма во фрикционном дымогенераторе:

1 — деревянное полено; 2 — ребристый цилиндр трения; 3 — электропривод; 4 — подача воды; 5 — подача воздуха; 6 — отвод дыма

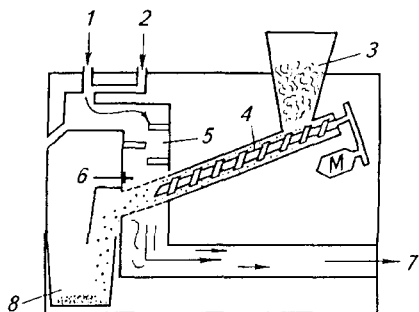


Рис. 8. Схема генерации эндотермического дыма в паровом генераторе:

1 — подача пара; 2 — подача воздуха; 3 — опилки; 4 — шнек с электроприводом; 5 — нагревательные пластины; 6 — термоэлемент; 7 — вывод дыма; 8 — емкость для сбора пепла и сажи

При работе парового дымогенератора запрессованные шнеком опилки подвергаются пиролизу под действием перегретого водяного пара температурой 300—400 °С. Возникающие продукты пиролиза растворяются в дыме, образуя так называемый «мокрый дым» выводится из дымогенератора. Чтобы прошли вторичные реакции пиролиза, для достижения соответствующего аромата к «мокрому дыму» подводят небольшое количество воздуха.

Достоинство генерации дыма по данной схеме — практическое отсутствие в нем вредных веществ типа ПАУ, а недоста-

ток — повышенная влажность, в результате чего его невозможно применять при холодном копчении.

Промышленные дымогенераторы, реализовывая названные выше принципы, отличаются конструктивными особенностями. Во всех случаях важными регулируемыми параметрами должны быть температура тления, вид древесины, влажность, вывод дыма и его транспортировка.

Дым, полученный в разных дымогенераторах (табл. 3), имеет различные физические и химические свойства.

### 3. Массовая доля основных компонентов дыма, %

Дым	Концентрация, г/м <sup>3</sup>	Конденсаты дыма	Кислоты	Карбо-нильные вещества	Фенолы	Вода
Экзотермический в дымогенераторе тления	1,5—3,7	Летучие	1,28	0,63	0,07	86,7
		Нелетучие	0,18	0,16	0,01	—
Эндотермический во фрикционном дымогенераторе	2,9—6,1	Летучие	4,98	4,78	0,22	70,6
		Нелетучие	0,21	2,79	0,07	—

Как следует из табл. 3, фрикционный эндотермический дым, полученный во фрикционном дымогенераторе, концентрированнее, в 3—4 раза богаче необходимыми органическими компонентами и имеет близкую к оптимальной влажность.

Дым из дымогенератора очень концентрированный и горячий. Для получения дыма с заданными технологическими свойствами его смешивают с воздухом для охлаждения и разбавления. С этой целью каждый дымогенератор укомплектован камерой смешения, куда по-

дается холодный воздух. Охлаждение должно быть быстрым, чтобы сохранились технологические свойства дыма.

Дымогенератор должен располагаться рядом с коптильной установкой, так как при транспортировании дыма капельно-жидкая фаза осаждается на стенках дымоходов, особенно у разветвлений и поворотов. Смолистые вещества, накапливающиеся в коптильных установках, дымоходах и дымогенераторах, необходимо удалять во избежание самовозгорания.

Продолжительность транспортирования дыма должна быть не более 20 с при ламинарной его подаче и не более 10 с при турбулентном движении дыма.

### 3. Состав коптильного дыма

---

Химический состав коптильного дыма, а также его конденсатов полностью не исследован. На сегодняшний день идентифицировано около 300 соединений, тогда как в коптильном дыме их находится порядка 10 000, причем некоторые, присутствуя в микроколичествах, играют важную роль в образовании эффектов копчения.

В коптильном конденсате обнаружено 288 соединений, причем только 68 — в копченном пищевом продукте. Это свидетельствует о чрезвычайно высокой реакционной способности основных коптильных компонентов, реагирующих с веществами продукта: спиртов, кетонов, кетоспиртов, альдегидов, кислот, эфиров. Самый большой по количеству соединений класс — фенолы, которые являются ведущими в образовании практически всех эффектов копчения.

Основные классы органических веществ коптильного дыма приведены в табл. 4.

Наблюдения последних 200 лет показали, что люди, вынужденные по роду своей деятельности соприкасаться со смолой и сажой, часто болеют тяжелыми онкологическими заболеваниями (например, трубочисты). Исследования, проведенные в Исландии в начале века, также указывают на то, что заболеваемость раком в этой стране и в Норвегии, где традиционными являлись заготовки сельди домашнего копчения на зиму, в 2,5—3 раза выше, чем в других странах. Это воздействие приписывают группе ПАУ, в большом количестве содержащихся в смоле и саже. В процессе копчения ПАУ попадают на поверхность и внутрь продукта и там могут изменить свою природу путем взаимодействия с продуктом. В течение последних 70 лет ученые всего мира пристально исследуют ПАУ и предлагают различные методы защиты копченых продуктов от загрязнения ими.

## 4. Данные химической идентификации копильного дыма

Класс соединений	Основные представители	Функции
	<i>Алифатические соединения*</i>	
Углевородороды	10 представителей (метан, парафины и олефины)	В копильном дыме присутствие нежелательно
Спирты	8 представителей (метанол, этанол, амилоспирт и др.)	Метанол нежелателен в дыме из-за своей токсичности, высшие спирты (бутиловый и другие) являются носителями специфического аромата
Альдегиды	13 альдегидов, 17 кетонов (глицолаальдегид, метилглиоксаль, ацетон, формальдегид, ацетальдегид и др.)	Важнейшая группа, участвующая во многих эффектах копчения (прежде всего в цветообразовании)
Спиртальдегиды	Гликокол	Носители приятного специфического запаха
Кетоспирты	5 представителей (промежточные соединения при образовании циклических соединений)	Носители приятного специфического запаха
Карбоновые кислоты	18 монокарбоновых, 5 дикарбоновых, 3 кетокрбонных кислот; основная кислота — уксусная, присутствуют муравьиная, масляная, валериановая и другие	Являются носителями аромата, а также участвуют в образовании консервирующих эффектов (бактерицидный, антиокислительный)
Эфиры	9 соединений (метилловые эфиры муравьиной, уксусной, масляной и акриловой кислот и др.)	Обладают фруктовым ароматом
	<i>Циклические соединения**</i>	
Гетероциклические	36 представителей (О- и N-гетероциклы)	Обладают специфическими пряно-кисло-копчными оттенками аромата
	Основные соединения О-гетероциклов — лактоны, бутенолиды, фураны и их производные: бутуролактон (4 соединения), бутенолид (10 соединений), фуран (16 соединений)	Из производных фурана наибольшее значение имеют фурурол (запах свежего чернослива) и мальтол (запах сушеных продуктов)
	Основные соединения N-гетероциклов — пирролы, пурацины, карбозол и их производные (8 соединений)	

Алициклические	23 представителя Доказано присутствие циклических кетонов циклопентена и его производных (15 соединений) и циклопентана и его производных (4 соединения)	Обладают специфическими сладковато-горько-карамельными оттенками запаха
<i>Ароматические соединения***</i>		
Моноциклические	Представлены бензолом и его производными (5 соединений); фенолом и его производными (63 соединения — важнейшая группа); спиртами (2 представителя — бензиловый и фенилэтиловый); альдегидами (7 представителей — бензойный, анисовый и др.); эфирами (5 соединений — анизол, вератрол, бензофуран и др.); кетонами (7 представителей — ацетофенон и его производные); кислотами (7 представителей — бензойная, резорциловая, ванилиновая, сиринговая); сложными эфирами	Важнейшая группа веществ; являются основными носителями копченого аромата, участвуют в окрашивании, антиокислительном и бактерицидном эффектах
Бициклические	7 соединений (производные индена и нафталина)	Носители специфического запаха
Полициклические	47 представителей Представлены группой ПАУ: антрацен, фенантрен и флуорантен (трициклы), являются исходным строительным материалом для многочисленной группы ПАУ дыма	Чрезвычайно нежелательные вещества, обладающие канцерогенными и мутатенными свойствами

---

\*Обнаружено 77 соединений; образуются при распаде целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина.

\*\*Обнаружено 57 соединений; образуются в основном из целлюлозы и гемицеллюлозы после вторичного образования глюкозы и пентозанов.

\*\*\*Обнаружено 129 соединений; основные копильные вещества; образуются прежде всего при распаде лигнина, а также при синтезе из бензола, фенола и их производных, возникающих при распаде целлюлозы.

В коптильном дыме идентифицировано 47 видов ПАУ, однако имеется около 200 соединений подобного типа. В самих пищевых продуктах (мясе, рыбе) можно обнаружить около 20 видов ПАУ. Опыты показали, что не все ПАУ обладают канцерогенными или мутагенными свойствами. Одним из самых канцерогенных является бензо(а)пирен, который в старой номенклатуре характеризуется как 3,4-бензо(а)пирен. Канцерогенность продукции устанавливают по нему, так как аналитически это вещество относительно просто определить (количественная тонкослойная хроматография на ацелилированных целлюлозных слоях). В выкопченных продуктах содержание бензо(а)пирена составляет от 0 до 500 мкг/кг (ppb).

Нормативы на количественный уровень ПАУ в отечественных стандартах совпадают с требованиями западных стран. Например, верхняя граница содержания 3,4-бензо(а)пирена в копченых продуктах не должна превышать 1 ppb. Считается, что ниже этого предела канцерогенные и мутагенные свойства ПАУ не проявляются.

В табл. 5 приведена характеристика основных ПАУ коптильного дыма.

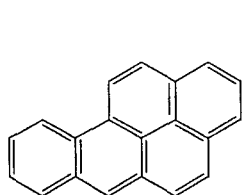
#### 5. Канцерогенность и мутагенность ПАУ коптильного дыма

ПАУ	Канцерогенность	Мутагенность
7,12-Диметилбенз(а)антрацен	++++	+
3-Метилхолантрен	++++	+
Бензо(а)пирен	+++	+
Дибенз(а, h)антрацен	+++	+
Дибенз(а, i)пирен	+++	+
Бензо(с)фенантрен	+++	+
Бенз(а)антрацен	+	+
Индено(1, 2, 3-с, d)пирен	+	+
Бензо(б)флуорантен	+	+
Хризен	-+	+
Бензо(к)флуорантен	+	+
Пикен	-(+)	-
Бензо(г, h, i)перилен	-(++)	+
1-Метилпирен	-(+)	+
Дибенз(а, с)антрацен	-(+)	+
Бензо(е)пирен	-(+)	+
Антантрен	-(+)	+
2-Метилантрацен	-	+
9-Метилантрацен	-	+
1-Метилфенантрен	-	+
Пирен	-	+
Бензо(а)флуорен	-	+
Трифенилен	-(+)	+
Флуорантен	-	+(+++)
Перилен	-	+(+++)

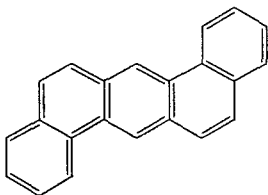
*Примечание.* «+» и «-» — соответственно доказанное и недоказанное свойство ПАУ (по разным литературным источникам). Число «+» характеризует величину воздействия.



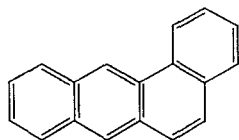
Структурные формулы основных ПАУ следующие:



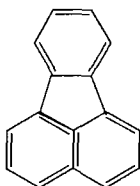
Бензо(а)пирен



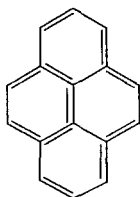
Дибенз(а, h)антрацен



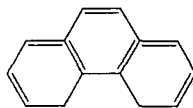
Бенз(а)антрацен



Флуорантен



Пирен



Фенантрен

ПАУ образуются в копильном дыме практически из всех органических субстанций при недостаточной подаче кислорода в результате реакций циклизации, дегидрирования, конденсации при температуре более 400 °С. Вероятность их образования особенно высока в случае нерегулируемого горения древесины, когда температура в дыме достигает 1000 °С и выше.

Н. Д. Горелова и П. П. Дикун установили, что бензо(а)пирен присутствует в копильном дыме при всех условиях дымогенерации (от 2,3—4,8 до 5,2 мкг/м<sup>3</sup>), в соскобе со стен камер для копчения рыбы (в 1 г соскоба от 1 до 10 мкг), в мышечных тканях копченой рыбы (от 3,3 до 6,7 мкг/кг), в копченых колбасах (от 1,9 до 10,5 мкг/кг). Л. М. Шабад отмечает, что заболеваемость раком среди работников предприятий копильных производств мясной и рыбной отраслей выше, чем среди работников молочной промышленности.

По данным немецких исследователей (Б. Шобер), рыба холодного и горячего копчения имеет примерно одинаковый уровень содержания ПАУ в мышечных тканях (1—3 ppb) и коже (2—61 ppb). Таким образом, кожа рыбы является хорошим фильтром для ПАУ. Рыба, выкопченная в камерных печах старого типа, где в одной камере получают дым и коптят, имеет в 10—30 раз более высокий уровень содержания ПАУ, чем в новых установках с выносными дымогенераторами, где дымообразование и копчение пространственно разделены.

Уменьшить содержание ПАУ в копченостях можно следующими способами:

регулированием процесса дымогенерации, поддержанием температуры тления опилок на более низком уровне (не более 400 °С);

очисткой дыма перед подачей в коптильную камеру (механическая фильтрация, водоиммерсионная или электростатическая очистка); ПАУ содержатся прежде всего в частичковой фазе дыма, которая удаляется фильтрованием, осаждением или конденсацией в воде;

удлинением пути движения дыма от дымогенератора до камеры (но не более 30 с), в этом случае в дымоходах остается бóльшая часть смоляной фракции, содержащей ПАУ;

использованием коптильных препаратов вместо дыма, предварительно очищенных от смоляной фракции и ПАУ.

Например, удлинение пути движения дыма на 10 м приводит к уменьшению содержания в нем бензо(а)пирена на 35 %, бенз(а)антрацена — на 25 %. В выкопченной колбасе содержание бензо(а)пирена уменьшается в среднем на 30—50 %. Увлажнение дыма перед подачей его в камеру снижает уровень ПАУ на 19—30 %.

Самым эффективным на сегодня способом защиты продуктов от ПАУ считается применение коптильных препаратов.

## 4. Основные эффекты копчения

---

Основными положительными эффектами копчения, т. е. специфическими преобразованиями, связанными с приемом коптильных компонентов продуктом и физико-химическими превращениями в нем, являются:

образование цвета копченого продукта (от светло-желтого до темно-коричневого);

формирование аромата и вкуса копчености;

консервирующий эффект (антиокислительное, бактерицидное и антипротезолитическое действие);

образование вторичной оболочки (упрочнение поверхности).

Отрицательное действие оказывают токсичные соединения (ПАУ, метанол, формальдегид, некоторые фенолы и др.), попадающие в продукт и уменьшающие его биологическую ценность.

Отрицательное действие копчения связано прежде всего с попаданием в продукт ПАУ и излишних количеств формальдегида, метилового спирта и некоторых фенолов. Для этого необходимо контролировать химический состав дыма, степень его очистки и качество готового продукта.

Отрицательным считается и уменьшение пищевой и биологической ценности продукта в результате снижения содержания (на

10—20 %) аминокислот белков, вступающих в реакции с коптильными компонентами. При этом потери незаменимых аминокислот составляют от 10 до 50 %, особенно чувствителен к копчению лизин (средние потери — 50 %).

Несмотря на некоторое уменьшение пищевой ценности копченых продуктов, их усвояемость, оцениваемая по показателям переваримости, увеличивается. Так, усвояемость одного и того же вида рыбы располагается в следующем порядке (по мере убывания): копченая — вареная — сырая — вяленая — соленая. Это объясняется активизацией секреторной деятельности пищеварительных органов при переваривании копченой продукции.

## ОБРАЗОВАНИЕ ЦВЕТА

Цвет традиционно считается важнейшим критерием правильности проведения процесса копчения. По мнению потребителя, красивый привлекательный цвет (колер) связан с высокими вкусовыми качествами продукта.

В основе образования «копченого» колера лежат следующие процессы:

осаждение окрашенных компонентов на поверхность продукта за счет конденсации, сорбции, адгезии и когезии;

окисление, полимеризация, поликонденсация коптильных компонентов на поверхности продукта или на пути к нему;

реакции компонентов дыма с белковыми веществами продукта; фиксирование цвета кислотами.

Кроме того, формирование цвета копченого продукта при полугорячем и горячем копчении идет и под действием высоких температур среды, интенсифицирующих все цветообразующие реакции. Поэтому изделия данной группы окрашены, как правило, в темно-коричневые тона.

Цвет копченостей во многом определяется видом изделия, его структурой и химическим составом. Увеличение содержания жира улучшает блеск поверхности; повышение солености и несвежести продукта, а также смещение рН среды в кислую и щелочную зоны интенсифицируют окрашивание, а увеличение влажности, наоборот, уменьшает. По мере хранения копченой продукции окраска поверхности усиливается.

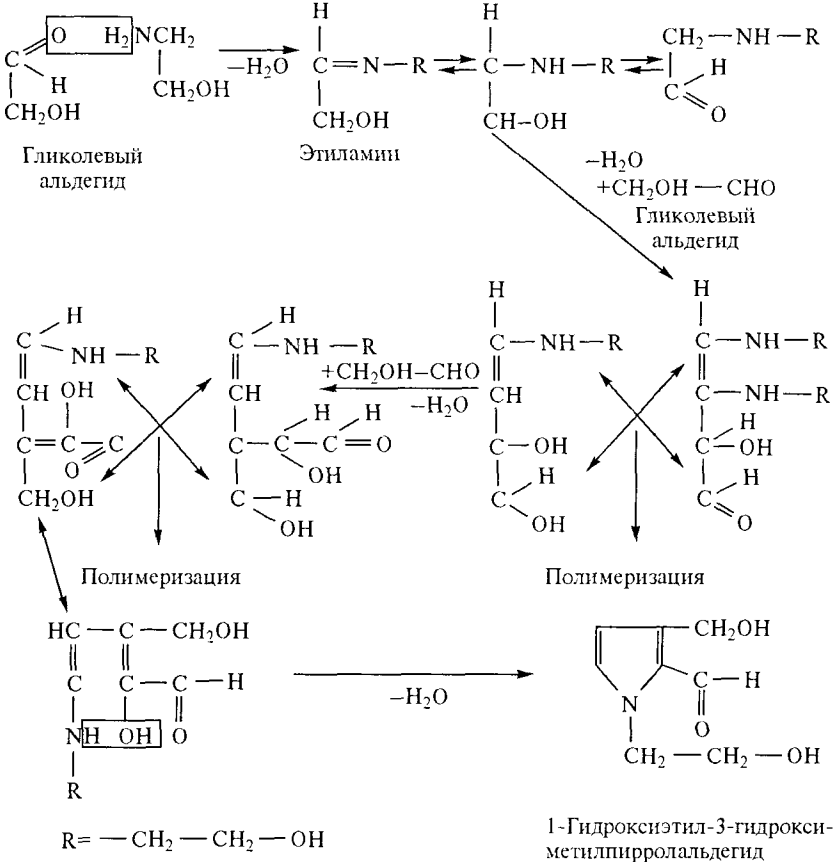
Окрашенными коптильными компонентами являются вещества смолистой фракции дыма, а также некоторые другие, имеющие коричневые оттенки: фенолы, карбонилы, углеводы.

Оттенок цвета зависит от вида используемой древесины для получения коптильного дыма. Бук, клен, липа придают золотисто-желтые оттенки, акация — лимонные, дуб, ольха — желтовато-коричневые, груша — красноватые и т. д. Дым от хвойных пород древесины окра-

шивает изделия более интенсивно, чем дым от лиственных пород. Повышенная влажность придает продукту нежелательные серые тона. Увеличение концентрации кислорода в зоне горения способствует более интенсивному окрашиванию продуктов.

Важнейшие процессы, влияющие на окрашивание поверхности при копчении, — реакции взаимодействия копильных компонентов с ингредиентами продуктов. С белковыми веществами (аминогруппами) реагируют преимущественно карбонильные соединения дыма с образованием меланоидинов — азотсодержащих полимеров коричневого цвета. В цветообразовании участвуют также формальдегид, гликолевый альдегид, глиоксаль, ацетон, ацетол, метилглиоксаль, диацетил, фурфурол.

Возможный путь реакций между гликолевым альдегидом и этиламином с образованием соединений коричневого цвета показан на схеме



ме. Г. Рейтер считает, что эти реакции между альдегидами и аминами играют важнейшую роль в цветообразовании.

Из фенолов наиболее активное участие принимают фенолальдегиды (конифериловый, синаповый альдегиды и другие), а также полифенолы (пирокатехин, гидрохинон, пирогаллол и их производные). Окрашивание усиливается также в результате реакций карамелизации углеводов, образующихся при распаде целлюлозы и гемицеллюлозы.

Окрашивающий эффект копчения фиксируется органолептически — с применением специальной стандартизированной терминологии или балловых шкал и инструментально — с использованием объективных цветовых характеристик (коэффициента отражения, показателей яркости, чистоты, доминирующей длины волны цвета и других).

## ОБРАЗОВАНИЕ АРОМАТА И ВКУСА

При анализе образования специфических аромата и вкуса копчености следует различать понятия: аромат копительного дыма и аромат и вкус копченого продукта (копчености).

*Аромат копительного дыма* зависит от вида древесины, температуры тления, типа дымогенератора, степени дисперсности и химического состава дыма. Считается, что наиболее ароматные компоненты содержатся в газообразной фазе дыма. Газохроматографические исследования показали, что аромат копительного дыма обеспечивают представители многих классов органических веществ, но основную долю вносят фенольные компоненты, особенно средномолекулярные, а также карбонильные вещества и лактоны с высокой температурой кипения (1,2-циклопентадиион, 2-бутинолид, фурфурол, 2-циклопентанон, 2-ацетилфуран, их производные и др.).

Оценка аромата некоторых фенольных веществ приведена в табл. 6.

### 6. Концентрация ароматических веществ, обуславливающих запах дыма

Фенолы	Пороговая концентрация, ppm	Запах
Фенол	5,5	Специфический, острый
2,3- и 2,4-Ксиленолы	18; 20	Химический с хлебным оттенком
2,6-; 3,4-; 3,5-Ксиленолы	0,6; 18; 27	Крезольный
Гваякол	0,03	Сладковато-дымный с пряными оттенками
4-Метил-; 4-этил-; 4-винил-гваякол	0,09; 0,5; 0,3	Сладковато-дымный, гвоздичный
4-Аллилгваякол	0,14	Древесный
Сирингол	2,0	Дымный с цветочными оттенками
4-Метил-; 4-этил-; 4-пропил-; 4-пропенилсирингол	0,23—5,8	Жженный, паленый
Пирокатехин и его гомологи	1,6—40	Сладковато-дымный

Установлено, что «ключевыми» компонентами (основой аромата копильного дыма) являются следующие вещества в композиции: гваякол, метилгваякол, пирокатехин, сириггол, ванилин, метилциклопентадиион (циклотен). При этом любой компонент фенольной фракции можно считать потенциальным «участником» такой основы.

*Аромат и вкус копченого продукта* — это результат совокупного воздействия компонентов дыма, продукта и веществ, образующихся в результате реакций компонентов дыма друг с другом и с составляющими продукта.

До сих пор точной расшифровки механизма формирования этого эффекта нет, существуют только научные предположения. Что происходит с компонентами дыма по мере их диффузии в продукт — неизвестно. Ведущую роль в этом приписывают фенолам, особенно гваяколу, сиригголу и их производным. Считается, что в среднем около 75 % фенольных веществ по мере их диффузии в продукт вступают в различные реакции с белковыми и жировыми компонентами продукта. При этом вкусо-ароматические ощущения во многом зависят от консистенции продукта, а также от его химического состава, в частности соотношения в нем липидов, белков, влаги и соли.

На аромат и вкус копченых изделий влияют кислотные копильные компоненты, привносящие специфические вкусовые оттенки, а также вещества с активными карбонильными группами (ди- и поликарбонильные соединения, редутоны и др.), вступающие во взаимодействие с белковыми компонентами продукта. Влияние таких веществ оцениваются как второстепенное.

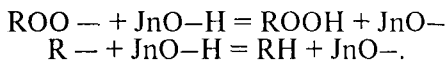
Количественную характеристику аромату и вкусу копченых продуктов можно дать с помощью органолептической балловой шкалы или описательно с применением стандартизированной терминологии. Инструментальное фиксирование некоторых аспектов этого показателя (хроматографическое и масс-спектрометрическое определение содержания отдельных фракций дыма) не может пока заменить его сенсорную оценку.

## КОНСЕРВИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ КОПЧЕНИЯ

**Антиокислительное действие.** Является результатом синергического воздействия прежде всего фенолов дыма с содержанием, как минимум, одной свободной ОН-группы.

Торможение фенолами процесса окисления обусловлено тем, что окислительный потенциал молекулы фенола ниже окислительного потенциала пероксидных соединений, накапливающихся в результате цепных реакций окисления жира. Энергия связи  $\text{JnO}-\text{H}$  в молекулах фенолов составляет 242—294 кДж/моль, тогда как в молекуле пероксида или гидропероксида  $\text{RO}-\text{H}$  она равна 336—

378 кДж/моль. Поэтому свободные радикалы в жирах будут преимущественно взаимодействовать с молекулами антиоксидантов  $JnO-H$ , т. е. фенолами, что приводит к обрыву цепной реакции окисления:



Образующиеся фенольные радикалы  $JnO\cdot$ , как правило, малоактивны, не способны к продолжению цепных реакций и выводятся из реакции, взаимодействуя между собой или с другими радикалами.

В. И. Курко доказал, что чем выше молекулярная масса фенолов, чем больше у них  $OH$ -групп, тем сильнее их антиоксидантный эффект, так как в этом случае уменьшается энергия связи в молекуле  $JnO-H$ . Так, производные гваякола — лучшие антиоксиданты, чем фенола, а производные сирингола — лучшие, чем гваякола. Наиболее эффективными антиоксидантами являются производные пирогаллола, пирокатехина, гидрохинона и резорцина. Из фенолальдегидов и фенолокислот антиоксидантными свойствами обладают ванилин, салициловый альдегид, гидроксибензойная кислота.

Д. Тильнер показал, что степень антиоксидантного воздействия дыма зависит от типа дымогенерации. Экзотермический дым тления более эффективно подавляет антиоксидантные процессы, чем фрикционный, хотя оба они богаты фенолами. Большое значение имеют и продолжительность воздействия коптильной средой, и степень окислительной порчи продукта, и условия обработки и хранения изделий.

Коптильный дым содержит не только первичные, но и вторичные антиоксиданты, например многоосновные кислоты: fumarовую и янтарную. Однако степень их воздействия до сих пор не исследована.

Антиоксидантное действие количественно устанавливают по показателям пероксидного и альдегидного чисел жира.

**Бактерицидное действие.** Представляет собой результат комбинированного влияния антисептических компонентов дыма, обезвоживания, посола, снижения pH (подкисления), высокой температуры (при горячем копчении).

Считают, что бактерицидное действие проявляется только на поверхности изделий. По мере диффузии коптильных компонентов внутрь продукта зона угнетения микрофлоры увеличивается. Бактерицидное действие зависит от параметров дыма, химической природы компонентов дыма, продолжительности копчения, качественной и количественной характеристик обсемененности продукта.

Так, кислоты наиболее эффективно подавляют спорообразующую микрофлору, фенолы — банальную и условно-патогенную, нейтраль-

ные соединения и органические основания обладают слабым бактерицидным эффектом, а углеводы, наоборот, стимулируют рост микроорганизмов.

Основные бактерицидные компоненты дыма — высококипящие фракции фенолов и кислот. Так, с увеличением алкильных боковых цепей в фенольном ядре возрастает бактерицидная сила компонентов: крезол — ксиленол — пропилгваякол — этилсирингол — гидрохинон — метилпирокатехин — пирогаллол (относительная антиокислительная эффективность по отношению к крезолу, активность которого условно принята за 1, равна соответственно 1, 2, 4, 11, 14, 51, 176).

Одними из самых эффективных антисептиков являются формальдегид и фенол. Из кислот наибольшей бактерицидностью обладают пропионовая и янтарная кислоты, но из-за преобладания в дыме уксусной кислоты значение последней будет ведущим.

Копчение селективно (избирательно) воздействует на микроорганизмы, в результате чего в остаточной микрофлоре копченых продуктов преобладают молочнокислые бактерии, а также грамположительные микрококки. Отмирание микроорганизмов в толще продукта по окончании копчения (остаточное бактерицидное действие копчения) связано с медленной диффузией бактерицидных компонентов дыма из поверхностных слоев в центральные.

Количественно бактерицидное действие устанавливают по микробиологическим показателям готовой продукции.

**Антипротеолитическое действие.** Выражается в замедлении автолитических процессов в продукте, связанном с непосредственным воздействием копильных компонентов на его тканевые ферменты. Копильные компоненты, в основном фенольные и карбонильные, взаимодействуют с белками продукта и ферментами, имеющими белковую природу. В результате белки становятся менее доступными действию малоактивных ферментов. Кислоты копильной среды, сдвигая рН продукта в кислую зону, способствуют частичной денатурации ферментов, что делает их менее активными в процессах расщепления тканевых белков. В результате протеолиз замедляется или приостанавливается. Так, в рыбном филе холодного копчения показатель ФТА (формольно титруемый азот), характеризующий степень расщепления белков, останавливается на уровне 67—70 мг%, что практически соответствует уровню соленого полуфабриката.

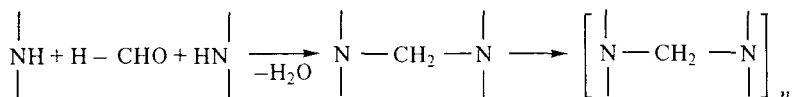
Количественно антипротеолитическое действие устанавливают по содержанию различных форм небелкового азота. Качественные изменения белков можно зафиксировать на модельных экспериментах с дополнительным введением ферментов, например желудочного сока, и красителей-индикаторов, меняющих цвет в присутствии продуктов распада белка (например, кармина).



## ОБРАЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОЙ ОБОЛОЧКИ

Упрочнение поверхностных слоев продукта при копчении обусловлено образованием полимерных веществ и формированием так называемой вторичной оболочки, которая способствует повышению стойкости изделия при хранении.

Упрочнение наблюдается под кожей или оболочкой (при их наличии) или на поверхности, что облегчает их удаление или повышает защитную функцию. Упрочнение объясняется изменением белковых структур в результате реакций между формальдегидом дыма и соединительнотканными белками продукта — формальдегид-коллагеновой конденсации:



Образующиеся  $-\text{CH}_2-$ мостики между молекулами коллагена приводят к уплотнению последних, формированию дополнительной эластичной оболочки, которая выполняет важные функции — предотвращает диффузию внутрь продукта высокомолекулярных ПАУ и других вредных веществ, сохраняет его форму, способствует формированию структуры.

Восстановление консистенции продукта возможно при обработке вторичной оболочки горячей водой или паром, что приводит к распаду формальдегидколлагеновых волокон.

Количественную характеристику упрочнения поверхности продукта можно получить при его органолептической оценке или инструментальном измерении на специальных приборах (пластометрах, вискозиметрах и др.).

## 5. Физико-химические и биохимические изменения, происходящие при копчении рыбы и мяса

Физико-химические изменения, происходящие в процессе копчения, связаны с тепловым воздействием, влиянием посолочных веществ и значительным обезвоживанием, а также насыщением тканей компонентами копильной среды. Все это приводит к формированию характерных копченых свойств и некоторому консервированию продукта.

В ходе копчения одни компоненты копильной среды осаждаются на поверхности продукта, другие проникают внутрь. В процессе диффузии часть компонентов не меняет своей химической природы, а часть вступает в различные взаимодействия с веществами ткани. Кислоты, содержащиеся в дыме, подкисляют продукт, снижая его рН до 5,7—5,2. Альдегиды и кетоны копильного дыма активно взаимодействуют со свободными аминогруппами полипептидов. Так, формальдегид, количественно преобладающий в группе альдегидов, образует в конечном итоге моно- и диметильные соединения:  $R-NHCH_2-OH$  или  $RN(CH_2-OH)_2$ . Взаимодействуя с двумя аминогруппами двух пептидных цепей, формальдегид связывает их метиленовыми мостиками  $R-NH-CH_2-NH-R$ . Физически это выражается в упрочнении ткани и по характеру действия похоже на процесс дубления. Дубящее действие на ткани оказывают также фенолы, реагирующие с аминокислотными остатками и другими функциональными группами белков.

Копчение при высокой температуре (полугорячее и горячее) от 40 до 170 °С сопровождается разной степенью денатурации белков и освобождением скрытых функциональных групп (сульфидных, карбоксильных, аминных, окси- и др.), которые вступают во взаимодействие с копильными компонентами. В результате наблюдаются необратимая дегидратация, коагуляция части белков саркоплазмы и миофибрилл мышечных тканей, в связи с чем уменьшается влагоудерживающая способность ткани, продукт лучше обезвоживается и уплотняется.

Наиболее сильные изменения при копчении претерпевает коллаген. Фибриллы мышечных тканей вначале изменяют свою пространственную упаковку. При этом водородные связи разрушаются и освобождаются функциональные группы, вступающие в реакции с компонентами дыма. Под действием альдегидов, кетонов и фенолов протекают превращения, называемые дублением. Коллаген оболочек и кожи у рыб в этом случае играет защитную роль, связывая ряд активных копильных веществ и препятствуя их диффузии внутрь продукта. Особенно это важно при непродолжительном горячем копчении.

Одновременно под действием высокой температуры коллагеновые молекулы обезвоживаются. В конце копчения резко изменяется их структура, в результате оболочка становится тонкой, полупрозрачной, кожа у рыбы подсыхает и легко отделяется от мышечных тканей. Поверхность копченого продукта приобретает характерный цвет от светло-золотистого до темно-коричневого.

Биохимические изменения при копчении связаны с действием поваренной соли, нитритов, тканевых и микробиологических ферментов, компонентов дыма и температуры процесса. Глубина изменений определяется видом продукта и способом копчения.

На стадии копчения до 40 °С ускоряются реакции, катализируе-

мые ферментами мышечных тканей и микроорганизмов, — протеолиз, липолиз, денитрификация и др. По мере повышения температуры постепенно развиваются денатурация белков и инактивация ферментов.

В результате денатурации освобождаются скрытые функциональные группы белков, в частности SH-группы, обладающие редуцирующими свойствами. Под влиянием микроорганизмов, а также редуцирующих соединений из нитритов, добавляемых при посоле мяса теплокровных животных, освобождаются оксиды азота, что приводит под действием высокой температуры при участии окрашенных веществ дыма к интенсификации окраски внутренних слоев мяса.

Оксимиоглобин при нагревании мяса теряет адсорбционно связанный кислород (последний вовлекается в окислительные реакции) и переходит в миоглобин, а затем вследствие взаимодействия с NO превращается в NO—миоглобин. Под действием высокой температуры он разрушается с образованием NO—гемохромогена, придающего розово-красную окраску копченому соленому мясу.

При холодном копчении (18—23 °С) изменения миоглобина способствуют появлению вишнево-красной окраски, так как содержащийся в дыме СО способствует образованию СО-миоглобина, окрашенного в вишневый цвет.

Продолжительное холодное копчение сопровождается более глубокой, чем при горячем копчении, ферментацией — протеолизом мышечной ткани. Структура ткани нарушается, консистенция становится мягче, нежнее.

Жиры, содержащиеся в мышечной ткани, при копчении активно сорбируют копильные компоненты (карбонилы и особенно фенолы). Концентрация фенолов в жировой ткани может достигать 20 мг%. В результате антиокислительного действия фенолов в жирах тормозятся окислительные реакции, особенно под влиянием гомологов пирогаллола. Продукты взаимодействия фенолов с радикалами жиров имеют характерный привкус, что вносит специфический оттенок во вкусо-ароматические ощущения.

В ходе копчения, особенно горячего, продукты теряют некоторое количество витаминов — 15—20 % тиамина, рибофлавина, ниацина.

Анализ накопленных данных позволяет предложить концепцию созревания продукции холодного копчения.

Процесс формирования специфических свойств продукции холодного копчения (рис. 9) можно условно представить в виде трех этапов:

1-й этап — посол: «стартовые» протеолитические и липолитические изменения тканевых ферментов и ферментов микрофлоры. Характер этих процессов определяется природой составляющих в системе и количеством поваренной соли (биотехнологическая фаза);

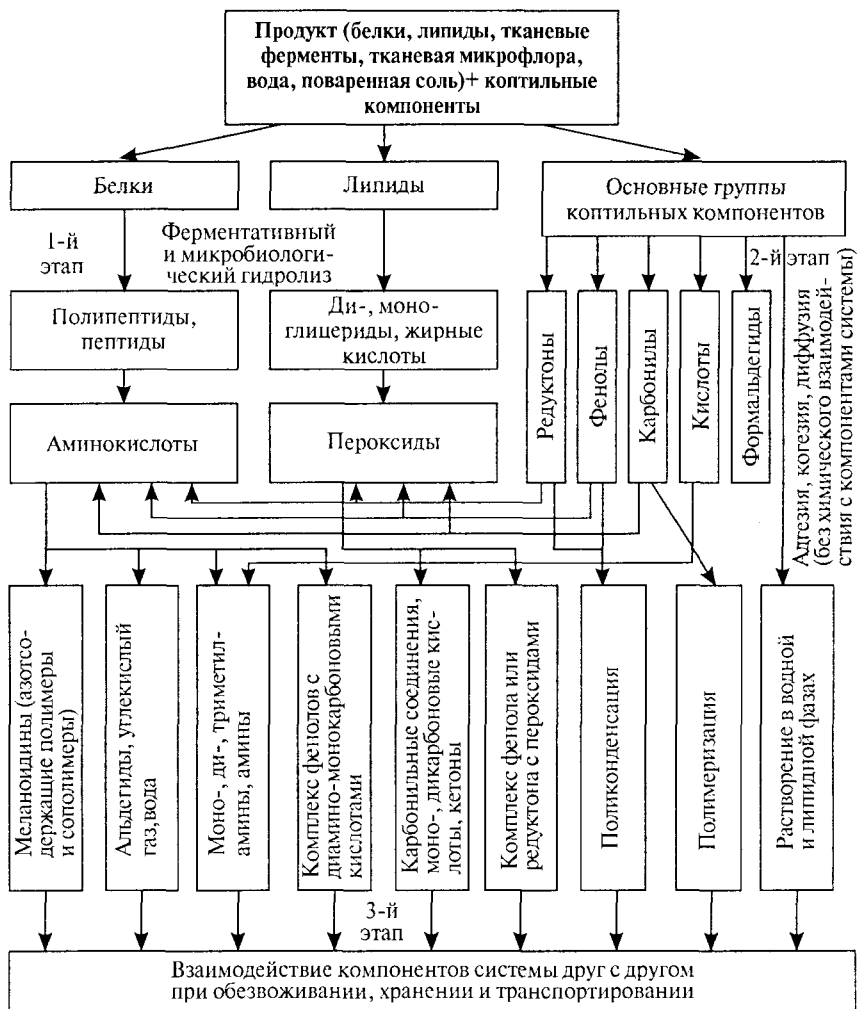


Рис. 9. Схема созревания продуктов холодного копчения

2-й этап — собственно копчение: физические процессы, связанные с попаданием копильных компонентов на продукт, протеканием химических реакций на его поверхности, обезвоживанием тканей (физико-химическая фаза);

3-й этап — хранение: массоперенос копильных компонентов в глубь тканей, протекание основных химических реакций между составляющими субстрата, ингибирование тканевого ферменто-

лиза и окислительных изменений в липидах, формирование основного микробиологического сообщества (собственно созревание).

Наиболее важным для качества является 3-й этап — собственно созревание. Готовый копченый продукт условно можно представить в виде смеси, включающей белки, полипептиды, аминокислоты, жиры, глицериды, различные альдегиды (из коптильной среды и вновь образующиеся), комплексы коптильных компонентов с аминокислотами, пептидами, белками и пероксидами, продукты ферментативного и микробиологического протеолиза и липолиза, коптильные ингредиенты в растворенном состоянии, небелковые азотсодержащие вещества, поваренную соль, тканевую жидкость и др.

В такой многокомпонентной системе большое значение для конечного качества имеют и видовые особенности продукта (жирность, характер распределения липидов, активность ферментов и т. д.). Нельзя забывать и о разнообразии химического состава коптильных сред, особенно при бездымном копчении. В каждом конкретном случае процесс индивидуален.

Биологическая оценка копченых продуктов, т. е. степени вредного воздействия их на организм человека, может быть проведена как по содержанию в копченостях отдельных вредных веществ (ПАУ, ацетон, формальдегид, фенол, метанол и др.), так и по результатам биологических опытов на животных.

Накопление формальдегида нежелательно по причине снижения под его действием в присутствии соляной кислоты активности пищеварительных ферментов. Формальдегид даже в очень незначительных количествах (меньше 0,001 %) — сильный ингибитор тиоловых ферментов.

Нежелательно также присутствие некоторых органических кислот в копченостях. Так, бензойная кислота ингибирует действие пепсина в желудке, уксусная — повышает кислотность органов пищеварения и т. д.

Фенолы, содержащиеся в копченых продуктах, являются чужеродными для человека соединениями, что предопределяет необходимость разумного снижения их количественного присутствия.

## **6. Технология копченых рыбных продуктов**

---

В рыбной промышленности копчение используют при производстве рыбы горячего, полугорячего и холодного копчения, полуфабрикатов в консервном и пресервном производствах, а также при выработке копченых рыбных колбас.

Рыба — это богатый источник белка (14—25 %), жира (0,4—50 %), минеральных веществ (0,9—2,0 %), многих витаминов групп А, В, D, Е и F, содержащихся в мышечных тканях, икре, молоках, печени и других органах. Рыбные копченые продукты характеризуются хорошими гастрономическими качествами и высокой усвояемостью организмом человека.

При неправильных условиях хранения рыба быстро подвергается порче. Сразу после вылова вследствие высокой активности ферментов в рыбе начинаются посмертные изменения, приводящие к потере качества. Поэтому для получения копченых изделий высокого качества свежую рыбу необходимо немедленно направлять на переработку. Если нет возможности производить копченую продукцию из свежей рыбы, то используют мороженое, охлажденное или соленое сырье.

Традиционное сырье для производства копченой рыбы — осетровые, сельдевые, лососевые, сиговые и скумбриевые виды рыб. Однако их запасы сейчас резко сократились. Приготовить копченую продукцию можно практически из любых видов рыб, однако, чтобы она была вкусной, необходимо, чтобы в мышечных тканях было не менее 2 % жира, особенно при выработке изделий холодного копчения.

Подкопчение, копчение полуфабриката в пресервном и консервном производствах значительно улучшают свойства готовой продукции и рекомендуются для сырья пониженной товарной ценности.

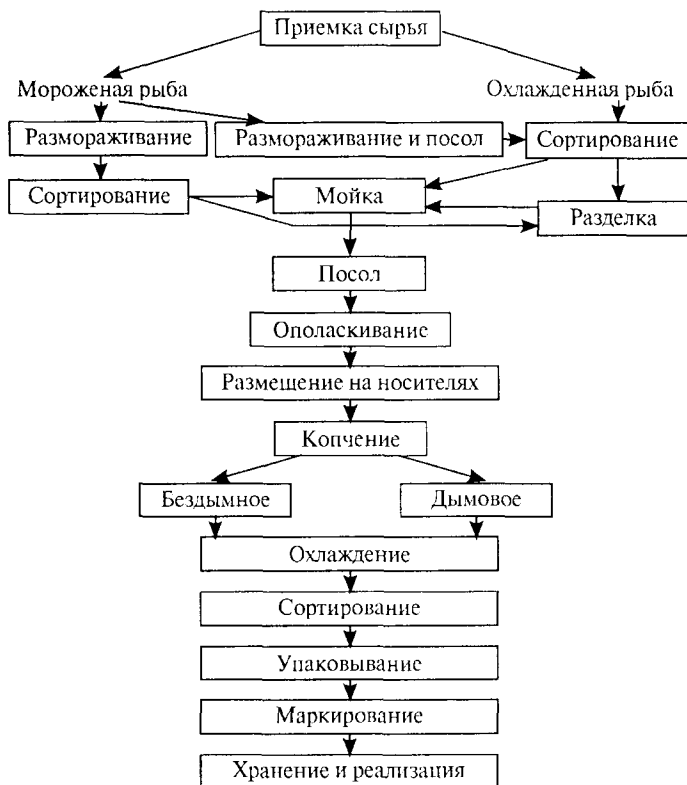
## **РЫБА ГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ**

Для производства рыбы горячего копчения пригодны практически все виды промысловых рыб. Продукцию высокого качества можно приготовить из палтуса, нототении, камбалы, морского окуня, скумбрии (содержание жира 4—25 %), из нежирных видов — трески, пикши, сайды, минтая, путассу, наваги, налима пресноводного и др.

Рыбу горячего копчения по действующей технологической инструкции вырабатывают в соответствии с технологической схемой, приведенной на рис. 10.

Приемку сырья осуществляют по ГОСТ 7631—85 для учета количества и проверки качества.

Мороженую рыбу размораживают преимущественно в воде погружением или орошением при температуре не более 15 °С в течение 2—6 ч. Крупную рыбу (семейства осетровых, тресковых, лососевых) размораживают на воздухе при температуре 15—20 °С в течение 20—30 ч. В последние годы для получения продукции высокого качества размораживание рекомендуется проводить только воздушным способом. При обработке некрупной рыбы



**Рис. 10. Технологическая схема производства рыбы горячего копчения**

размораживание можно совместить с посолом. В этом случае мороженую рыбу помещают в насыщенный раствор поваренной соли температурой 20—24 °С.

Размороженную или охлажденную рыбу необходимо вымыть водой температурой не более 15 °С для удаления слизи и других загрязнений.

Перед направлением на разделку или посол рыбу сортируют по размерам и качеству, отделяя нестандартные образцы. Это позволяет выпускать однородную по качеству продукцию. Направлять на посол необходимо рыбу одной массы или длины. При машинной разделке сортирование также необходимо для настройки рабочих органов разделочной техники на один размерный ряд.

Мелкую рыбу коптят в неразделанном виде, крупную разделяют различными способами в соответствии с требованиями

стандарта. Рыбу длиной более 40 см (судак, треска, сиг, осетр и др.) рекомендуется разделять на куски. Куски массой более 0,8 кг разрезают вдоль позвоночника. Разделку можно проводить ручным или машинным способом. В последние годы стали применять специальные ножи с автоматическим приводом. Это позволяет увеличить выход разделанной рыбы.

Разделанную рыбу необходимо вымыть для удаления остатков внутренностей, крови и других загрязнений. При ручной разделке рыбу моют проточной водой; при машинной в зависимости от типа оборудования и вида разделки мойку осуществляют в разделочной или специальной моечной машине. Возможна ручная мойка.

Для повышения вкусовых качеств готовой продукции рыбу солят до содержания соли в мышечных тканях 1,8—2,0 %. В зависимости от способа обработки рыбы солью применяют следующие виды посола: сухой, смешанный без охлаждения или с охлаждением (холодный посол) и тузлучный (посол в солевом растворе). Посол тузлучным способом проводят в насыщенном растворе поваренной соли (плотность 1,18—1,20 г/см<sup>3</sup>) при соотношении рыбы и раствора 1 : 2 от 10 мин до 6 ч в зависимости от вида, размера рыбы и способа ее разделки. Очень удобно при больших объемах производства применять для этого ванны вкусового посола рыбы.

Сухим способом, равномерно пересыпая по рядам сухой поваренной солью в количестве 7—15 % массы рыбы, солят рыбу семейства осетровых, лососевых, тресковых, палтусовых. Крупную рыбу натирают солью снаружи, со стороны брюшной полости и разрезов, укладывают в ванны спинкой вниз и пересыпают солью. Продолжительность сухого посола 1—12 ч для неразделанной рыбы средних и крупных размеров. Потери массы при посоле составляют 2—4 %.

Смешанным посолом солят крупную жирную рыбу с чешуей (леща). Для этого рыбу пересыпают по рядам сухой солью, а затем заливают солевым раствором, как при мокром посоле. На всем протяжении посола поддерживают температуру не выше 15 °С.

Посоленную рыбу необходимо ополоснуть пресной водой и разместить на носителях. Для этого рыбу обвязывают во избежание падения при наколке на шомпола и рейки или раскладывают на сетки-носители коптильных тележек. Обвязывают крупную рыбу шпагатом со шпонкой или без нее, мелкую рыбу можно накалывать без обвязки. Тележки для копчения с размещенным на носителях соленым полуфабрикатом загружают в коптильные установки, как правило, камерного модульного типа вместимостью 1, 2, 4, 8, 12 и т. д. тележек с автоматическим микропроцессорным управлением параметрами. Такие установки универсальны в работе, легкоуправляемы в режиме температуры от 10 до 200 °С и влажности воздушной или дымо-воздушной среды от 10 до 100 %. Их можно использовать как варильные, сушильные и коптильные агрегаты



для различной пищевой продукции. Установки выполняют с встроенным или автономным дымогенератором. В случае необходимости их можно приспособить (особенно в последнем случае) к бездымному копчению.

В зависимости от вида коптильной среды рыбу горячего копчения готовят бездымным или дымовым (традиционным) способом. Назначение копчения — придание продукту специфических копченых свойств.

Бездымное копчение (использование бездымных коптильных сред) очень перспективно при производстве рыбы горячего копчения. Имеются специальные установки камерного типа, в которых препарат диспергируется в пространство с рыбой или предварительно переводится в паробразное состояние.

Дымовым способом можно готовить рыбу в традиционных последовательности и режимах (естественное копчение) или за счет существенного ускорения осаждения коптильной среды в электростатическом поле (электрокопчение) с применением других видов нагрева (ИК- или СВЧ-поля). В последнем случае первоначально проводят собственно копчение, а затем проварку рыбы. В такой установке вместо дыма можно применять коптильный препарат в мелкодиспергированном состоянии.

Традиционно рыбу горячего копчения получают в такой последовательности операций: подсушка, проварка, собственно копчение.

Подсушку осуществляют теплым воздухом температурой 60—80 °С и влажностью 40—60 % до момента подсыхания кожи в течение 20—30 мин. Ее назначение — удалить поверхностную влагу для лучшего осаждения компонентов дыма и желаемого цветообразования. При размещении рыбы на шомполах и прутках в процессе подсушки она прочнее удерживается на носителях и не падает на пол. Потери массы при подсушке составляют до 5 % массы соленого полуфабриката.

Проварка рыбы осуществляется горячим дымом, воздухом или паром при температуре 100—170 °С от 40 мин до 3 ч. Назначение проварки — полная кулинарная готовность рыбы: мышечные ткани легко отделяются от костей, кровь полностью свернулась, белки денатурировали, а ферменты инактивировались. При повышении жирности рыбы понижают температуру проварки, в противном случае образуется неисправимый брак — «лопанец». Потери массы во время проварки до 15 %.

Собственно копчение — это заключительная стадия копчения, когда обработка идет технологическим дымом температурой 100—120 °С от 30 мин до 3 ч. Назначение данной стадии — насытить проваренные мышечные ткани рыбы коптильными компонентами для придания аромата и вкуса копчености. Одновременно осуществляется эффективное окрашивание поверхности рыбы в золотистые тона,

чему способствуют высокие температуры процесса. По окончании процесса температура внутренних слоев мышечной ткани рыбы, что фиксируется специальными индикаторами у позвоночника, должна быть не менее 80 °С.

Охлаждение до 8—12 °С — обязательная операция при горячем копчении, иначе поверхность рыбы будет чрезмерно увлажненной в упакованном виде, ухудшится сочность мышечной ткани вследствие дальнейшего проваривания, создадутся благоприятные условия для развития плесени.

Охлаждение проводят тут же, в коптильных установках, интенсивно подавая холодный воздух температурой 10—12 °С. Кроме того, применяют специальные охлаждающие камеры; иногда охлаждение проводят в вентилируемом помещении, куда выгружают клетки с горячей рыбой.

Готовую рыбу сортируют по качеству и размерам в соответствии с требованиями стандартов, фасуют в мелкую потребительскую (картонные коробочки, полимерные пакеты) или крупную (картонные коробки, инвентарные пластмассовые ящики и др.) тару и упаковывают. Упакованную продукцию маркируют и отправляют на реализацию в торговую сеть или хранение (предельный срок 72 ч при температуре -2...+2 °С).

Перспективно замораживать рыбу горячего копчения в специальных морозильных установках до температуры -18 °С. В этом случае продолжительность хранения увеличивается до 1 мес, что практически не сказывается на качестве рыбы и позволяет транспортировать ее на дальние расстояния. Замораживать можно почти все виды рыб, за исключением рыбы с ослабленной консистенцией (скупбриевые).

## **РЫБА ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ**

Рыбу холодного копчения производят в соответствии с требованиями общей технологической инструкции (ТИ) по изготовлению рыбы холодного копчения и ряда специальных ТИ, разработанных с учетом видовых особенностей сырья и готовой продукции (рис. 11).

Продукцию холодного копчения, как правило, готовят из мороженого или соленого полуфабриката, в местах вылова — из охлажденной и свежевывловленной рыбы.

Рыбу в большом количестве предпочтительнее размораживать погружением в воду и орошением, а также в специальных аппаратах; для получения продукции высокого качества лучше применять дефростацию воздушным способом. Размораживание считается законченным, когда температура рыбы достигает 0 °С и выше, а тело приобретает гибкость. Однако при последующей ручной разделке лучше, чтобы тело было чуть-чуть подмороженным (около -1 °С).

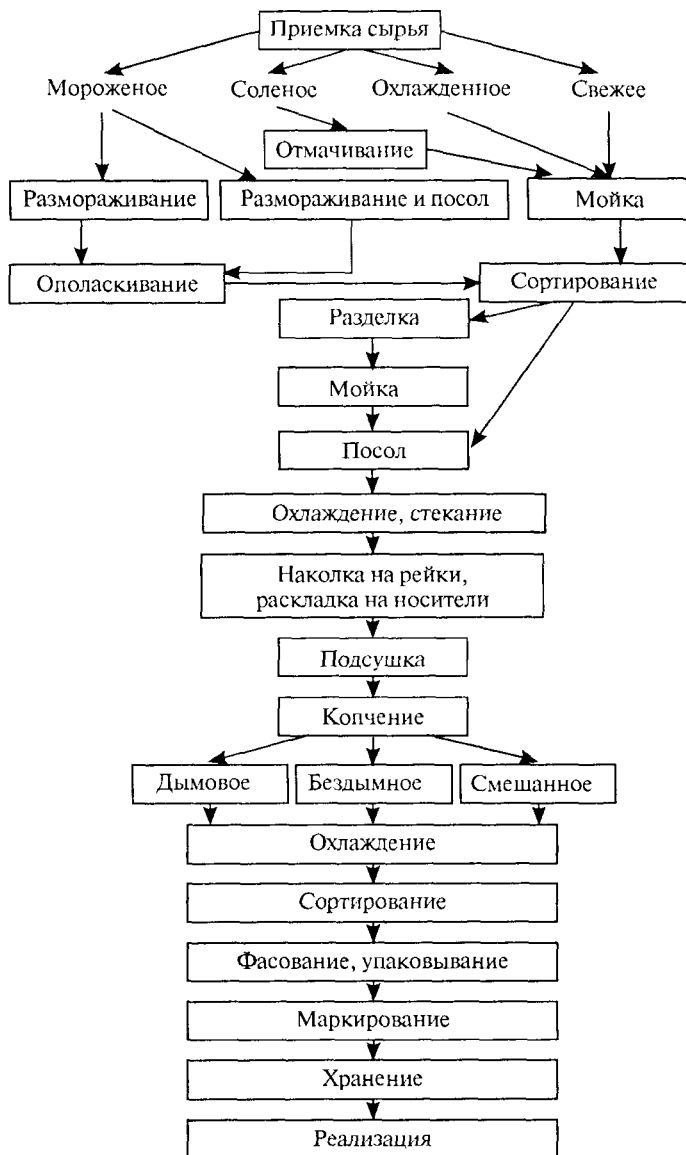


Рис. 11. Технологическая схема производства рыбы холодного копчения

Соленый полуфабрикат отмачивают в чистой питьевой воде навалом в контейнерах или чанах до содержания массовой доли соли в мышечных тканях 5—7 %. Размороженную или отмоченную рыбу, а также охлажденную или свежевывловленную ополаскивают чистой водой, после чего сортируют по размерам и качеству в соответствии с требованиями стандарта.

При производстве рыбы холодного копчения дым в качестве сушильного агента и источника коптильных компонентов способствует получению необходимых цвета, аромата, вкуса, а также выполняет антиокислительные и бактерицидные функции и укрепляет поверхность.

При холодном копчении рыбы применяют разные способы разделки в зависимости от ее вида, размеров, наименования готовой продукции. Назначение разделки — повышение выхода съедобной части, улучшение товарного вида готовой продукции. Так, лососевые виды рыб, сазана, клыкача потрошат без обезглавливания; крупную треску, пикшу, сайду, морского окуня обезглавливают и потрошат с зачисткой брюшной полости; крупные океанические виды разделяют на кусок, тешу, филе; морского окуня, сиговых, нототению, сельдевых, скумбриевых, лососевых разделяют на спинку и тешу; ставриду, сельдь, сардинеллу разделяют на пласт с головой и без головы; мелкую сельдь, салаку, другие мелкие виды рыб (мойву, корюшку и т. д.), как правило, не разделяют.

В последние годы усиливается тенденция к максимально возможной разделке всех видов рыб для увеличения выхода съедобной части, более полного комплексного использования сырья, сокращения продолжительности основных операций (посола, копчения), применения мелкой фасовки, повышения потребительских свойств.

Предпочтительной является разделка на кусок, спинку, тешу, филе, пласт.

Рыбу разделяют в машинах либо вручную, применяя обыкновенные ножи или ножи с автоматическим приводом. Как правило, разделанную рыбу одновременно моют. Отходы от разделки собирают и накапливают в охлаждаемых помещениях для передачи на последующую переработку или в качестве корма для сельскохозяйственных животных.

Посола рыбы проводят в зависимости от ее вида и способа разделки (сухой, мокрый и смешанный) до содержания соли в полуфабрикате 6—8 %. При получении малосоленой рыбы холодного копчения посола проводят до массовой доли соли в мышечных тканях около 4 %. Крупную жирную рыбу лучше солить сухим или смешанным способом. При посоле солевой раствор охлаждают, добавляя лед или помещая посольные емкости в помещение с температурой воздуха не выше 10 °С.

Расход соли на 100 кг готовой продукции составляет от 5 до 50 кг.

Продолжительность посола определяется в каждом конкретном случае с учетом особенностей сырья и процесса и составляет от 15 мин (мокрый посол филе нежирной некрупной рыбы в насыщенном растворе соли) до 10—15 сут (сухой посол с охлаждением крупной жирной неразделанной рыбы).

Для придания готовой продукции особых деликатесных свойств рекомендуется на 1—2 % пересаливать полуфабрикат, направляя его в последующем на отмачивание. Пересаливание и отмачивание необходимы для крупной жирной рыбы во избежание последующего брака — «затяжки» (загнивание непросоленных мышечных тканей у позвоночника).

У крупной и не просолившейся у позвоночника рыбы необходимо выравнивать соленость, для чего ее выдерживают определенное время при температуре не выше 10 °С.

В последние годы стремятся к получению полуфабриката сразу заданной солености, чему способствуют виды разделки, уменьшающие размеры рыбы, а также применение законченных способов посола с охлаждением, исключающих порчу и недосоленность в толще мышечных тканей.

При посоле крупной рыбы ее натирают солью, набивают соль в жабры, внутрь брюшной полости, в места проколов в толстых частях. Натертую рыбу укладывают рядами брюшком вверх в герметичную емкость, пересыпая ряды солью, причем по мере увеличения высоты рядов дозировку соли также увеличивают.

Соль применяют крупную — помолов № 2 и 3, мелкая соль может вызвать так называемый «солевой ожог».

Приготовление соленого полуфабриката можно совместить с размораживанием брикетов (например, сельди). Для этого брикеты помещают в насыщенный солевой раствор температурой 20—25 °С для повышения температуры в толще рыбы до 0 °С. Затем рассол сливают и подают в емкость с рыбой свежеприготовленный новый рассол температурой не более 5 °С. Общая продолжительность процесса составляет в зависимости от вида, размера и жирности рыбы, частоты сменности и температуры рассола от нескольких часов до 2—4 сут. Недостатком такого способа является неравномерность просаливания рыбы.

Посоленное сырье, за исключением мелкой рыбы мокрого посола, необходимо ополоснуть в солевом растворе плотностью 1,14—1,16 г/см<sup>3</sup> или воде для удаления излишков соли с поверхности для предотвращения брака «рапы». При приготовлении малосоленого полуфабриката рыбы (около 4 % соли) законченным посолом с охлаждением ополаскивание можно не проводить.

Накалывают рыбу или ее части на шомпола и рейки через глаза, проколом под жаберными крышками, через затылочную кость или под плечевыми костями в наиболее мясистых местах. Широко приме-

няют раскладку на носители (сетки), что значительно облегчает подготовку рыбы к копчению.

Копчение проводят в установках различного типа (камерных, туннельных, башенных), как правило, традиционным дымовым или бездымным способом с применением бездымных коптильных сред. Иногда практикуют смешанный способ копчения: однократное нанесение коптильного препарата на поверхность рыбы (или добавление его при посоле), а далее — докапчивание дымом. Однако данный способ имеет ряд недостатков и применяется редко.

В отличие от горячего холодное копчение обуславливает и частичное консервирование продукции за счет антиокислительного, антимикробного и обезвоживающего эффектов. Из-за отсутствия совершенных коптильных препаратов, недостатков в технологии их приготовления и применения чаще всего проводят дымовую обработку по традиционной схеме: подсушивание (воздухом), собственно копчение (дымом).

Подсушивание необходимо для лучшего осаждения компонентов дыма и цветообразования. Его проводят теплым воздухом температурой 18—24 °С, влажностью 40—60 %. Чем выше жирность рыбы, тем меньше температура воздуха. Продолжительность подсушивания определяется размерами рыбы и составляет 1—12 ч. Процесс заканчивают, когда поверхностная влага исчезает, а мышечная ткань несколько уплотняется. Потери массы при подсушивании составляют 7—20 %.

Собственно копчение — самая ответственная операция процесса, от проведения которой зависит степень проявления эффектов копчения. Его проводят при интенсивной подаче дымо-воздушной смеси температурой 20—30 °С и влажностью 40—60 %. Для копчения жирных рыб рекомендуется диапазон температуры 20—24 °С (скумбриевые, лососевые, сиговые, палтус, угорь и др.), для тощих рыб температуру дыма можно поднять до 26—30 °С (треска, ставрида, салака и др.), причем в начальный период температура должна быть невысокой, затем ее постепенно доводят до максимума. Продолжительность собственно копчения для неразделанной рыбы средних и крупных размеров составляет 1—5 сут. В случае копчения глубоко разделанных рыб (филе, пласт, теща) продолжительность копчения резко сокращается — до 4—12 ч.

В настоящее время специалисты дискутируют о необходимости уменьшения в рыбе холодного копчения массовой доли коптильных компонентов, определяемой по фенольному показателю.

Для рыбы холодного копчения она принята на уровне 9—18 мг% (мг/100 г). Однако последние данные по вредности для человека некоторых компонентов коптильного дыма показали необходимость уменьшения массовой доли компонентов до 2—4 мг% по фенольному показателю. При таком уровне проявляются аромат, вкус и цвет копчености, консервирующие эффекты рекомендуется усиливать вакуумированием готовой продукции и хранением ее при низкой температуре.

Рыба с уровнем прокопченности менее 2 мг% и, как правило, без выраженного цветового эффекта называется подкопченной. Параметры технологических операций при ее изготовлении совпадают с ранее изложенными для рыбы холодного копчения, за исключением продолжительности собственно копчения, которая сокращается на 30—40 %. Подкопченными выпускают филе многих видов рыб (скумбрии, ставриды, сельди, лосося балтийского и др.) с последующим вакуумированием и хранением при температуре не выше  $-8^{\circ}\text{C}$ .

Подсушивание и собственно копчение лучше всего проводить в современных камерных универсальных установках с микропроцессорным управлением. В них задаются и автоматически поддерживаются температура, влажность, скорость движения воздуха и дыма, степень рециркуляции среды, температура в толще рыбы (в камере), параметры дымообразования (в дымогенераторе).

Копчение считается законченным по достижении нормируемых показателей рыбы, в том числе и влажности мышечной ткани (48—70 %).

Копченую рыбу необходимо охладить до температуры на поверхности  $10\text{--}12^{\circ}\text{C}$ , чтобы предотвратить увлажнение в упакованном виде. Охлаждение проводят в камерах, подавая холодный воздух, либо в специальном помещении, оборудованном системами вентиляции. Рыбу можно охлаждать и в естественных условиях.

Перед упаковыванием рыбу холодного копчения сортируют по качеству и размерам в соответствии с требованиями действующей НТД. Как правило, сортирование совмещают с фасованием и упаковыванием. Готовое копченое филе крупных рыб (лососевых, осетровых) можно разрезать на ломтики толщиной 2—4 мм вручную или на специальных машинах. Предварительно специальными щипцами вытаскивают реберные кости.

Фасовать рыбу лучше всего в мелкую потребительскую упаковку массой до 0,5 кг с последующим укладыванием в транспортную тару (деревянные ящики, картонные короба). Пласт с головой и обезглавленный сразу упаковывают в картонные короба с боковыми вентиляционными отверстиями, выстланные подпергаментом или оберточной бумагой. Нижний ряд продукции укладывают спинкой вниз, верхний — спинкой вверх, пласт укладывают стопками, т. е. попарно: спинка вниз — спинка вверх.

Хранение готовой рыбы холодного копчения осуществляется при температуре  $10\text{--}8^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность хранения зависит от вида упаковки, степени солёности и прокопченности рыбы, условий хранения и составляет от 5 сут до 3 мес.

Готовую продукцию нужно как можно быстрее реализовывать. При хранении рыбы холодного копчения в ней в первые 1—7 сут происходят так называемые процессы созревания, характер которых несколько отличается от общепринятых в солёной и вяленой рыбе.

В рыбе холодного копчения они связаны с перераспределением коптильных компонентов с поверхности в толщу мышечных тканей и одновременным их взаимодействием с компонентами тканей и продуктами их расщепления, накапливающимися при посоле, копчении и хранении. Химизм процессов созревания зависит от химического состава рыбы и дыма, степени солености и обезвоженности мышечных тканей, условий взаимодействия компонентов рыбы и коптильной среды и последующего хранения. По истечении некоторого времени (от нескольких часов до 5—7 сут) окрашивание поверхности продукции усиливается, образуется специфический аромат копчености, консистенция уплотняется и в зависимости от содержания жира может быть плотной или сочной.

Продолжительность холодного копчения рыбы, как правило, обуславливается достижением стандартной влажности, все остальные эффекты формируются быстрее. Обезвоживание идет при подсушке (в среднем рыба теряет 10 % массы, условно принимаемой в виде воды) и при собственно копчении (потери массы 20—30 %). Общая продолжительность процесса является суммой двух данных составляющих, каждую из которых рассчитывают отдельно с учетом конкретных условий.

## **РЫБА ПОЛУГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ**

Технология полугорячего копчения рыбы отличается от холодного и горячего копчения по температурному режиму, продолжительности обработки, степени посола рыбы и применяется ограниченно.

В настоящее время отсутствует государственная регламентация процесса и готовой продукции, поэтому производство рыбы полугорячего копчения осуществляется по другой действующей документации и в каждом регионе имеет свои особенности.

Полугорячее копчение используют в основном для обработки мелких видов рыб (мелкие сельдевые, сардины, мойва), а также в случае приготовления продукции типа кипперсов из океанического сырья (ставрида, скумбрия, сельдь тихоокеанская и атлантическая, сардинелла и др.).

Мелкую рыбу не разделявают. Рыбу массой более 0,3 кг разделяют на кусок, филе, пласт с головой или обезглавленный.

При разделке на пласт с головой рыбу разрезают по спине вдоль позвоночника от головы до хвостового плавника, удаляют жабры, внутренности, икру или молоки, зачищают внутреннюю полость от сгустков крови. При разделке на пласт обезглавленный без позвоночной кости у рыбы удаляют голову с плечевыми костя-



ми, тушку разрезают по спине вдоль позвоночника, который удаляют вместе с хвостовым плавником.

Посол рыбы проводят мокрым, сухим или смешанным способом до массовой доли соли в полуфабрикate от 3 до 7 %. Способ и параметры посола зависят от вида и размера рыбы, массовой доли жира и вида разделки, температуры процесса и в каждом конкретном случае устанавливается лабораторией предприятия.

Посоленную рыбу обвязывают шпагатом, накалывают на рейки и шомпола, укладывают на сетки для копчения в зависимости от вида рыбы и типа установки.

Подготовленную таким образом рыбу выдерживают в течение 30—40 мин для стекания поверхностной влаги или подсушивают в потоке движущегося воздуха температурой 20—25 °С. В коптильной камере рыбу, за исключением уложенной на сетки и мелкой, располагают во всех направлениях по возможности в шахматном порядке.

В процессе копчения температуру дымовой смеси поддерживают в пределах 50—80 °С, а продолжительность его составляет от 2 до 8 ч. При производстве продукции типа кипперсов температура в первые 4 ч должна составлять 40—50 °С, после чего ее повышают до 60—70 °С.

Готовую копченую рыбу быстро охлаждают до температуры не выше 20 °С, снимают с носителей, сортируют по качеству и немедленно направляют на упаковывание.

Готовая продукция по свойствам напоминает рыбу горячего копчения и характеризуется выраженным ароматом и вкусом копчености, консистенцией — от сочной до плотной, при этом мышечная ткань должна быть проваренной и отделяться от позвоночника.

## **РЫБНЫЕ КОПЧЕНЫЕ КОЛБАСЫ**

Производство рыбных копченых колбас имеет специфические особенности по сравнению с производством мясных, главные из которых — высокие лиофильность белков и окисляемость жиров, а также зависимость структурообразующей способности мышечных тканей рыбы от ее вида.

Вкусовые качества копченой колбасы определяются исходным составом колбасной смеси, технологическими режимами обработки, особенно копчения.

В процессе копчения колбасная смесь не только насыщается коптильными компонентами для улучшения вкусовых качеств, но и формируется структура из разрозненных составляющих в виде монолита.

В последние годы вылов традиционных видов рыб (судака, леща, щуки, трески, лососевых, осетровых) сократился, появились новые объекты промысла, считающиеся по некоторым показателям сырьем с пониженной товарной ценностью (ставрида, путассу, хек, минтай и др.). Они малопригодны для копчения, вяления, приготовления столовых блюд, однако имеют в своем составе все биологически активные вещества, незаменимые аминокислоты и жирные кислоты.

Исследования показали, что из таких видов рыб целесообразно выпускать колбасные копченые изделия, добываясь путем введения пищевых, ароматических и других добавок характерных вкусовых качеств, а также гигиеничности и стойкости продуктов при хранении.

К преимуществам производства рыбных копченых колбас относятся:

- возможность использования многих промысловых видов рыб;
- возможность изменения вкуса и пищевой ценности в результате использования смеси нескольких видов рыб и разного соотношения сырья, вкусовых добавок и специй;

- высокая биологическая ценность, так как изделия богаты белками, жирами, минеральными веществами;

- относительно высокие гигиеничность и стойкость при хранении за счет применения антисептиков и герметичных оболочек;

- возможность производства в любое время года.

В копченых рыбных колбасах по сравнению с рыбными и мясными изделиями содержится большое количество белковых веществ (30—35 %), жира (15—23 %), они имеют более длительный срок хранения (до 3 мес).

**Сырье и материалы для производства колбас.** Пищевое сырье: мороженая рыба или мороженые фарши, рыба-сырец, рыба охлажденная (ставрида, хек, путассу, минтай, акула, морской окунь, марлин и др.), некоторые нерыбные объекты (кальмар и его гонады, каракатицы и ее гонады и др.), жиры наземных животных (шпик, баранье сало и др.).

Пищевые материалы: вкусовые добавки, жиры, яйца, крахмал, молоко, пряности, чеснок, лук, коптильные препараты, пищевые красители, соль, фосфаты, вода, нитриты, майонез и др.

При выборе сырья следует отдавать предпочтение нежирным видам рыб, так как их мышечные ткани обладают высокой эластичностью. Однако для мышечных тканей некоторых видов нежирных рыб (треска, минтай) характерна низкая эластичность. Сырье после измельчения должно приобретать определенные структурно-механические свойства, т.е. липкость и адгезионность, придающие ему способность к формованию. В противном случае структура готовой колбасы не приобретает целостности, она будет рыхлой и разваливающейся на разрезе. Наилучшими

эластичностью, липкостью и адгезионностью обладают мышечные ткани молодой и отнерестившейся рыбы, а также свежей рыбы сразу после вылова. Целесообразно использовать следующее сырье: черный и голубой марлины, особый мороженный фарш из минтая, акулы, горбыля, ставриды, морского окуня. Эластичность этого сырья при хранении уменьшается незначительно.

В зависимости от способа тепловой обработки различают следующие виды рыбных колбас: мороженные, вареные, полукопченые, варено-копченые (в том числе замороженные), а также колбасы холодного копчения (сырокопченые) и горячего копчения (в том числе замороженные). Все виды колбас, за исключением мороженных и сырокопченых, подвергают первоначально кратковременной тепловой обработке — обжарке (паром, горячим воздухом или дымом при температуре 70—100 °С), затем варке (острым паром или горячей водой) при температуре 75—85 °С до кулинарной готовности.

Полукопченые и варено-копченые колбасы после обжарки еще коптят при температуре дыма 18—50 °С, причем продолжительность обработки дымом варено-копченых колбас выше, чем полукопченых. Колбасные изделия горячего копчения обрабатывают по температурным режимам рыбы горячего копчения. Сырокопченые колбасы коптят при низкой температуре (18—22 °С) во избежание денатурации белков и достаточно продолжительное время (до 2 сут). Мороженные колбасы (температура внутри батона не выше -18 °С) являются полуфабрикатом для любых видов колбас. Последовательность операций, а также их режимы в каждом конкретном случае индивидуальны.

**Колбаса рыбная полукопченая.** Технологическая схема производства колбасы рыбной полукопченной по одному из вариантов (из мороженной рыбы) приведена на рис. 12.

Колбасу рыбную полукопченую можно изготавливать на основе фарша путассу, ставриды, хека, минтая, желателно добавление гонад кальмара. Возможно применение других видов рыб с высокой эластичностью и липкостью мышечных тканей.

Из пищевых материалов используют шпик, поваренную соль сорта «Экстра», нитрит натрия, пищевую кровь, сахар-песок, лимонную кислоту, воду, лед мелкодробленый, чеснок, сухое молоко, сахар, яичный порошок или яйца, крахмал, майонез, перец черный и душистый, коптильный препарат и др.

В качестве оболочек для колбас применяют черевы говьяжь или искусственные белковые колбасные (белкозин) и др.

Мороженую рыбу размораживают в воде температурой не выше 20 °С или на воздухе до тех пор, пока тело не станет гибким. Размороженную рыбу разделяют на потрошеную обезглавленную или филе, у путассу необходимо удалить и тешу прямым срезом. Разделанную рыбу тщательно промывают, удаляя стуски



Рис. 12. Технологическая схема производства колбасы рыбной полукопченой

крови и остатки черной пленки, и помещают в перфорированные емкости для стекания излишней влаги, после чего немедленно направляют на изготовление фарша. Гонады кальмаров в мороженом виде измельчают на машине или вручную на кусочки размером 6 мм.

Разделанную вымытую рыбу подвергают измельчению, пропуская через машины «Фарш-2», «Фарш-4» или неопресс. Диаметр отверстий на решетке фаршмашины должен быть 5–6 мм.

Измельченное рыбное сырье (фарш) может быть сразу направлено на изготовление колбасного фарша по рецептуре или подвергнуто тонкому измельчению. В этом случае консистенция готового продукта будет плотнее, а вкусовые качества — выше. Предварительно измельченное сырье промывают в холодной воде для удаления водорастворимых экстрактивных веществ, вызывающих рыбный запах и быструю порчу готового продукта. Для этого фарш в ванне или баке заливают холодной питьевой водой температурой не выше 10 °С при соотношении фарша к воде 1 : 3. Смесь непрерывно перемешивают в течение 3–5 мин, после чего отбрасывают на сито, где выдерживают для отделения излишней влаги 20–30 мин.

Промытый фарш тонко измельчают на волчке с отверстиями решетки диаметром 2–3 мм, затем его немедленно охлаждают в морозильной камере при температуре от 0 до –1 °С или внесением мелкодробленого льда согласно рецептуре.

Шпик может быть использован в свежем состоянии с предварительным измельчением и охлаждением или соленый с содержанием соли

около 13 % и выдержкой брусков 5—6 сут при температуре от 0 до -4 °С. Перед использованием его очищают от соли, удаляют шкуру, измельчают на волчке с отверстиями решетки диаметром 3—5 мм, после чего замораживают в морозильной камере в течение 5—10 ч.

Кровь используют мороженую или консервированную триполифосфатом натрия. Мороженую кровь предварительно дефростируют, а в консервированную добавляют 3 % поваренной соли. За 1—5 мин до внесения крови в колбасную смесь при тщательном перемешивании в нее вводят смесь аскорбиновой и лимонной кислот согласно рецептуре.

Измельченный рыбный фарш при температуре не выше 4 °С смешивают с компонентами по рецептуре, составление колбасной смеси идет в куттере путем внесения в него компонентов в строго регламентированной последовательности. Например, порядок внесения компонентов при изготовлении полукопченой рыбной колбасы «Морская» следующий: рыбный фарш, поваренная соль, пряности, сахар, измельченный чеснок, сухое молоко, крахмал, стабилизированная кровь, 1%-ный раствор нитрита натрия, питьевая вода, шпик. Температура приготовленной колбасной смеси должна быть не выше 8 °С. После внесения каждого компонента фарш перемешивают 1—2 мин.

Рецептуры отечественных полукопченых рыбных колбас «Новинка» и «Балтийская» приведены в табл. 7.

#### 7. Рецептуры полукопченых колбас, кг на 100 кг готовой продукции

Компонент	«Новинка»	«Балтийская»
Фарш рыбный мороженый	118,5	—
Мышечные ткани рыбы	—	55,9
Свиной шпик	22,1	27,9
В том числе свиные шкурки	5	—
Говядина, свинина	—	55,9
Перец:		
черный	0,132	0,121
душистый	0,112	0,102
Орех мускатный	0,213	0,040
Чеснок сушеный	0,202	0,202
Фосфат	0,720	0,500
Соль поваренная	2	2
Нитрит натрия	—	0,013

Колбасную смесь загружают в шприц, на цевку его надевают оболочку, после чего медленно и аккуратно шприцуют фарш в оболочку. Фарш в оболочке должен быть плотным, без пустот. Воздух, попавший с колбасной смесью, удаляют проколом оболочки. Батоны должны быть прямыми, или изогнутыми длиной 50 см, или в виде колец с внутренним диаметром 10—15 см. Батоны перевязывают с двух сторон шпагатом или льняными нитками.

Подготовленные батоны навешивают на крючки, рейки или шомпола с интервалом 8—10 см и направляют на осадку — выдержку для уплотнения фарша в течение 2—20 ч в зависимости от рецептуры. Осадка происходит при температуре воздуха от 0 до 8 °С.

После осадки батоны подвергают термической обработке, состоящей из обжарки, варки и копчения. После каждой операции продукт охлаждают.

Обжарку колбас проводят горячим воздухом при температуре от 60 до 90 °С. В некоторых ТИ эта операция названа подсушкой. Ее назначение такое же, как при копчении рыбы. Она длится 0,5—3 ч в зависимости от диаметра батона. Затем батоны охлаждают холодным воздухом, подаваемым в камеры, в течение 40—50 мин.

Варку колбас выполняют водяным паром, горячей водой температурой от 77 до 100 °С в специальных паровых камерах или котлах. Назначение варки — доведение продукции до кулинарной готовности. Соотношение колбасы и воды при варке в воде должно быть 1 : 3. Продолжительность варки обуславливается конструкцией оборудования, видом теплоносителя и составляет от 30 мин до 1,5 ч. Температура в толще колбасного батона по окончании варки должна быть не менее 75—80 °С. Вареную колбасу охлаждают до температуры на поверхности 70 °С.

Вареную колбасу навешивают на прутки, шомпола, рейки для копчения, которые размещают в коптильных камерах. Копчение проводят дымом при температуре 35—45 °С в течение первых 6 ч. Далее копчение проводят при температуре дыма 18—20 °С в течение 6—7 ч. Назначение копчения — придание колбасе специфических свойств копченого продукта.

После копчения колбасу необходимо выдержать в подвешенном состоянии в течение 3 сут при температуре 10—12 °С для созревания. За это время консистенция в колбасных батонах уплотняется, разрозненные компоненты срастаются в монолит, а колбаса приобретает специфические свойства копчености, характерные цвет, вкус и запах.

**Колбаски рыбные горячего копчения «Курортные».** Технологическая схема приготовления колбасок аналогична описанной выше (См. «Колбаса рыбная полукопченая»), за исключением режимов обработки. При этом фарш рыбный готовят однократным измельчением на волчке с крупной решеткой (диаметр отверстий 5—6 мм) и его не промывают, а сразу смешивают с компонентами по рецептуре. В качестве оболочки лучше использовать натуральные бараньи или козьи черевы или искусственные целлюлозные оболочки (вискозные, целлофановые) диаметром 14—27 мм.

Рецептура смеси колбасок «Курортные» отличается от рецептуры полукопченой колбасы большим разнообразием компонентов,

которые вносят в куттер в определенной последовательности: фарш, поваренная соль, отварной рис, лед, яйца, сухое молоко, крахмал, стабилизированная кровь, нитрит натрия, майонез, перец черный и душистый, сахар-песок, чеснок, шпик.

При наполнении оболочек колбаски перекручивают через каждые 8—12 см автоматически или вручную, а при использовании искусственных оболочек перевязывают шпагатом.

Термическую обработку колбасок проводят в коптильной камере в таком порядке: подсушка теплым воздухом при 50—60 °С в течение 15—20 мин; варка горячим дымом при 100—115 °С в течение 20—30 мин; копчение густым дымом при 85—90 °С в течение 40—60 мин. Эти операции целесообразно выполнять в универсальных термокамерах небольшой вместимости с встроенным или автономным дымогенератором и контролем температуры в центре колбаски (в конце обработки она должна быть не менее 75 °С).

Копченые колбаски необходимо охладить до температуры не выше 20 °С. Далее их можно замораживать в морозильных аппаратах до температуры -18 °С. Колбаски фасуют в мелкую полимерную тару или пачки из картона, или в крупную (ящики, коробки) — до 10 кг. Срок хранения готового продукта не более 48 ч (температура 2—6 °С), 72 ч (температура от 2 до -2 °С), 30 сут (температура не выше -18 °С).

При горячем копчении колбасок жир из кусков шпика вытапливается, его капельки перемещаются по направлению к оболочке, образуя под ней тонкий жировой слой, препятствующий их высыханию.

Готовые колбаски имеют цвет от светло- до красно-коричневого, сочную от упругой до плотной консистенцию, приятные аромат и вкус копчености. Фарш на разрезе должен быть однородным по структуре, без пустот, с вкраплением пряностей.

*Рецептура колбасок горячего копчения «Курортные»,  
кг на 100 кг готовой продукции*

Фарш ставриды, хека или путассу	58
Шпик свиной в виде фарша	15
Молоко сухое	1,6
Крахмал картофельный	2,4
Яйца	1,6
Соль	1
Сахар-песок	0,6
Чеснок свежий измельченный	0,3
Перец черный молотый и душистый	0,1
Майонез	4
Нитрит натрия	0,008
Кровь стабилизированная	3,3
Лед	13

## **КОПЧЕНЫЙ ПОЛУФАБРИКАТ ДЛЯ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ И ПРЕСЕРВОВ**

Копчение применяют для улучшения вкусо-ароматических свойств рыбных консервов и пресервов. При производстве из многих видов рыб консервов типа «Рыба копченая в масле», в том числе и «Шпроты в масле», готовят рыбный полуфабрикат горячего копчения. Специалистами АтлантНИРО разработана технология консервов «Рыба копчено-бланшированная в масле» из ставриды, скумбрии, сардинеллы и салаки. При производстве рыбных консервов и пресервов в ароматизированном масле копченые свойства продукт приобретает благодаря маслу, ароматизированному копильным препаратом (ВНИРО, Вахтоль, МИНХ, Амафил) или путем непосредственного внесения препарата в банку. При выработке рыбных пресервов из копченой рыбы применяют только технологию холодного копчения полуфабриката для сохранения нативных качеств рыбного белка.

Копченый полуфабрикат в каждом конкретном случае вырабатывают с использованием своих технологических режимов в зависимости от вида продукции. Однако все режимы являются максимально мягкими — без консервирующего действия и изменения цвета. Копчение применяют только лишь для придания вкусо-ароматических свойств копченой рыбе. Из всех видов жидких заливок свойства копчености хорошо сочетаются только с растительным маслом, в котором растворяются многие органические компоненты дыма.

**Копченый полуфабрикат для консервов «Рыба копченая в масле».** Консервы данной группы вырабатывают в соответствии с ТИ по производству консервов в масле. В качестве сырья используют анчоус, камбалу, корюшку, минтай, путассу, салаку, сельдь и т. д. При выработке особого деликатесного вида консервов «Шпроты в масле» применяют кильку балтийскую, североморскую, черноморскую длиной не более 14 см.

Коптят рыбу в несоленом виде или предварительно посолив ее тузлучным посолом в солевом или уксусно-солевом растворе. Крупную и среднюю рыбу разделяют потрошением на тушку, пласт, филе, кусок; мелкую коптят в неразделанном виде. Рыбу обвязывают, накалывают через глаза, жабры или хвостовой стебель на расстоянии между рыбками 2—2,5 см. Перед копчением рыбу необходимо естественно или искусственно подсушить для удаления капельной влаги с поверхности. Процесс копчения включает подсушку, проварку и собственно копчение, зависит от вида рыбы, ее размера и жирности, конструкции печи.

Подсушку проводят при температуре воздуха 50—80 °С в течение 2—20 мин, проварку — горячим воздухом при температу-



ре 80—170 °С в течение 10—20 мин, а копчение — дымом температурой 70—110 °С в течение 30—90 мин. Потери рыбы в зависимости от вида при копчении и охлаждении составляют от 25 до 37 %.

Копченый полуфабрикат должен иметь золотистую, слегка морщинистую, плотно прилегающую к мякоти кожу, мышечные ткани должны быть сочными, плотными, но не сухими.

Последующая укладка копченой рыбы в банки №№ 3, 3А, 5, 6, 8, 16, 17 и т. д., а также заливка маслом, укупорование, стерилизация и хранение приводят к получению деликатесной консервированной продукции с копчеными свойствами практически из любой рыбы, отличающейся высокой стойкостью в хранении.

**Копченый полуфабрикат для консервов «Рыба копчено-бланшированная в масле».** Консервы данного типа изготавливают из океанической ставриды, атлантической скумбрии, сардинеллы, салаки.

Операции, предназначенные для придания пикантных свойств копчености готовой продукции, осуществляют в следующем порядке: подсушка, копчение, разделка, мойка (неразделанной рыбы), порционирование (крупной рыбы), фасование, бланширование (паром).

Сочетание операций холодного копчения и обработки паром позволяет достичь полной проварки рыбы перед ее фасованием в банки, удалить излишнюю влагу, чтобы не было отстоя в масле воды, при этом формируются пикантные свойства копчености, значительно повышающие гастрономическое качество консервов.

Подсушку проводят при 30—55 °С до прекращения образования стекающих капель воды. Копчение осуществляют густым дымом в течение 1—3 ч при 30—40 °С. Специалистами ОПТО «Техрыбпром» для приготовления данного полуфабриката холодного копчения была разработана специальная линейно-щелевая конвейерная печь, позволяющая коптить рыбу в слое в автоматизированном режиме. Эта печь включена в состав линии по производству консервов из копчено-бланшированной рыбы в масле.

Рыбу разделяют с удалением чешуи, жучек, плавников, головы, внутренностей и хвостового плавника, моют, порционируют, фасуют в цилиндрические банки и бланшируют острым паром в течение 8—15 мин в банках, установленных вверх дном. Последующие операции проводят в соответствии с ТИ по производству консервов в масле.

В готовой продукции в соответствии с требованиями ТУ 15-829—87 цвет поверхности рыбы имеет светло-желтый или коричневатый оттенок, запах — приятный, с примесью запаха дыма, а во вкусе присутствуют наряду со свойственными данному виду консервов привкусы копчености.

Такие консервы хранят при температуре от 0 до 20 °С и влажности около 75 % не более двух лет с даты изготовления.

**Копченый полуфабрикат для пресервов из разделанной копченой рыбы с добавлением масла.** Улучшить гастрономические свойства пресервов из малоприспособленных для производства деликатесной соленой продукции рыб (берикс, макрурус, ставрида) можно путем изготовления из них пресервов в виде филе-ломтиков или филе-кусочков из копченого или подкопченного холодным способом соленого или малосоленого полуфабриката с добавлением масла и ферментного препарата «Океан».

Отличительная особенность данной технологии, разработанной специалистами АтлантНИРО, — подкапчивание при мягких режимах предварительно разделанной на филе (с кожей или без нее) и посоленной до массовой доли соли 4—5 % рыбы. Подсушенное филе коптят при температуре дыма 20—25 °С в течение 4—6 ч, после чего порционируют, фасуют, заливают маслом, закатывают в банки и хранят их не более 4 мес.

В зависимости от продолжительности копчения степень обезвоженности мышечных тканей рыбы может быть разной. Она в конечном итоге и влияет на степень солёности и консистенцию готовой продукции. Недостаточная для созревания протеолитическая активность тканевых ферментов данных видов рыбы, ослабленная подкопчением, компенсируется внесением в банку ферментного препарата «Океан».

Для выпуска данных пресервов ОПТО «Техрыбпром» разработал специальную механизированную линию, включающую аппарат подсушки и линейно-щелевую печь для копчения филе рыб при заданных режимах.

Созревание таких пресервов представляет собой сложный физико-биохимический процесс, включающий перераспределение компонентов жидкой и твердой фаз, действие соли и комплекса ферментов на рыбу.

Готовые пресервы (ТУ 15-03459—82, ТУ 15-1047—89) имеют приятный, свойственный им вкус, запах отличается легким ароматом копчености, а консистенция характеризуется нежностью и сочностью.

**Приготовление консервов и пресервов в ароматизированном масле.** Копчение позволяет значительно улучшить свойства продукции, однако его осуществление при производстве консервов и пресервов, особенно при выработке их в море, сопряжено с трудностями: требуются специальные установки, дымогенераторы, опилки и т. д.

Получить близкую по свойствам к копченой продукцию можно путем внесения в банки предварительно ароматизированных копильными препаратами заливок, в основном масла. Для этого применяют препараты ВНИРО, МИНХ, Вахтоль, Амафил, СКВА-МА и др.

Ароматизацию проводят предварительным настаиванием масла и препарата в спокойном режиме при массовом соотношении 2:1 в течение 20—72 ч, после чего ароматизированное масло сливают. Разработанный в Калининградском техническом институте рыбной промышленности и хозяйства ускоренный режим ароматизации заключается в интенсивном перемешивании полуочной смеси в течение 15—20 мин в специальных котлах, где температура смеси доведена до 33—38 °С, а после отстаивания или центрифугирования ароматизированное масло сливают. Для максимального ускорения ароматизации масла (до 2—3 мин) можно применять ультразвуковое воздействие на смесь.

В результате ускоренной ароматизации жирорастворимые фракции препарата быстро проникают в масло, оно приобретает яркий золотистый цвет, аромат копчености и передает эти качества пресервам или консервам. Но такие способы ароматизации сопряжены с применением специального оборудования. Значительного упрощения процесса можно достичь путем внесения коптильного препарата внутрь банки в чистом виде или в виде солевого раствора в количестве 2—6 % к массе рыбы. В этом случае незначительно увеличивается количество отстоя в банке, однако ароматизированные свойства продукции практически не отличаются от пресервов, выработанных с предварительной ароматизацией масла.

Упомянутые технологические приемы не позволяют получить продукт со свойствами копченой рыбы, но зато при существенно упрощенном процессе и экономии препарата дают возможность выработывать консервы и пресервы с деликатесными свойствами.

В соответствии с ТИ 312—88 по производству рыбных пресервов «Филе-кусочки соленые из океанических рыб в масле или заливке» состав ароматизированного масла и заливок на 1000 условных банок следующий (кг): солевой раствор (8%-ный) — 2, коптильный препарат МИНХ (ТУ 81-05-122—82) — 3,98, масло растительное — 57,9. Норма закладки в 1 условную банку 297,5 г рыбы и 52,5 г ароматизированного масла.

Разработанная в АтлантНИРО совместно с КТИРПХ технология малосоленых пресервов из разделанной рыбы в масле с добавлением коптильных препаратов (пресервы «Дымок») предусматривает применение препаратов ВНИРО (ТУ 15-1046—89) и Амафил (ТУ 15-1048—89) в качестве ароматизаторов. Нормируемые способы ароматизации при этом — предварительное настаивание масла и препарата, в том числе и в ускоренном варианте, и непосредственное внесение препарата в банку (в составе рецептуры пресервов). Показатели качества таких пресервов регламентируются ТУ 15-0317.004—91.

## 7. Технология копченых мясных продуктов

---

Около 80 % всего мясного сырья, поступающего в цехи по производству копченостей, составляют говядина и свинина. Отличительная особенность мясного сырья — высокое содержание в нем соединительной ткани (до 15 %). Общее содержание жира в мясе может колебаться от 1 до 50 %. Мясо теплокровных животных является важным источником витаминов группы В, РР. Минеральные вещества мяса (Р, Fe, Zn) находятся в легкоусвояемой форме. По активности тканевых ферментов мясное сырье значительно уступает рыбному.

Способы тепловой обработки мясных продуктов подразделяют на промышленные (стерилизованные консервы, копчености, мясные колбасы) и кулинарные (варка, жарение, тушение, запекание).

Копчение среди промышленных способов обработки занимает особое место, позволяя получить стойкую в хранении продукцию (сырокопчености), отличающуюся высокими вкусовыми качествами и усвояемостью (копчено-вареные изделия). Производство копченых мясных колбас в нашей стране является одной из самых популярных технологий переработки свиных и говяжьих туш.

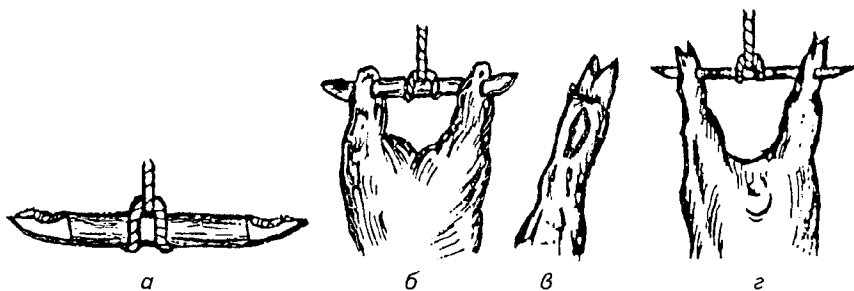
Свиные туши предварительно разрубают на лопаточную, среднюю и заднюю (окорочную) части. Из полутуши говядины для производства копченостей пригодны все части, которые разрубают пополам, а затем задние и передние четвертины разделяют по специальной схеме.

### РАЗДЕЛКА МЯСНЫХ ТУШ

Обработку свиных туш перед копчением целесообразнее выполнять, подвешивая за задние ноги при помощи разножки (рис. 13). Разножку делают из круглой жерди, лучше из дерева твердых пород, в соответствии с формой, указанной на рисунке. Подвешенную тушу нутруют, обескровливают, промывают и разрубают на две части вдоль по позвонкам. Небольшой участок шейной части не разделяют, так как полутуши могут соскочить с разножки.

На посол и копчение лучше направлять менее упитанные свиные полутуши. Их разделяют по схеме, приведенной на рис. 14. Непрерывной линией показан разруб (распил) на отдельные части, пунктирными линиями — отделение мяса от кости ножом.

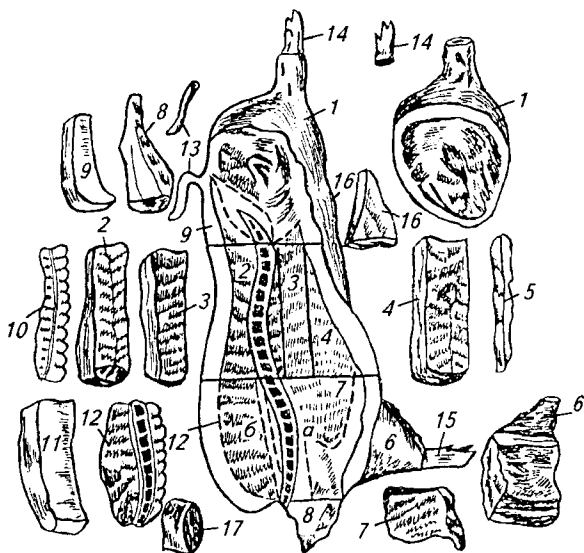
Вначале каждую полутушу разрубают поперек на три крупные части: переднюю, среднюю и заднюю.



**Рис. 13. Подвешивание туши при помощи разножек:**

*a* — форма разножки; *б* — подвешивание туши без шкуры через прорезанные в голени отверстия; *в* — разрез для подвешивания туши; *з* — подвешенная за ноги туша со шкурой

При разделке передней части вначале отрубают по суставу передние ноги *15*, затем отделяют ребра *7*, надрубая их перед этим в месте, указанном пунктиром *a*. Вслед за этим отделяют шейку с позвонками *12*, шпик *11* по пунктирной линии *б* и, наконец, шевчину *8*. С куса шпика *11* снимают прирезь мяса *17* с оставшей-



**Рис. 14. Схема разделки свиной полутуши для посола и копчения:**

*1* — задний окорок; *2* — корейка; *3*, *4* — грудинка; *5* — сосковая часть; *6* — лопатка; *7* — ребра; *8* — шевчина; *9*, *11* — шпик; *10* — позвонки; *12* — шейка; *13* — хвост; *14*, *15* — ноги; *16* — пашина; *17* — прирезь мяса с остатком лопаточной кости и хрящом; *a* — места надрубов при отделении ребер; *б* — линии отделения шейки с позвонками и шпика

ся частью лопаточной кости и хрящом. В результате получают лопатку 6.

Среднюю часть разрубают на корейку 2 и грудинку 3 и 4. Далее от корейки отделяют позвонки 10, а от грудинки 4 — сосковую часть 5.

При разделке задней части вначале отрубают ногу, затем отрезают хвост 13 и с тазовой кости отсекают хвостовые позвонки вместе с прирезами мяса 8. Окорок 1 округляют ножом (как указано пунктиром), отделяя при этом пашину 16 и шпик 9.

На копчение идут задний окорок 1, корейка 2, грудинка 3 и 4, лопатка 6, на посол — куски шпика 9 и 11. На получение смальца можно использовать пашину 16 и сосковую часть 5. Для приготовления рагу и других кулинарных изделий идут ребра 7, позвонки 10, шековина 8 и шейка 12; для студня — хвост 13 и ноги 14 и 15.

На рис. 15 показана схема разделки говяжьей полутуши.

Вначале полутушу разрубают пополам (по линии *a*), получая заднюю и переднюю части (четвертины).

Заднюю четвертину разделяют следующим образом: от четвертины отделяют пашину 1, филейную часть 2, оковалок с щупом 3, отрубают голяшку 4 и разделяют оставшийся отруб на подбедерок 5, огузок 6 и кострец 7. Из филейной части с внутренней стороны отделяют вырезку 8, прилегающую к позвоночнику (на рисунке обозначена пунктирной линией).

При разделке передней четвертины отрубают шейную часть 9, рульку с голяшкой 10, отделяют ножом лопатку 11. Оставшуюся часть разрубают поперек ребер (по линии *b*). Грудную часть делят на два отруба: грудинку 12 и чельшко 13. Оставшуюся часть также разрубают на два отруба: толстый и тонкий края 14 и подплечный край 15.

Все части говяжьей туши, получаемые по вышеприведенной схеме разделки, могут быть использованы для приготовления соленых и копченых продуктов.

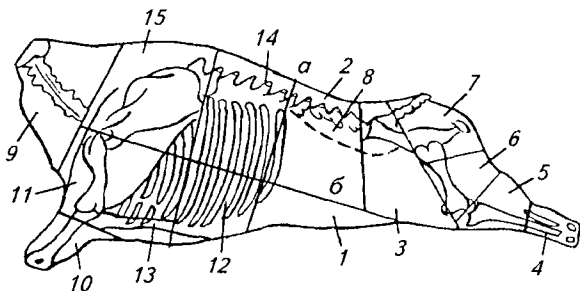


Рис. 15. Схема разделки говяжьей полутуши:

1 — пашина; 2 — филейная часть; 3 — оковалок с щупом; 4 — голяшка; 5 — подбедерок; 6 — огузок; 7 — кострец; 8 — вырезка; 9 — шейная часть; 10 — голяшка; 11 — лопатка; 12 — грудинка; 13 — чельшко; 14 — спинная часть; 15 — плечевая часть

## ПОСОЛ МЯСА

Существуют три вида посола: сухой — натирание мяса посолочной смесью, мокрый — погружение продукта в рассол или шприцевание им и смешанный — натирание мяса посолочной смесью, выдерживание в таком виде некоторое время и последующая заливка рассолом.

Независимо от вида посола важно следить за тем, чтобы мясо равномерно просолилось. Для этого необходимо правильно надрубить кости, на костях тщательно обработать «карманы» (надрезы в мышечной ткани мяса) посолочной смесью, периодически перекладывать отдельные куски мяса в процессе посола (верхние — вниз, нижние — вверх), правильно укладывать изделия со шкуркой в посолочной таре (шкуркой вниз) и т. п.

В состав посолочной смеси входят поваренная соль, нитрит натрия, сахар, а также различные пряности — лавровый лист, перец душистый, гвоздика и т. д. Для посола применяют пищевую столовую соль, нельзя применять соль, загрязненную посторонними примесями.

Помол соли имеет значение только при сухом посоле, для которого больше всего пригодна соль среднего помола (№ 2). Слишком крупную соль трудно равномерно распределить и втереть в продукт, очень мелкая соль вызывает образование корочки, что способствует неравномерному просаливанию и вызывает порчу продукта.

Рассол можно готовить из пищевой соли любого помола. Нитрит натрия применяют с целью придания мясу и мясопродуктам розоватого или красноватого цвета и усиления консервирующего действия соли. Нитрит натрия должен быть химически чистым и сухим.

Посолочную смесь готовят по нормам, указанным в рецептурах. Избыток соли ухудшает вкус и консистенцию продукта; вреден и избыток нитрита натрия. При недостатке соли продукт может испортиться, а недостаток нитрита натрия может вызвать неяркий неприглядный цвет готовой продукции. Нитрит натрия практически не влияет на вкусовые качества посоленного мяса. Нитрит натрия используют строго дозированно в соответствии с рецептурой: для вареных колбас — 0,5 г на 10 кг, для полукопченых и варено-копченых колбас — 0,7 г на 10 кг, для копченостей — 0,8 г на 10 кг мяса.

Для приготовления рассола во всех случаях используют только воду, отвечающую по требованиям питьевой. Готовый солевой рассол фильтруют и охлаждают, а сам процесс посола проводят при температуре, не превышающей 4 °С, в бочках, чанах и ящиках.

Лучшая тара для посола мяса — дубовые и буковые бочки. Вполне пригодны и хорошо изготовленные осиновые бочки, а также бочки из платана и граба. Основные требования к бочкам — прочность, чистота и водонепроницаемость. Предварительно бочки тщательно моют горячей водой и пропаривают острым паром.

**Посол свинины при производстве копченостей.** В промышленных условиях посол осуществляют при температуре 2—4 °С в основном мокрым и смешанным способами с предварительным шприцеванием или без него.

Окорочка шприцуют через кровеносную систему или в мышечную ткань полрой иглой с отверстием по специальной схеме. Операцию шприцевания осуществляют на циферблатных весах с дозирующим устройством. Для шприцевания применяют шприцы различных конструкций, в том числе многоигольчатые, в составе специальных установок и линий. Прошприцованное сырье подвергают мокрому посолу в емкостях (чанах).

При посоле измельченного мяса (20—30 мм) накопление рассола и равномерное распределение посолочных веществ в нем могут происходить при механическом воздействии и без предварительного шприцевания. Наиболее распространены такие методы механической обработки, как тумблирование (обработка сырья во вращающихся емкостях с лопастями), массажирование (перемешивание в массажерах или лопастных мешалках), вибрация (часто в условиях вакуума), электромассажирование.

Сухой посол применяют при производстве таких продуктов, как свинина прессованная, карбонад, буженина, а также других продуктов на мелких предприятиях и в домашних условиях.

Посолочную смесь готовят из соли, сахара и нитрита натрия. В табл. 8 приведены условия посола для разных типов окороков.

#### 8. Способы и параметры посола окороков

Способ посола и параметр	Окорок сибирский копченый	Окорочка тамбовский и воронежский копченые	Окорочка тамбовский копчено-вареный и вареный
Шприцевание:			
плотность рассола, г/см <sup>3</sup>	1,151	1,51	1,118
массовая доля, % массы рассола сахара	3	1	1
нитрата натрия	0,5	0,5—0,8	0,8
нитрита натрия	0,03	0,03	0,03
массовая доля рассола, % массы сырья	5—6	6—8	8—12
Натирание — массовая доля посолочной смеси, % массы сырья	4	4	3
Сухой посол — продолжительность, сут	5	3	1



Способ посола и параметр	Окорок сибирский копченый	Окорочка тамбовский и воронежский копченые	Окорочек тамбовский копчено-вареный и вареный
Мокрый посол:			
плотность рассола, г/см <sup>3</sup>	1,118	1,118	1,087
массовая доля нитрата натрия, % массы рассола	0,5	0,5	0,5
продолжительность, сут	20—25	15—20	4—5
Выдержка в штабелях (после пересыпания небольшим количеством соли), сут	10	5	—

Иногда при посоле окороков для придания им специфического аромата в посолочную смесь добавляют чеснок, перец душистый, корицу, гвоздику.

Окорочка, лопатки, корейки и грудинки тщательно натирают со всех сторон посолочной смесью.

На дно емкости насыпают тонкий слой посолочной смеси и укладывают натертые продукты обязательно шкуркой вниз; если шкурка удалена, подготовленный продукт все равно укладывают в том же положении. Укладку необходимо выполнять как можно плотнее, соблюдая горизонтальное положение частей и кусков.

Большой кусок можно разрезать на 2—3 части, чтобы плотнее уложить продукт.

Лучшее сырье для посола — окорочка нежирной свинины, предварительно выдержанные 1—2 сут при температуре около 0 °С.

При разделке окорока удаляют ноги, хвостовые позвонки и придают ему правильную форму. В ноге окорока между большой и малой берцовыми костями (рис. 16) делают разрез, внутрь которого набивают как можно глубже посолочную смесь (примерно  $\frac{1}{4}$  стакана), чтобы соль быстрее проникла к суставу и в толщу мышц. Если этого не сделать, окорока могут портиться при посоле. Чтобы получить менее жирный окорок, с внутренней части надо срезать шпик.

Для посола окороков предпочтительны широкие емкости, чтобы части, предназначенные для посола, можно было разложить в горизонтальном положении.

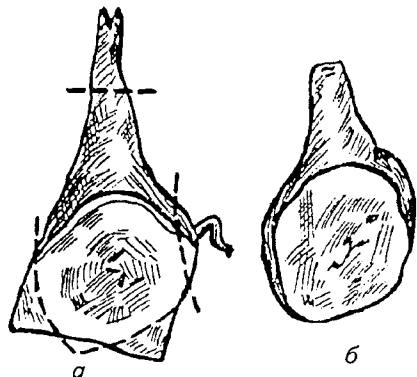


Рис. 16. Подготовка окорока к посолу:

*а* — задняя нога до отделения от нее окорока, пунктиром показаны линии отделения; *б* — готовый окорок после зачистки с разрезом в ноге

При укладке частей мяса в емкость необходимо руководствоваться следующими правилами. Окорочка присыпают сверху посолочной смесью слоем примерно 1 см, далее укладывают следующие куски, также посыпанные посолочной смесью.

После укладки емкость покрывают и обвязывают тканью типа марли для предохранения от загрязнений и устанавливают в помещение с температурой 2—4 °С для выдержки в течение двух недель.

Посол свинины можно осуществлять и на морозе. Просаливание продуктов в этом случае замедляется, но качество их улучшается.

Через 15, а при посоле очень крупных частей через 20 сут в емкости вливают охлажденный рассол, приготовленный из питьевой воды, поваренной соли, нитрита натрия и сахара.

Перед заливкой рассола посоленные продукты накрывают деревянным кругом, поверх которого кладут груз. Если вместо сплошного круга используют дощечки, то рассол заливают ближе к краю бочки, чтобы не смыть с поверхности кусков соль. После заливки рассола бочки повязывают сверху марлей.

Толстые части — окорочка и лопатки — обычно становятся достаточно просоленными после заливки рассола через 15 сут (от крупных туш — через 20 сут). Таким образом, на весь посол окорочков требуется около 30—40 сут. Более тонкие куски (корейка, грудинка) бывают готовы через 5—6 сут после заливки рассолом (или через 20—26 сут с начала посола).

Если обнаружилась значительная течь рассола из бочки, то продукты перекалывают в новую крепкую тару в том порядке, который был указан выше. При перекалке стараются, чтобы соль не осыпалась с поверхности кусков. Продукты заливают старым рассолом, а при его недостатке добавляют свежий.

**Посол шпика.** Шпик готовят сухим посолом.

Объем ящика для укладки кусков шпика подбирают с учетом массы сырья. Ящик выстилают бумагой (пергаментом, крафт-бумагой). Выстирать можно либо двумя большими листами бумаги, либо четырьмя маленькими, по размеру стенок ящика, обращая внимание на то, чтобы часть бумаги оставалась для покрытия продукта сверху со всех сторон.

Куски шпика лучше всего нарезать в соответствии с размерами ящика, примерно на 1,5—2 см меньше его длины или ширины, чтобы образовавшиеся после укладки узкие щели между кусками шпика и стенками ящика можно было заполнить солью.

На бумагу, покрывающую дно ящика, рассыпают соль слоем около 0,5 см. Куски шпика натирают со всех сторон солью и укладывают в ящик в 3—4 ряда. Каждый ряд пересыпают солью слоем не меньше 0,5 см, заполняя ею зазоры между стенками ящика и рядами между кусками шпика (если таковые образовались).

После этого куски шпика закрывают сверху оставшейся свободной бумагой, поверх которой лучше поместить крышку ящика. Ящик устанавливают на подставки (бруски, поленья). Когда для посола используют хорошо остывший шпик, а температура в помещении не более 10 °С, его можно сохранять до года, используя куски шпика по мере надобности, в том числе и для копчения. Просаливание шпика и его готовность наступают примерно через 10 сут.

Если нет необходимости в быстром получении готового (просоленного) шпика, посол можно проводить и при более низкой температуре (-2...-5 °С). В этом случае качество соленого шпика будет выше, хотя просаливание происходит медленнее.

В летних условиях солить шпик сразу в ящиках не рекомендуется, так как он легко портится, приобретая зеленый оттенок в толще куска. Чтобы предупредить такую порчу, шпик необходимо по возможности охладить (подержать около суток в подвале, погребе или, по крайней мере, в прохладное время суток — ночью около 12 ч).

После предварительного охлаждения куски шпика натирают, как было указано выше, и укладывают в один ряд, обильно пересыпая их солью. В таком виде шпик в зависимости от толщины выдерживают от одной (куски толщиной 3 см) до двух (куски толщиной 7—8 см) недель.

Чтобы проверить, достаточно ли шпик просолился (соль проникла в толщу кусков), можно для пробы отрезать кусочек.

Убедившись в готовности шпика (обычно для этого требуется дней 10—14), куски укладывают для хранения в ящики в том же порядке, как это указывалось ранее, или направляют на копчение.

При таком посоле расходуется примерно 1 кг соли на 10 кг шпика.

**Подготовка соленых мясных полуфабрикатов к копчению.** При подготовке продукта к копчению соленый полуфабрикат промывают водой. Крепко посоленные изделия (окорока и др.) замачивают в воде на 2—5 ч.

После этого соленые изделия подпетливают с помощью толстой иглы для навешивания их в коптильне либо в толстой части (например, ноге окорока) делают ножом узкую прорезь, через которую чистой стальной проволокой протаскивают шпагат (рис. 17). Подвязывать продукт лучше всего тонкой пеньковой веревкой или шпагатом, складывая последний в 5—6 раз при подвешивании более тяжелых изделий и в 2—3 раза — более легких. Нельзя использовать бумажный шпагат, а также тесемки, тряпочные лоскутки или проволоку. Последняя в процессе копчения постепенно прорезает подвешенный кусок, и он может упасть в огонь. Бумажный шпагат размокает, а тряпочные тесемки от искры могут перетлеть.

Для подпетливания корейки и грудинки шпагат продевают, захватывая ребрышко, а шпик подвешивают на двух петлях.

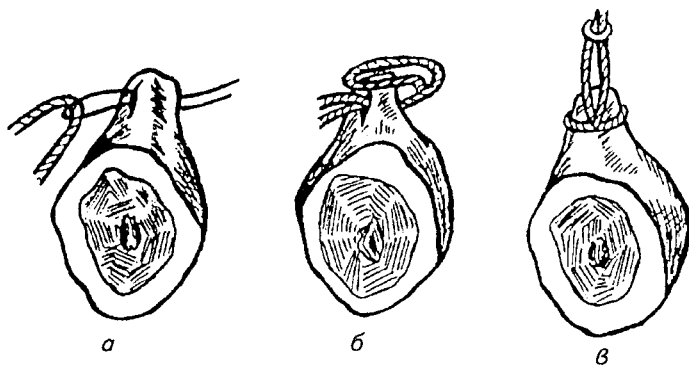


Рис. 17. Последовательность приемов при подпетливании окорока

Подпетленные изделия обязательно подсушивают в прохладном вентилируемом помещении для удаления поверхностной влаги в течение нескольких часов. В противном случае изделия с влажной поверхностью хуже окрашиваются и имеют горьковатый смолистый привкус.

## СЫРОКОПЧЕННЫЕ МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ

Сырокопчености (окорока и рулеты, корейки, грудинки, шпик, филей в оболочке, свиные ребра) готовят только холодным копчением. Кулинарная готовность в данном случае достигается за счет комплексного воздействия соли, обезвоживания, автолитического и микробного протеолиза, а также коптильных компонентов дыма, взаимодействующих друг с другом, с компонентами продукта и прочими составляющими.

Посоленные, промытые, подпетленные, подсушенные продукты подвешивают на палках в коптильню и начинают копчение.

Независимо от вида коптильни соблюдают следующие общие правила копчения.

Вначале коптят более густым дымом температурой 18—20 °С, постепенно уменьшая его плотность. Температура в начале копчения должна быть ниже, чем в конце (20—24 °С). Продолжительность копчения зависит от вида и размеров копченых продуктов и составляет 2—7 сут: чем меньше размеры и масса изделия, тем быстрее проходит процесс. Правильность дымообразования, а следовательно, и качество копчения зависят от правильности формирования очага.

Формирование очага в современных коптильных установках определяется типом дымогенератора и задаваемыми параметрами.

При использовании коптилен старого типа дрова укладывают на полу широким толстым слоем, а сверху их покрывают толстым слоем опилок, которые препятствуют разгоранию дров и образованию открытого пламени. С одной стороны кладки (или с обеих сторон сразу) разводят небольшой костер из стружек, мелких щепок, при помощи которого поджигают поленья.

При нормальном горении пламя почти бесцветно или имеет слабый красноватый оттенок, язычки пламени возникают лишь изредка. Такое медленное горение дает необходимое количество дыма в течение продолжительного времени.

Окорока и рулеты, выпускаемые в сырокопченом виде, коптят при 18—22 °С в течение 72 ч или при 30—35 °С в течение 12—48 ч. Сырокопченые корейки, грудинки и другие продукты из свинины коптят при 30—35 °С в течение 12—48 ч. У хорошо прокопченных продуктов поверхность сухая и равномерно окрашена в желто-коричневый цвет, они приятно пахнут. Признаки сырости, затхлости, посторонние оттенки запаха должны отсутствовать.

После копчения продукты следует выдержать в подвешенном виде в сухом помещении около 1 мес. За этот период они подсухнут и окончательно созреют, т. е. приобретут особо пикантные и деликатесные свойства. После созревания их можно будет употреблять в пищу.

**Копченый шпик.** Для копчения выбирают хребтовый и боковой шпик в тонкой части не менее 3 см, массой 1,6—3,2 кг. Предварительно его нарезают на пластины шириной 8—10 см и длиной 25—30 см и тщательно натирают солью со всех сторон, укладывая в штабеля, ящики или чаны, пересыпая каждый ряд солью. Расход поваренной соли для натирания и пересыпки 2,5 кг на 100 кг сырья. Шпик выдерживают в посоле 7—10 сут при 2—4 °С. Посоленный шпик освобождают от излишков соли, натирают свежим тонкоизмельченным чесноком (1 кг на 100 кг сырья). Пластины подпетливают и коптят при 18—22 °С в течение 14—16 ч, а затем охлаждают до достижения температуры в толще не выше 8 °С. Хранить его можно при температуре 0—8 °С до 30 сут, при -7...-9 °С до 90 сут.

**Филей в оболочке сырокопченый.** Для изготовления филея в оболочке используют свиные спинные и поясничные мышцы, которые сначала натирают посолочной смесью в количестве 3,6 % к массе сырья. Посолочная смесь состоит из 97 % соли и 3 % сахара. Выдержку в посоле осуществляют при температуре 2—4 °С в течение 2 сут под прессом. Затем продукт заливают рассолом в количестве 35—40 % к массе сырья, содержащим 0,5 % сахара, 12 % соли и 0,05 % нитрита натрия. В рассоле изделия выдерживают 5—7 сут, вне его — 24 ч. Затем филей вымачивают в воде температурой не более 20 °С в течение 1—1,5 ч. После стекания воды мясо зачищают от бахромок, вкладывают

в оболочку и перевязывают шпагатом, делая петлю для подвешивания.

Копчение проводят в коптильнях любого типа при температуре дыма 30—35 °С в течение 24—48 ч, после чего продукт охлаждают до температуры в толще не выше 12 °С и сушат при температуре 10—12 °С и относительной влажности воздуха 75 % в течение 10—15 сут.

**Свиные ребра сырокопченые.** В качестве сырья используют грудорберную часть с шейными и спинными позвонками. Свиные ребра укладывают в чаны, прессуют и заливают рассолом в количестве, превышающем массу сырья в 2 раза. Выдерживают в рассоле 1—2 сут при температуре 2—4 °С, а затем вне рассола 2—4 ч. Соленые ребра промывают водой температурой 20—25 °С, подпетливают и оставляют для стекания воды на 20—30 мин. После того как вода стечет, ребра коптят при 30—35 °С в течение 12—24 ч, охлаждают при 0—8 °С до достижения температуры в толще продукта 8 °С.

## КОПЧЕНО-ВАРЕННЫЕ МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ

Копчено-вареными называют мясные посоленные изделия, вначале выкопченные при температуре дыма 80—100 °С в течение 1 ч или при 30—50 °С в течение 2—6 ч, а затем сваренные в воде или обработанные острым паром или горячим воздухом температурой 80—82 °С в течение 2—3 ч. По данной технологии готовят окорока (ветчину), корейки, грудинки.

В процессе копчения поверхность окрашивается в золотисто-коричневый цвет, продукт приобретает аромат копчености, а также достигается кулинарная готовность изделия.

В начале копчения дрова должны гореть с небольшим количеством дыма. Затем густота дыма должна возрастать для насыщения продуктов компонентами дыма.

Очаг в коптильнях старого типа формируют следующим образом. Опилки располагают на дровах тонким слоем, что обеспечивает равномерное прогорание дров. Дрова укладывают в виде тоннеля. Если размеры коптильной камеры позволяют, то количество дров для сжигания увеличивают, продолжая тоннель в длину или располагая поленья рядом.

Горение дров регулируют заслонками, прикрывая их, если дрова начинают гореть слишком сильно, и наоборот. Точно так же задвижками на вытяжной трубе или дымоходе можно регулировать густоту дыма вблизи коптящихся продуктов. Необходимо следить за тем, чтобы с продуктов во время копчения не капал жир. Во избежание этого нужно быстро уменьшить огонь, засыпав очаг влажными опилками, либо удалить часть горящих углей.

При копчении в современных копильных установках необходимые параметры задают и контролируют с помощью микропроцессорного устройства.

Максимальная продолжительность копчения составляет 10—12 ч в зависимости от размеров продуктов. Готовность копченого изделия определяют по внешнему виду: поверхность должна быть хорошо подсушенной и иметь характерную золотистую красновато-коричневую окраску. Темно-коричневый цвет продукта получается при чрезмерно длительном копчении.

После копчения продукт подвергают тепловой обработке. Способы нагрева различны и зависят от условий производства: в воде, паром, горячим воздухом, в контакте или без контакта с греющей средой.

При тепловой обработке окорока в воде можно использовать большие емкости, куда окорок мог бы поместиться полностью вертикально — ногой вверх. Продукт закладывают в предварительно нагретую до кипения воду. В дальнейшем при варке необходимо поддерживать температуру воды 80—85 °С (при едва заметном вздрагивании поверхности воды).

Первые 30 мин окорок следует держать полностью погруженным в воду. Затем ногу приподнимают (иначе мясо у ноги переварится, будет отставать или даже отвалится). Приподнять окорок нужно при помощи петли, привязанной на ноге, или палочки, продетой через прорезь. Если приподнять продукт не представляется возможным, необходимо уменьшить объем воды в емкости.

При проведении процесса в современных термоагрегатах процесс тепловой обработки проводят либо в горячей паровой среде, либо горячим воздухом при строгом контроле температуры и продолжительности.

Длительность варки зависит от массы продукта: примерно на каждый килограмм массы требуется около 40—50 мин. Окорок массой 5 кг будет вариться 3,5—4 ч, а массой 10 кг — до 8 ч. Для улучшения вкуса и аромата при варке добавляют лук, лавровый лист и перец.

Готовым считают продукт температурой в самой глубокой части не менее 70—72 °С. Об этом узнают с помощью сигналов, поступающих от приборов (установлены на панели современных термоагрегатов и связаны с индикатором, помещенным в толще продукта) либо протыкая мясо в самом толстом месте поварской иглой или спицей насквозь. Держат иглу в таком положении 30 с, а затем быстро вынимают. Если середина иглы окажется такой же прогретой, как и ее края, продукт считается готовым.

## КОПЧЕНЫЕ МЯСНЫЕ КОЛБАСЫ

Мясоперерабатывающая промышленность выпускает свыше 200 наименований колбасных изделий. Это продукты на основе мясного фарша с солью, специями и добавками, в оболочке или без нее и подвергнутые тепловой обработке до готовности.

Колбасные изделия подразделяют по характеру механической обработки на фаршевые и крупнокусковые, в зависимости от сырья и способов обработки — на полукопченые, варено-копченые, сырокопченые.

Производство копченых мясных колбас отличается от рыбных в основном режимами технологических операций, обусловленных спецификой состава сырья и основных ингредиентов. Высокая термофильность белков мяса обуславливает более жесткие режимы производства мясных копченых колбас по сравнению с рыбными.

Обработку мяса при изготовлении колбасных изделий проводят следующим образом:

- подготовка сырья (размораживание, разделка, обвалка, жиловка, измельчение);

- посол мяса и выдержка его в холодном месте;

- измельчение мяса на волчке;

- подготовка оболочек, белковых препаратов, пряностей и чеснока;

- подготовка шпика (резка на кусочки с образованием «крошки»);

- составление колбасного фарша (на куттере, куттере-мешалке);

- наполнение оболочек или форм колбасным фаршем;

- обжарка;

- варка;

- копчение.

При разделке очень жирных животных (кроме свиней) мясо желательно как можно тщательнее отделить от жира, а также удалить грубые сухожилия и пленки, особенно такие, как плотная и жесткая становая (шейная) жила. От свиного мяса отделяют шпик и грубые сухожилия.

Технологическая схема приготовления копченых колбас из мороженого сырья свинины и говядины приведена на рис. 18.

Основным сырьем для производства копченых мясных колбас являются свинина, говядина и баранина, можно использовать и нетрадиционное — конину, оленину, мясо птицы и др.

Для выработки колбасных изделий используют сырье от здоровых животных без признаков микробиальной порчи и прогоркания жира, прошедшее ветеринарно-санитарную экспертизу.

Для изготовления вареных колбас применяют говядину и свинину в парном, остывшем, охлажденном и размороженном состоянии; при производстве других видов колбас — охлажденное и



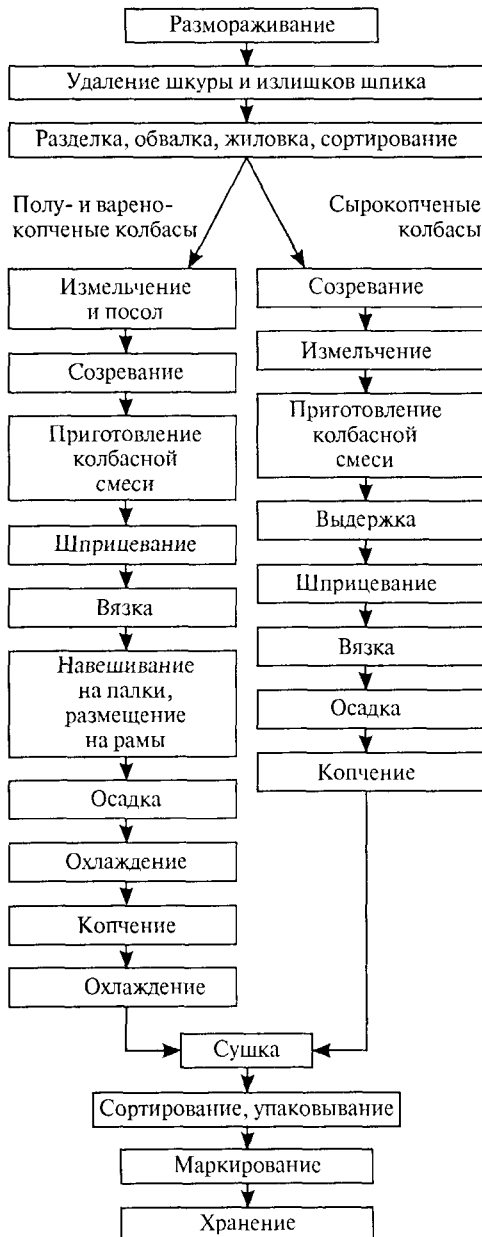


Рис. 18. Технологическая схема производства копченых мясных колбас

размороженное сырье. Для некоторых сортов колбас (детская, столовая) не допускается применение размороженного мяса.

Говядина должна быть 1- и 2-й категорий упитанности, в охлажденном или размороженном состоянии.

Свиные полутуши должны быть беконной, мясной и жирной упитанности. После размораживания на воздухе температура в толще мышц должна быть не ниже 1 °С. После удаления шкуры и излишков шпика они направляются на разделку и обвалку.

При разделке полутуши сначала распиливают на отдельные отрубы для облегчения последующей операции (отделение мяса от костей).

Говяжьих полутуши предварительно делят на семь частей, свиные полутуши — на три части.

Обвалку проводят на конвейере или стационарных столах дифференцированно, т. е. каждый рабочий специализируется на обвалке определенной части. Одновременно проводят жиловку — отделение соединительной ткани, кровеносных и лимфатических сосудов, мелких косточек, кровоподтеков. В процессе жиловки мясо разрезают на куски массой 400—500 г, иногда 1 кг, шпик, грудинку, шековину — на полосы. При этом выделяют жир-сырец.

Жилованную говядину сортируют на три сорта: высший (чистая мышечная ткань), I и II (соответственно не более 6 и 20 % соединительной ткани). Разборку по сортам свинины ведут в зависимости от содержания в ней жира на нежирную, полужирную и жирную (соответственно до 10, 30—50 и более 50 % межмышечного жира).

Технология посола мяса для производства колбас включает его предварительное измельчение на волчке, смешивание с посолочными веществами и выдержку в посоле. В зависимости от вида и сорта колбас мясо измельчают до разной степени: на куски массой до 400 г, до 16—25 мм (шрот) или 2—3 мм и до тонкоизмельченного (куттерованного) состояния. Мясо смешивают с посолочными веществами в мешалке или куттере. В зависимости от вида готовой продукции вводят для вареных колбас 2,5 % соли к массе мяса, для полукопченых и копченых 3—4 %, а также 0,005 % нитрита натрия в виде раствора, приготовляемого в лаборатории. Возможно применение сухой нитритной смеси. Мясо в посоле выдерживают для созревания при температуре 2—4 °С различное время в зависимости от размеров кусков измельченного мяса и вида колбас: от 6 до 24 ч для вареных, от 24 до 48 ч для полукопченых и варено-копченых и 5 сут для сырокопченых колбас.

Соленое мясо вторично измельчают до состояния эмульсии и подают на приготовление структурно-неоднородного фарша (со шпиком) в мешалках. Большое значение имеет порядок загрузки: вначале загружают созревшие говядину и нежирную свинину, затем, если нужно, добавляют холодную воду. Через 6—8 мин перемешивания вводят специи и нитрит натрия в виде раствора, если

он не был добавлен ранее. После этого загружают жирную свинину, а за 2—3 мин до окончания — шпик. При равномерном распределении составных частей фарш должен быть однородным и достаточно клейким.

Готовый фарш для полукопченых и копченых колбас загружают в вакуумный шприц для шприцевания его в искусственные, белковые и натуральные оболочки. Предварительно натуральные оболочки замачивают, промывают и проверяют на целостность и прочность.

Шприцевание копченых колбас в отличие от вареных осуществляют с наибольшей плотностью, так как объем батонов сильно уменьшается в результате последующей сушки. В процессе шприцевания в оболочки может попасть воздух. Для его удаления оболочки (натуральные) накалывают (штрикуют).

Наполненные оболочки вяжут вручную шпагатом, что способствует увеличению плотности батонов. По вязке различают вид и сорт колбас. Батоны или кольца после вязки навешивают на палки и размещают на рамах, которые перемещаются по подвесным путям. Батоны не должны соприкасаться друг с другом во избежание образования слипов (необжаренных и непроваренных мест).

Необходимой операцией перед термической обработкой является осадка колбас — выдержка их на рамах при температуре около 0 °С и влажности 85 %. При производстве полу- и варено-копченых колбас осадка длится соответственно 4—6 и 24—48 ч, сырокопченых — от 5 до 7 сут. При кратковременной осадке происходит некоторое уплотнение фарша, подсушивание оболочки, стабилизирование окраски. При длительной осадке, кроме того, протекают сложные ферментативные и микробные процессы, формирующие специфические свойства колбас.

Тепловая обработка колбас состоит из обжарки, варки и копчения, режимы которых регламентируются в зависимости от вида колбасных изделий. Для проведения данных операций в колбасных цехах предусмотрено специальное оборудование: камеры обжарки, варки, копчения.

При производстве полу- и варено-копченых колбас они подвергаются всем видам тепловой обработки в указанной последовательности, только по разным режимам.

Обжарка — это кратковременная обработка поверхности колбасных изделий копильным дымом при высокой температуре (70—100 °С) до достижения температуры в толще батона 30—45 °С. Длительность обжарки в зависимости от диаметра батона и толщины оболочки колеблется от 15—30 мин до 2 ч 30 мин. Горение древесины идет с минимальным количеством дыма. В специальных топках, расположенных в нижней части обжарочной камеры, древесина лиственных пород горит, продуцируя теплоту. С помощью системы приборов и индикаторов идет строгий контроль за температурой теплоносителей и продукта.

Цель обжарки — повышение прочности оболочки и поверхностного слоя колбасной смеси, устойчивости к микроорганизмам, закрепление окраски фарша, появление приятного запаха и привкуса копильных веществ.

Варка — это тепловая обработка колбас с целью доведения составляющих компонентов до кулинарной готовности. При этом основная часть белков мяса денатурирует, коллаген переходит в усвояемую форму — глютин, колбаса приобретает специфические аромат и вкус, уничтожаются практически все микроорганизмы. Активность ферментов резко подавляется, автолитические процессы практически останавливаются.

Варку проводят в котлах с горячей водой или варочных камерах острым паром при температуре 75—85 °С. Варочные камеры герметично закрывают и подают пар через перфорированные трубы. Внутри камеры имеются труба с шиббером для выпуска пара и приспособление для сбора конденсата. Варка продолжается от 2 до 5 ч в зависимости от вида колбасы и толщины батона и считается законченной при температуре в толще батона 68—70 °С. Контроль ее проводят в батонах нижней части рамы.

Копчению, т. е. обработке продуктами неполного сгорания древесины, подвергают полу-, варено- и сырокопченые колбасы. Цель копчения заключается в приобретении изделиями специфических копченых свойств за счет насыщения органическими компонентами дыма, обезвоживания, биохимических изменений и структурообразования.

Полу- и варено-копченые колбасы коптят после варки при температуре дыма 35—50 °С в течение 6—48 ч. Более низкие значения температуры, чем при варке, обусловлены предварительными денатурацией белков и уничтожением вегетативной микрофлоры в смеси горячим паром.

Сырокопченые колбасы коптят при 18—22 °С в течение 2—5 сут. При таких режимах обеспечивается сохранение белковой и ферментной систем мяса, концентрированное насыщение органическими компонентами дыма, предохраняющими вместе с солью продукт при производстве и хранении, а также обезвоживание за счет удаления свободной влаги.

Для снижения потерь массы, предотвращения порчи и сохранения товарного вида колбасные изделия после тепловой обработки охлаждают на воздухе или холодной водой. При двустадийной обработке вначале охлаждают холодной водой, а затем в камерах воздушного охлаждения. При охлаждении водой с поверхности батонов смываются жировые подтеки, остатки бульона и другие загрязнения, предотвращается морщинистость оболочки.

На первой стадии изделия охлаждают под душем водопроводной водой температурой 10—15 °С в течение 10—30 мин до достижения температуры в центре батона 27—30 °С. На второй стадии изделия направляют в камеры охлаждения с температурой воздуха

4 °С и влажностью около 95 % на 4—8 ч. К концу охлаждения температура внутри батона должна быть 8—15 °С. Колбасы в целлофановой оболочке под душем не охлаждают.

Заключительной стадией производства копченых мясных колбас является их сушка для уменьшения влагосодержания изделий. Сушка идет при температуре 10—12 °С в специальных помещениях или камерах. Полукопченые колбасы сушат около 2 сут до влажности 40—50 %, варено-копченые — 5—10 сут до влажности 30—40 %, сырокопченые — 25—30 сут (в отдельных случаях до 90 сут). При сушке происходят созревание колбас, образование однородной монолитной структуры, увеличение концентрации сухих питательных веществ, повышение устойчивости к действию гнилостной микрофлоры.

Качество копченых колбас определяют в соответствии с требованиями НТД: органолептически (по внешнему виду, виду фарша на разрезе батона, консистенции, запаху и вкусу) и химическими методами (по массовой доле влаги, поваренной соли, крахмала и нитритов). Подозрительные по качеству колбасные изделия направляют на бактериологический анализ.

Стандартную по качеству колбасу упаковывают и маркируют. Для местной реализации разрешается использовать металлические или деревянные ящики. При дальних перевозках и длительном хранении копченые колбасы заливают жиром, засыпают опилками или покрывают защитными покрытиями.

Продолжительность хранения полу-, варено- и сырокопченых колбас при температуре 12 °С и относительной влажности воздуха 75 % в сухом и темном помещении составляет соответственно 10 сут, 1 и 4 мес.

## КОПЧЕНИЕ ПТИЦЫ

В промышленных условиях вырабатывают копченых цыплят, копченых и копчено-вареных уток и т. д. Для производства копченых цыплят применяют потрошенные тушки цыплят, остывшие и охлажденные, хранившиеся не более 3 сут. Тушки подготавливают в соответствии с требованиями НТД, солят, используя посолочную смесь из соли, черного молотого перца (10,4 кг на 100 кг тушек) и свежего чеснока (2 кг). Заполненные тушками корзины из нержавеющей стали, закрытые решеткой, помещают в чаны и заливают рассолом (1 : 1). На 100 дм<sup>3</sup> рассола в 15 дм<sup>3</sup> холодной питьевой воды растворяют 5 кг поваренной соли, 0,5 кг сахара-песка и 0,012 кг нитрита натрия. Полученный концентрированный рассол перемешивают, фильтруют, добавляют 92,1 дм<sup>3</sup> холодной питьевой воды.

Тушки цыплят выдерживают в рассоле 14—16 ч при 4 °С. После посола корзины вынимают, дают стечь рассолу и подготавливают

тушки для копчения, которое проводят при 110—120 °С в течение 3—3,5 ч, до достижения внутри грудных мышц температуры 78—80 °С. Копченые тушки охлаждают до 0—8 °С и упаковывают. Готовый продукт хранят и реализуют при 0—8 °С и относительной влажности воздуха 81—85 % не более 72 ч.

В домашних условиях для копчения отбирают менее жирные тушки птицы. Перед копчением тушки солят. Для посола птицы применяют в основном два вида разделки тушки: на половинки и на пласт. В первом случае тушку кладут на разделочную доску спиной вниз и разрубают кости спины, ударяя по ножу деревянным молотком или скалкой. Перевернув тушку, разрубают грудную кость, в образовавшихся половинках удаляют остатки внутренностей. На половинки разделяют чаще все крупные тушки птицы.

При разделке на пласт разрубают лишь грудную кость, получая распластанную тушку. Затем удаляют остатки внутренностей. Разделанную птицу тщательно промывают чистой холодной водой от сгустков крови.

Птицу солят либо сухим способом (одной солью), либо смешанным, натирая сначала солью и заливая через 2 сут рассолом. Первый способ больше подходит при посоле птицы в холодное время года, второй — в теплое. Смесь для натирания птицы готовят из расчета 700 г поваренной соли на 10 кг тушек при заготовке птицы в холодное время года (осенью) и до 1—1,2 кг соли в более теплое время.

При посоле важно соблюдать определенный порядок укладки тушек. Половинки, так же как и распластанные тушки, обязательно укладывают в тару кожей вниз, следя за плотностью укладки. Если солят тушки разной массы, то вначале укладывают более крупные, а затем поменьше, пересыпая каждый ряд солью. В посолочную смесь добавляют сахар (15—20 г на 10 кг птицы), измельченные пряности (перец и др.), иногда лавровый лист и душистые травы (майоран, базилик, тимьян).

При посоле сухим способом уложенные тушки выдерживают на холоде 1—2 сут, после чего кладут деревянный кружок с грузом (2—3 кг на каждые 10 кг птицы).

Если тушки предназначены для длительного хранения, то через 5—6 сут в бочку добавляют рассол. Для его приготовления на 10 л воды (холодной кипяченой) добавляют от 1,2 до 1,9 кг поваренной соли в зависимости от требуемой крепости посола. Затем бочку закрывают крышкой и помещают в холодное место.

В рассоле тушки выдерживают 8—12 сут в зависимости от размеров птицы. Уток выдерживают меньшее время, гусей — большее.

Указанным способом можно солить как домашнюю, так и другую птицу (степную, болотную, боровую).

Достаточной степени солености мелкая птица достигает через

3—4 сут; крупную выдерживают до 6 сут. Готовность полуфабриката определяют, надавливая пальцем на грудку птицы. В просолившемся плотном мясе остается ямка.

Посоленные тушки промывают в воде, подпетлевывают за шейку и подвешивают под навесом, на чердаке или в холодной копильне с полностью открытыми заслонками для подсушивания. В сухую погоду подсушивают тушки в течение 5—10 ч, при повышенной влажности воздуха — до 2—3 сут.

Для более равномерного подсушивания тушки расправляют с помощью распорок.

Подсушенные и слегка провяленные тушки помещают в копильню, где их коптят либо холодным (для длительного хранения), либо горячим способом. Продолжительность холодного копчения при температуре дыма 25—35 °С составляет 1—3 сут в зависимости от размеров. Продолжительность горячего копчения несколько часов: уток — 3,5—4 ч, гусей — 4,5—5 ч.

Горячее копчение рекомендуется проводить в такой последовательности: 1 ч коптить при более высокой температуре (около 80 °С), остальное время — при температуре около 40 °С. Чтобы тушки лучше прокоптились, используют распорки.

Желательно в процессе копчения тушки попеременно (3—4 раза) вешать то вверх, то вниз ногами. При холодном копчении тушки можно не перевешивать.

Если на тушках в процессе копчения появилась копоть или нагар, их снимают сразу же после извлечения из камеры, обтирают поверхность бумагой или защищают с помощью лучинки или тупой стороной ножа.

Копченая птица по сравнению с другими копченостями менее стойка и для продолжительного хранения должна быть помещена в место с постоянной низкой температурой (не более 3—5 °С).

## 8. Бездымное копчение пищевых продуктов

---

Одним из эффективных способов решения основных проблем копчения является применение бездымных копильных сред вместо дыма, или так называемое бездымное копчение. Оно получило признание в США, Канаде, России, Англии, Польше, Дании, Норвегии, Франции, Японии и других развитых странах, ведущих борьбу за экологию и гигиеническую чистоту копильного производства.

В различных странах по-разному относятся к копчению как технологическому приему, что определяет особенности бездымного копчения. В одних бездымные среды считают вкусо-ароматической добавкой в рецептуре продукции, в других — эквивалентами

традиционной дымовой смеси. В зависимости от цели обработки приоритетными или регулируемыми могут быть и различные качественные показатели готовой продукции (аромат или цвет копчености, консервирующие свойства), что определяет ключевой эффект копчения, а значит, выбор соответствующей коптильной среды.

Основой бездымных коптильных сред или носителем коптильных ингредиентов могут быть вода, липидные фракции (растительного и животного происхождения), органические растворы (кислоты, спирты, эфиры и т. д.), пищевые биополимеры (декстрины, крахмал, желатин и т. д.), сыпучие твердые продукты (поваренная соль, сахар, мука и т. д.). Весьма разнообразны и свойства бездымных коптильных сред: цвет может быть от светло-желтого до черного, аромат — от характерного копченого до неприятного специфического, консистенция — от жидких растворов, гелей до твердых веществ. Разнообразие свойств и химического состава коптильных сред можно проследить по данным табл. 9 и 10. Они предназначены для копчения рыбных, мясных продуктов, птицы, сыров, а также применяются для улучшения качества супов, обжаренных изделий, гриль-продукции и т. д.

#### 9. Показатели качества некоторых промышленно изготавливаемых бездымных коптильных сред

Номер коптильной среды	Вид исходной древесины	Внешний вид	Аромат	pH	Общее содержание фенолов, %
1	Лиственные породы	Жидкость темно-коричневого цвета	Слабовыраженный, типичный	2,9	3,5
2	Ель	Жидкость от темно-коричневого до черного цвета	Интенсивно выраженный, слегка едкий	3,8	0,5
3	Ель	Маслянистая жидкость, прозрачная, не смешивается с водой, цвет от желтого до красно-коричневого	Резкий, не свойственный копчению	4,6	1,7
4	Ель	Жидкость цвета от светло-коричневых тонов до молочного какао	Не характерный для коптильного	5,5	0,5
5	Лиственные породы	Вязкая жидкость темно-коричневых или черных тонов, не смешивается с водой	Сильный смолистый	2,5	23,5
6	Кария	Жидкость от темно-коричневого до черного цвета	Интенсивный, резкий коптильный	2,0	1,3
7	Ель	Жидкость темно-коричневого цвета	Слабый коптильный	4,6	0,4



Номер копильной среды	Вид исходной древесины	Внешний вид	Аромат	pH	Общее содержание фенолов, %
8	Ель	Жидкость темно-коричневого цвета	Интенсивный копильный	3,0	3,2
9	Кария	Слегка маслянистая жидкость средних коричневых тонов	Очень острый, не свойственный копченостям	3,0	4,1
10	Кария	Маслянистая жидкость, не смешивается с водой, светло-коричневого цвета	Интенсивный, свойственный копченостям	3,8	0,62
11	Кария	Светло-желтый порошок	Интенсивный копченый	3,4	0,1
12	Кария	Порошок (на декстрозе)	Неприятный, нетипичный	3,4	0,1
13	Кария	Порошок светло-коричневого цвета	Слабокопченый	3,6	0,04

### Основные преимущества бездымного копчения

Возможность получения копченой продукции без вредных для здоровья веществ (ПАУ, нитрозаминов)

Технология и контроль за химическим составом многих препаратов позволяют сделать из них санитарно-безопасную копильную среду

Малоотходность использования копильной среды

Способы и приемы применения копильных сред (распылением, в парах, в составе копильного геля и т. д.) постоянно совершенствуются, приближая коэффициент их использования к единице

Снижение себестоимости копченой продукции на 25—40 %

Достигается за счет ликвидации дымогенераторов, уменьшения расхода опилок, моющих средств, сокращения продолжительности и упрощения процесса

Возможность организации экологически чистого копильного производства (без выбросов в атмосферу)

Замена дыма жидкой копильной средой, дозированно наносимой на продукт, приводит к ликвидации дымогенераторного подразделения для генерации дыма, 90 % которого в установках старого типа не используется и выбрасывается в атмосферу

Возможность получения однородной по качеству партии копченого продукта с заранее заданными свойствами (прокопченность, цвет, аромат и т. д.)

Многофакторная зависимость химического состава дыма от условий его образования делает невозможным точное управление процессом дымообразования даже в самых совершенных дымогенераторах. Эта зависимость усложняется различными конструкциями копильных камер, чрезвычайной реакционностью копильной смеси. Строгое дозирование копильной среды с заданным химическим составом позволяет получать однородную по качеству продукцию с заданными свойствами

10. Количественный состав фенольной фракции (г/кг) некоторых промышленных жидких копильных сред (обозначения см. в табл. 9)

Соединение	Номер копильной среды														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Фенол	4,2	5,2	5,2	9,8	8,4	7,2	4,2	6,4	6,2	9,8	6,5	6,2	3,2	4,2-9,8	1,5-14,0
o-Крезол	0,8	1,4	3,6	2,9	2,8	2,1	1,2	1,4	3,2	7,6	3,0	3,5	1,4	0,8-7,6	0,6-3,5
m-Крезол	1,7	1,8	4,1	4,6	3,4	0,9	1,6	1,9	3,4	5,5	3,1	2,6	1,8	0,9-5,5	1,0-5,3
p-Крезол	0,9	1,3	2,2	8,7	2,0	2,2	1,2	1,2	3,3	3,3	2,9	2,6	1,2	0,9-8,7	0,5-2,4
2,4-Ксиленол	≤0,1	0,4	1,5	1,3	0,8	1,3	0,4	0,2	1,7	1,8	1,6	1,7	0,9	0,1-1,8	0,3-1,4
3,5-Ксиленол + 3-этил-фенол	0,2	0,4	1,3	1,4	0,8	Сле-ды	0,3	0,4	1,2	0,8	1,0	Сле-ды	0,9	Следы — 1,4	0,3-1,1
2,6-Ксиленол	0,2	Сле-ды	0,6	Сле-ды	0,3	0,3	Сле-ды	Сле-ды	0,8	1,0	0,6	Сле-ды	Сле-ды	Следы — 1,0	Следы — 0,2
4-Этилфенол	4,9	0,6	0,3	2,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	Сле-ды	Сле-ды	0,3-4,9	Следы — 0,5
2,3-Ксиленол	0,8	—	0,4	Сле-ды	—	0,9	0,6	—	0,3	0,4	0,3	Сле-ды	Сле-ды	0,9	Следы — 0,6
Гваякол	5,7	7,3	10,7	5,7	10,4	10,8	6,5	8,4	7,9	27,5	6,6	12,8	5,1	5,7-27,5	1,2-8,4
Пирокатехин	11,7	17,0	1,5	3,3	9,1	18,7	20,5	17,9	3,0	0,5	5,0	11,8	5,6	0,5-20,5	1,8-13,3
4-Метилгваякол	2,8	3,5	11,2	7,6	5,9	4,9	3,3	3,7	8,1	14,2	7,8	18,5	9,6	2,8-14,2	2,6-6,4
3-Метилпирокатехин	2,6	4,2	0,8	2,3	3,5	1,2	4,8	5,2	1,6	—	2,2	6,4	3,3	5,2	0,9-3,9
3-Метилпирокатехин	2,6	4,2	0,8	2,3	3,5	1,2	4,8	5,2	1,6	—	2,2	6,4	3,3	5,2	0,9-3,9
4-Этилгваякол	1,0	1,1	5,7	2,5	2,4	1,5	1,1	0,9	4,0	4,8	3,1	3,7	2,1	0,9-5,7	1,0-2,2
Сириггол	13,5	16,9	11,0	14,7	12,9	20,5	17,0	13,9	11,3	5,6	15,3	5,5	20,5	5,6-20,5	10,0-15,9
3-Метоксибензкатехин	9,0	4,9	1,8	0,7	4,0	0,5	5,4	6,6	2,1	0,4	2,5	1,3	4,5	0,7-9,0	1,9-6,2
Эвгенол	1,2	0,6	1,8	1,4	0,7	0,6	0,6	0,4	2,1	0,4	1,7	3,6	1,4	0,4-2,1	0,7-2,1
4-Метилсириггол	7,1	6,4	8,6	12,6	7,7	2,9	5,7	6,6	8,9	2,4	9,8	3,8	14,3	2,4-12,6	5,6-14,9
4-Этилсириггол	2,7	2,5	7,4	6,3	4,5	2,1	2,2	2,8	7,5	1,4	4,5	4,2	6,9	1,4-7,5	2,1-9,9
Ванилин	0,3	0,8	1,0	Сле-ды	0,7	1,0	0,7	0,5	0,3	0,4	1,1	2,4	1,1	Следы — 0,8	1,1-4,4
4-Винилсириггол	0,4	0,3	0,2	Сле-ды	—	—	—	0,5	1,1	—	—	—	—	1,1	Следы — 2,3
4-Аллилсириггол	0,4	0,7	1,1	2,5	0,9	1,1	0,6	0,5	2,0	Сле-ды	1,8	1,1	2,5	Следы — 2,5	0,9-4,1
Ацетованилон	0,4	0,6	Сле-ды	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2	—	0,3	0,4	Сле-ды	Сле-ды	0,6	Следы — 1,2
Сириггальдегид	Сле-ды	0,3	Сле-ды	—	—	—	0,2	Сле-ды	Сле-ды	Сле-ды	Сле-ды	Сле-ды	—	0,3	Следы — 3,2
Ацетосириггол	Сле-ды	0,4	—	—	Сле-ды	Сле-ды	0,4	0,3	Сле-ды	—	Сле-ды	—	Сле-ды	0,4	Следы — 1,3

Улучшение санитарного состояния копильного производства и условий работы обслуживающего персонала

Возможность полной механизации и автоматизации процесса собственно копчения

Возможность существенного ускорения собственно копчения и приготовления копченых продуктов в целом; возможность интенсификации процесса за счет комбинирования с высокоэффективными энергиями нагрева (СВЧ, ИК, ТВЧ и др.)

Возможность увеличения выхода готовой копченой продукции

Возможность получения продукции с более высокой пищевой ценностью и усвояемостью

Возможность регулирования эффектов копчения за счет комбинирования композиции бездымных сред

Одной из проблем дымового копчения являются трудность в очистке камер, дымоходов, рам и тележек от сажи, копоти, смолы, а также профессиональные заболевания работников копильных производств ввиду постоянной загазованности помещений. Применение бездымных сред резко уменьшает зону загрязнения, а также утечку газообразной фазы органических веществ

Операции дозирования среды, нанесения ее на продукт поддаются аппаратурному оформлению и управлению

За счет применения бездымных сред и ИК-нагрева, например, можно приготовить рыбу горячего копчения на 40 % быстрее, а комбинация электростатического нанесения препарата и сушки в поле высокого напряжения позволяет сократить процесс холодного копчения рыбы на 12—20 %

За счет существенного сокращения процесса бездымного копчения потери влаги, как правило, уменьшаются, что приводит к увеличению выхода продукции при горячем копчении на 5—20 %

Исследования показывают, что сохранение белков, жиров, витаминов и других биологически активных веществ при бездымной обработке несколько выше, чем при дымовой, что объясняется шадящими параметрами процессов

В зависимости от вида копильной среды с учетом режимов обработки можно регулировать интенсивность цвета, аромата, вкуса копчености и консервирующие свойства готовой продукции

Несмотря на данные преимущества, актуальное на сегодня бездымное копчение внедряется в практику слабо.

#### Недостатки бездымного копчения:

Отсутствие копильных сред в требуемом объеме  
Отсутствие аппаратурной базы для их получения  
Неадекватность химического состава копильных сред традиционному дыму

Даже самые совершенные копильные среды не могут полностью заменить дым — чрезвычайно сложную химическую среду, содержащую до 10 000 соединений. В копильных препаратах их пока идентифицировано не более 100

Отсутствие специального оборудования, выполненного из пищевых антикоррозионных материалов, для нанесения препарата на продукт

Для различных приемов нанесения копильных сред (иммерсионный, диспергирование и др.) необходимы специальные устройства, сочетающиеся с тепловой обработкой, что не имеет пока соответствующего конструкционного решения. Необходимо также в данном оборудовании учитывать высокую кислотность препаратов (рН 2—3), стимулирующую коррозию металла

Укоренившиеся привычка и традиции по отношению к свойствам копченой продукции, технологии ее производства

Это одна из основных проблем, решить которую может только квалифицированная реклама экологической чистоты, гигиенической безопасности продукции и высокой технологичности процесса

## ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗДЫМНЫХ КОПТИЛЬНЫХ СРЕД

Источниками получения коптильных препаратов являются: коптильный дым, получаемый в дымогенераторах различного типа (тления, трения, паровой и т. д.) при сжигании натуральной древесины; коптильный дым из выбросов коптильных печей; отдельные составные части древесины (лигнин, целлюлоза, гемицеллюлоза); натуральный конденсат и раствор коптильного дыма; подсмольная вода, образующаяся при сухой перегонке древесины; чистые химические компоненты.

Общая схема получения жидких бездымных коптильных сред на основе древесного дыма приведена на рис. 19. Эту же схему можно использовать для производства бездымных коптильных



Рис. 19. Схема получения бездымных коптильных сред на основе сорбции древесного дыма

сред при утилизации выбросов коптильных печей, а также продуктов пиролиза других исходных материалов. Чем ближе материал по составу к естественному дыму, чем мягче режимы сорбции или конденсации, тем выше по качеству бездымная коптильная среда в части адекватности свойств дыму. Экологическая чистота среды зависит от полноты удаления смолистой фракции, формальдегида, метилового спирта и других вредных веществ.

Химический состав коптильных сред, полученных по различным схемам, варьирует очень широко и зависит от вида сырья и способа получения. Основные группы органических веществ представлены фенолами, карбонильными соединениями, кислотами.

Расшифровка химического состава фракций выявила их значительные различия по количественному и качественному составам, обуславливающие технологические возможности коптильных сред. Всего в бездымных коптильных средах на сегодня доказано присутствие около 300 органических соединений, что составляет около 3 % суммы компонентов, содержащихся в древесном дыме. Отсюда следует, что полной аналогии в воздействии дымового и бездымного копчения достичь невозможно. Необходимо стремиться лишь к использованию преимущества последнего за счет дифференцированности свойств коптильных сред, возможности комбинирования и регулирования эффектами копчения.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗДЫМНЫХ КОПТИЛЬНЫХ СРЕД**

Разнообразный химический состав коптильных сред обуславливает и разнообразие их технологических свойств, оказывающих влияние на формирование основных эффектов копчения. Из бездымных коптильных сред наибольшее применение нашли жидкие среды, или так называемые коптильные жидкости, изготавливаемые преимущественно на водной основе. Они более всего соответствуют коптильному дыму по свойствам и позволяют варьировать химический состав при гарантированном удалении смолистой фракции, содержащей канцерогенные ПАУ.

Анализ имеющихся и потенциально возможных жидких коптильных сред позволяет классифицировать их в зависимости от приоритетности проявления основных эффектов копчения в продуктах на 5 основных групп: коптильные препараты, коптильные красители, вкусо-ароматические добавки, антиоксиданты, антисептики.

Коптильные препараты имеют наибольшую идентичность коптильному дыму по всем эффектам копчения. У коптильных красителей наиболее выражена способность к окрашиванию в копченые тона. Вкусо-ароматические добавки вносят лишь аромат и

вкус копчености в готовые изделия. Антиоксиданты ответственны только за антиокислительный эффект копчения. Антисептики обладают выраженным бактерицидным действием. Основные характеристики данных групп сред приведены в табл. 11.

### 11. Классификация жидких коптильных сред

Основные признаки	Коптильные препараты	Коптильные красители	Вкусо-ароматические добавки	Антиоксиданты	Антисептики
Цвет поверхности	От светло-золотистого до темно-коричневого			Отсутствует	
Аромат и вкус копчености	Отчетливо выраженные, без посторонних запахов	Отсутствуют или слабо выражены	Различной степени выраженности	Отсутствуют или слабо выражены, посторонних привкусов и запахов нет	
Плотность, кг/дм <sup>3</sup>	1,01—1,3	1,005—1,3	1,005—1,3	1,005—1,3	1,005—1,3
Массовая доля, %:					
фенолов	0,2—1,0	0,2—5,0	0,008—3,0	1,0—8,0	0,5—3,0
карбонильных веществ	0,5—3,0	0,5—6,0	0,05—6,0	0,05—1,0	0,05—0,5
органических кислот	1,0—6,0	0,01—1,0	1,0—6,0	0,05—0,5	1,0—10,0
Массовое соотношение фенолы : карбониды : кислоты	1 : 3— 15 : 1—30	1—25 : 2,5— 30 : 0,05—5	1—375 : 6— 750 : 125— 750	20— 160 : 10— 20 : 1 — 10	10—60 : 1— 10 : 20—200
Концентрация, мкг/л, не более:					
ПАУ	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
N-нитрозодиметил-амина	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

В основе классификации находятся органолептически оцениваемые признаки копченой продукции, обусловленные химическим составом среды (соотношение основных групп компонентов, наличие так называемых «ключевых» веществ). Во всех жидкостях обязательным должно быть низкое содержание канцерогенных ПАУ и нитрозаминов (бензо(а)пирен и N-нитрозодиметиламин не выше чем соответственно 0,1 и 1 мкг в 1 л).

Широкое варьирование признаков в пределах каждой группы коптильной среды (см. табл. 11) объясняется сложнейшим полифакторным механизмом формирования свойств копчености, на которые влияют также структура и состав обрабатываемого продукта.

Для рыбного сырья, отличающегося видовыми особенностями и широким варьированием химического состава, прежде всего содержания белка и жира, при направлении на холодное копчение способность к формированию основных эффектов копчения можно в первом приближении оценивать по водно-белково-жировому коэффициенту:

$$K_{\text{вбж}} = \frac{B}{B + Ж},$$

где  $B$ ,  $Б$ ,  $Ж$  — массовые доли соответственно влаги, белка и жира в рыбном сырье, %.

Пределы колебания  $K_{\text{вбж}}$  составляют диапазон от 1,1 до 4,7, при этом чем выше значение коэффициента, тем ниже «способность рыбы к копчению».

В зависимости от химического состава рыбы можно порекомендовать следующую схему ее взаимодействия с основными группами копильных сред (табл. 12).

#### 12. Схема использования жидких копильных сред в зависимости от химического состава рыбного полуфабриката

Массовая доля основных компонентов в рыбе, %	Копильные препараты	Копильные красители	Вкусо-ароматические добавки	Антиоксиданты	Антисептики
<b>Влага</b>					
50—60	+	+	+	+	—
60—70	+	+	+	+	+
70—80	+	+	+	+	+
Более 80	—	+	+	—	+
<b>Протеин</b>					
10—14	—	—	+	—	—
14—16	—	—	+	+	+
16—20	+	+	+	+	+
20—24	+	+	+	—	+
<b>Липиды</b>					
До 4	—	+	—	—	+
4—8	+	+	+	—	+
8—15	+	+	+	+	+
15—30	+	+	+	+	—
<b>Поваренная соль</b>					
1—3	+	+	+	+	+
3—6	+	+	+	+	+
6—10	+	—	+	+	—
10—15	—	—	+	—	—

Согласно табл. 12 копильные препараты и красители рекомендуется применять только для рыбы с высоким содержанием липидов и белков при невысоком уровне солености; вкусо-ароматические добавки — для рыбы с практически любым соотношением компонентов; антиоксиданты — для жирных рыбных продуктов; антисептики — для оводненных продуктов с низким содержанием соли и высоким — белка.

Наибольшее значение имеет группа коптильных препаратов, позволяющих изготавливать копчености, близкие традиционно выкопченным продуктам. В них среднее соотношение основных групп соединений следующему: фенолы : карбонилы : кислоты должно быть близко к 1 : 9 : 15.

При изучении фенольного состава коптильных сред, полученных на базе конденсатов дыма, было установлено, что соотношение «ключевых» фенольных веществ, т. е. ответственных за аромат и вкус копчения, гваякол : метилгваякол : пирокатехин : сирингол в коптильных препаратах должно быть 1,8 : 1,1 : 1,7 : 2,6.

Из известных в отечественной коптильной промышленности жидких коптильных сред к группе коптильных препаратов можно отнести ВНИРО, Вахтоль; к группе ароматизирующих добавок — Амафил, ВНИИМП, СКВАМА, модифицированные жидкости на базе МИНХ; к группе красителей — МИНХ; к группе антиоксидантов — ВНИИМП-1; к группе антисептиков — кислотные фракции водных растворов дыма.

В настоящее время жидкие коптильные среды выпускают не только на базе чистых растворов и конденсатов древесного дыма. В исходное древесное сырье рекомендуется добавлять при пиролизе различные растительные добавки, улучшающие аромат (плоды, листья и ветки можжевельника, шелуху лука, ветки розмарина, плоды шиповника, рябины, листья черной смородины, вишни, цветы липы, розы и т. д.).

В результате получают так называемые дифференцированные коптильные среды с широкой палитрой вкусо-ароматических и красящих свойств.

Свойства жидких коптильных сред можно разнообразить путем настаивания их на основе различных растительных добавок без предварительного их сжигания (цветы ромашки, зверобоя, липы, плоды рябины и т. д.). Фитодобавки обладают, как правило, не только ароматическими, но и фармакологическими свойствами. При проведении процесса при комнатных температурах экстракты сохраняют все полезные качества фитодобавок. В конечном итоге жидкости обогащаются такими биологически активными компонентами, как витамины, провитамины, минеральные вещества, экологически безопасными консервантами (фитонцидами и синергистами на базе эфирных масел, спиртов, кислот, терпенов), натуральными красящими субстанциями (таннинами, каротиноидами и др.), дубильными веществами, аминокислотами, ферментами и другими полезными для человека ингредиентами.

У бездымных коптильных сред можно значительно расширить спектр свойств и области применения, если проводить их дополнительную обработку. Например, фракционирование вкусо-ароматической добавки Амафил по температурному признаку значительно улучшает красящий эффект новых сред, поэтому такие



среды рекомендуют к использованию в производстве продукции холодного и горячего копчения. Модификаторы копильного красителя МИНХ, получаемые путем внесения эфирных вытяжек из различных пряностей, позволяют использовать их в консервном и пресервном производствах, сыроделии, где приоритетными являются ароматические показатели качества готовой продукции.

Использование в качестве сорбентов растительного масла, спиртов, органических кислот (уксусной, яблочной) и других органических растворителей позволяет также получать разнообразные копильные среды, преимущественно вкусо-ароматические добавки, нашедшие применение в различных пищевых производствах.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ЖИДКИХ КОПИЛЬНЫХ СРЕД**

Из многообразия жидких копильных сред в копильном производстве нашей страны наиболее популярны ВНИРО, Вахтоль, МИНХ, Амафил и СКВАМА, «Жидкий дым». За рубежом широко используют копильные среды многих наименований, различающиеся способом производства и свойствами.

**Копильный препарат ВНИРО.** Препарат получают в устройствах типа скрубберов из чистого технологического дыма и выбросов копильных производств путем конденсации турбулентного потока дыма в рециркулирующей воде, отстаивания конденсата и удаления смол фильтрованием (через 10 слоев марли, целлюлозную пульпу и т. д.).

Рациональнее для увеличения полноты сорбции дыма и повышения качества копильного препарата применять систему скрубберов Вентури или специальных сорберов, подключенных последовательно. В этом случае копильный дым улавливается практически полностью, а копильная среда, полученная как сумма всех растворов, характеризуется полной гаммой свойств дыма. При такой схеме сорбции возможны варианты с разными средами-носителями (вода, масло, солевой раствор, пряные экстракты и т. д.).

Химический состав копильного препарата ВНИРО зависит от породы древесины и конкретных условий сорбции компонентов дыма водой.

80 % фенольных соединений препарата ВНИРО состоит из важных для копчения соединений: гваякола и его гомологов, эвгенола и изоэвгенолов, ванилина, циклотена (циклопентанелона), сирингола и его гомологов, фурфурола, метилфурфурола. В конденсате из хвойных пород преобладают фенольные соединения на основе гваякола, из лиственных пород — на основе сирингола.

Применение препарата ВНИРО эффективно для горячего и холодного копчения рыбы и мясопродуктов, а также выработки всех видов колбас, причем ввиду высокой санитарной безопасности препарата можно вводить в состав колбасного фарша.

**Коптильный препарат Вахтоль и краситель МИНХ.** Препараты получают из отходов лесохимической промышленности, остающихся после извлечения из древесины пневого осмола для производства скипидара и канифоли.

На первых этапах выработки обоих препаратов операции совпадают: отходы сжигают в генераторе системы Померанцева, дым конденсируют, получают «кислую воду», которую промывают, отстаивают, фильтруют и направляют в выпарной аппарат для отгонки с паром. На первой стадии отгонки при температуре 100—127 °С низкокипящие высоколетучие компоненты этой фракции удаляют. На второй стадии отгонки при температуре 130—150 °С получают так называемый «соковый пар», который конденсируется в теплообменнике. Полученный конденсат представляет собой препарат Вахтоль, включающий наиболее летучие вещества. Оставшаяся низколетучая фракция — основа для получения коптильного красителя МИНХ. Для очистки от посторонних веществ фракцию несколько часов интенсивно обрабатывают воздухом. Перед применением препарат МИНХ разводят водой в соотношении 1 : 7 или 1 : 10.

Коптильные среды Вахтоль и МИНХ применяют для производства рыбы холодного и горячего копчения. Рыба, выкопченная с применением препарата Вахтоль, имеет цвет, вкус и запах, напоминающие копченые, но с некоторым «химическим» (фенольным) оттенком. Изделия, полученные с применением МИНХ, имеют ярко выраженный «копченый» цвет, а вкус и запах включают некоторые «хлебные» оттенки, обусловленные повышенным присутствием углеводной фракции.

По основным показателям качества коптильные среды Вахтоль и МИНХ должны отвечать требованиям соответствующей НТД (табл. 13).

### 13. Основные характеристики коптильных сред Вахтоль и МИНХ

Показатель	Вахтоль (ОСТ 81-33—72)	МИНХ (ТУ 81-05-122—71)
Внешний вид	Прозрачная жидкость от желтого до светло-коричневого цвета	Вязкая жидкость темно-коричневого цвета
Запах	Характерный для легких фракций пиролизата древесины	Смутноватый оттенок Специфический, свойственный копченому продукту
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	1,010—1,025	1,270—1,300
Кислотность (в пересчете на уксусную кислоту), %, не более	3,0	9,0
Массовая доля фенолов, %, не более	0,7	6,0
Массовая доля метилового спирта, %, не более	0,15	0,06
Массовая доля солей меди, мг на 1 кг препарата, не более	Не допускается	5,0
Наличие ПАУ типа бензо(а)-пирена	Не допускается	Не допускается

Фенольная фракция препарата Вахтоль включает преимущественно одно- и двухатомные фенолы: гваякол (25,3 %), *n*-крезол (18 %), *o*-крезол (7 %), метилгваякол (6 %), собственно фенол (5 %), пирокатехин (10 %).

Фенольная фракция красителя МИНХ включает пирокатехин, резорцин, гидрохинон и пирагаллол, а также их гомологи.

На основе коптильной среды МИНХ и растворимой смолы оксизан дистиляцией и дефлегмацией было получено несколько вариантов рафинированных коптильных ароматизаторов. Улучшение их потребительских свойств было достигнуто модификацией эфирными масламипряно-ароматических растений. Данные модификаторы приемлемы в качестве ароматизаторов для рыбных консервов и плавленого сыра. Улучшение качеств модификаторов достигнуто за счет нормализации состава и снижения кислотности. Основные показатели ароматизаторов: плотность — 0,996—1,002 г/см<sup>3</sup>, кислотность — 0,1—0,5 %, массовая доля фенолов — 0,1—0,3 %, выход — 120—450 % к массе дистилята-сырца. Основные показатели качества этих ароматизаторов регламентированы ТУ ОП 13-0281078-98—89 «Ароматизатор коптильный рафинированный».

В соответствии с предложенной классификацией (см. табл. 11) коптильный препарат Вахтоль можно отнести к группе «коптильные препараты», МИНХ — к группе «коптильные красители», а модификаторы на основе препарата МИНХ — к группе «вкусоароматические добавки».

**Коптильные вкусо-ароматические добавки Амафил, СКВАМА, «Жидкий дым».** Амафил — водный экстракт продуктов термического разложения древесины непосредственно в водной среде при температуре 180—300 °С и давлении 1,6—10 МПа.

Для получения коптильной среды измельченную древесину (опилки, дробленка, стружки) помещают в воду, которую нагревают в замкнутом под давлением автоклаве. По мере нагрева над поверхностью воды растет давление насыщенного пара. При температуре 180 °С и выше в воде начинается термолитиз древесины, продукты которого сразу экстрагируются водой. Полученный раствор охлаждают и фильтруют.

Основные показатели качества препарата регламентированы ТУ 15-1048—89 «Коптильный препарат Амафил». Он отличается от других коптильных сред более низким содержанием основных органических веществ: массовая доля фенолов, карбониллов и кислот соответственно составляют 0,06; 0,045; 0,093 %.

По органолептическим характеристикам Амафил представляет собой прозрачную жидкость янтарно-красного цвета с запахом подгоревшего чернослива, с оттенком легкой горечи и смолистости. По заключению Российской лесотехнической академии (г. Санкт-Петербург) Амафил по острой токсичности может быть отнесен к малотоксичным. Физиологические исследования на жи-

вотных показали, что изменения в организме менее выражены, чем при скармливании продуктов, обработанных другими жидкими коптильными препаратами, или продуктов дымового копчения.

Расшифровка химического состава коптильной среды показала преимущественное наличие в ней фурфурола (до 70 %), присутствие 2,5-диметилгексадиена-2,4, бензальдегида, фенола, 5-метилфурфурола, гваякола, 2,6-диметилфенола, 3,5-диметилфенола, 3,4-диметилфенола.

При копчении Амафил придает продукту приятные специфические свойства, улучшает аромат, однако «копченого» колера не образуется. В соответствии с классификацией жидких коптильных сред Амафил можно отнести к группе вкусо-ароматических добавок.

Методом высокотемпературного фракционирования получены различные фракции коптильного препарата Амафил, обладающие улучшенными красящими свойствами. Наилучшими красящими свойствами обладают высокомолекулярные фракции (температура дистилляции 140—180 °С) при 3—5-кратной степени их концентрирования.

Коптильный ароматизатор Амафил применяют в консервном и пресервном производствах путем непосредственного внесения его в банку или предварительной ароматизации масла. Соответствующие ТИ по изготовлению малосоленых деликатесных пресервов из разделанной рыбы в масле регламентируют способы применения ароматизатора.

Коптильная среда СКВАМА представляет собой водный раствор древесного дыма, полученного во фрикционном дымогенераторе путем трения запрессованного бруска.

Технологические свойства препарата обусловлены химическим составом дыма, условиями его сорбции и обработки. СКВАМА представляет собой прозрачную темно-коричневую жидкость с запахом дыма, по химическим характеристикам близкую препарату ВНИРО, но гораздо менее концентрированную. По воздействию на продукт полной аналогии традиционному копчению нет: готовый продукт обладает специфическими вкусо-ароматическими свойствами и имеет ослабленный колер «копчености».

Коптильная среда «Жидкий дым», разработанная АОЗТ «Вихревые технологии» (г. Новосибирск), представляет собой водный раствор отдельных фракций древесного дыма. Показатели его качества регламентированы ТУ 9299-001-07191037—98 и гигиеническим сертификатом 77.7212.916. П.05449.02.98. Общее содержание кислот, фенольных и карбонильных веществ составляет в нем соответственно 4 %; 0,62 % и 20,6 мкмоль/100 мл; плотность — 1,003 г/см<sup>3</sup>; сухой остаток — 0,25 %.

«Жидкий дым» рекомендуется применять прежде всего в мясной промышленности при выработке вареных колбас, сосисок, сарделек, полукопченых, варено-копченых и сырокопченых колбас. При составлении колбасного фарша в куттер или мешалку добавляют раствор нитрита натрия, специи, а после перемешивания — коптильный ароматизатор в количестве (мл на 100 кг сырья): для вареных колбас 120—150, сосисок 100—120, полукопченых колбас — 150—200, варено-копченых — 250—350, сырокопченых — 400—500. Посол измельченного сырья, приготовление фарша, его шприцевание осуществляют в соответствии с действующими технологическими инструкциями.

При производстве рыбных продуктов «Жидкий дым» рекомендуется применять в технологиях пресервов и консервов. Разработана документация для 25 видов рыбных консервов (в основном натуральных), 3 видов консервов из морской капусты, в соответствии с которой можно выпускать деликатесную продукцию, не изменяя процессы на технологических линиях, без увеличения производственных площадей и трудозатрат.

Исследования технологических свойств «Жидкого дыма» показали его положительное влияние на органолептические свойства колбас, их санитарно-гигиенические показатели. Колбасы характеризуются более выраженными цветом, запахом и вкусом, что объясняется некоторым увеличением остаточного количества нитрита натрия и незначительным снижением уровня NO-гемохромогенов и хлорида натрия, более плотной консистенцией.

Установлено, что «Жидкий дым» обладает повышенными антиокислительными и антисептическими свойствами относительно обработки дымом, что доказано на примере приготовления полукопченой колбасы «Озерская», куда данную коптильную среду вносили в количестве 2 % к массе несоленого сырья. В опытных образцах колбас пероксидное число увеличивалось в 1,4 раза медленнее, чем в контрольных, при этом даже на 25-е сутки хранения не были обнаружены бактерии группы кишечной палочки, *St. aureus*, сульфитредуцирующие клостридии.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОПТИЛЬНЫХ СРЕД**

Все способы применения коптильных сред можно разделить на две большие группы в зависимости от технологической операции: введения коптильной среды в продукт;

обработки коптильной средой продукта с поверхности (табл. 14).

## 14. Характеристика способов бездымного копчения

Наименование способа	Сущность способа	Аппаратурное оформление	Достоинства	Недостатки
Добавление коптильной среды непосредственно в продукт	При производстве продуктов на фаршевой основе среду вносят по рецептуре (колбасы, крокеты, аналоги копченостей). При производстве консервов и пресервов с подкочленными свойствами среду вносят внутрь банки	Мерники, дозаторы; специального оборудования не требуется	Простота, чистота производства, экономичность	Ограничение применения; отсутствие привычного «копченого» колера у продукта
Инъекция коптильной среды в толщу продукта	При производстве пастеризованной ветчины в банках и окороков среду вводят в толщу продукта в составе пищевой смеси или отдельно; вводят в наиболее толстую часть рыбы или рыбного куска	Специальные шприцы	То же	То же
Иммерсионный	<i>Обработка коптильной средой продукта с поверхности</i>		Емкости из нержавеющей стали или специальных материалов	Высокий расход коптильной среды (до 18 % к массе); необходимость регенерации среды и утилизации ее отходов
При посоле, в составе соленого раствора	Продукт погружают в коптильную среду, выдерживают и пропекают (горячее копчение), провяливают (холодное копчение) или обрабатывают дымом (смешанное копчение); цикл повторяют 2—5 раз На базе коптильной среды готовят солевой раствор нужной концентрации, куда погружают продукт	То же	Простота, компактность, сокращение процесса в целом	Невыраженный цвет поверхности продукта, высокий расход препарата (до 15 % к массе)

Наименование способа	Сущность способа	Аппаратурное оформление	Достоинства	Недостатки
<p>Душирование коп- тильной среды (гру- бое распыление): размер частиц 200— 350 мкм</p>	<p>Раствор коп- тильной среды душируют на продукт, из- лишки его собирают, очи- щают через фильтр и вновь душируют на продукт. Цикл душирование — стечка — пропекание (или сушка) повторяют 2—5 раз</p>	<p>Душирующее устрой- ство с диаметром от- верстия 2—2,5 мм</p>	<p>Механизация и автоматизация процесса</p>	<p>Необходимость спе- циального несущего конвейера, очистки и утилизации коп- тильных компонентов; высокий расход среды (до 10 % к массе продукта)</p>
<p>Тонкое распыление (диспергирование) коп- тильной среды: размер частиц 10— 40 мкм</p>	<p>Образующееся темнокра- шенное коп- тильное облако взаимодействует с продуктом в результате радиометриче- ских, гравитационных и центробежных сил при его рециркуляции. Цикл диспергирование — пропека- ние (сушка) — рециркуляция повторяют 3—20 раз</p>	<p>Специальные распы- лительные форсунки (пневматические, акустические, ультра- звуковые и другие)</p>	<p>Максимальная ими- тация механизма взаимодействия с дымом, возможность механизации и авто- матизации</p>	<p>Необходимость сво- бодного размещения продукта в камере</p>
<p>Обработка в парах коп- тильной среды</p>	<p>Коп- тильную среду распыля- ют в поток перегретого воздуха или в рабочую зону предварительным нагревом среды до 100 °С. Образующая- ся среда на 80 % состоит из паров и на 20 % — из капельно-жидкой фазы. Цикл распыление — рецир- куляция повторяют 3—20 раз</p>	<p>Распылительные форсунки, электрока- лориферы, нагрева- тельные поверхности</p>	<p>Низкий расход коп- тильного препарата (4—6 % к массе про- дукта); быстрая с взаимодействием с продуктом</p>	<p>Возможность образо- вания новых токсич- ных веществ; труд- ность применения при холодном коп- чении</p>

Наименование способа	Сущность способа	Аппаратурное оформление	Достоинства	Недостатки
Тонкое распыление в электростатическом поле	Коптильную среду распыляют в электростатическом поле (напряжение 60—90 кВ), частички его по силовым линиям поля почти без потерь осаждаются на противоположно заряженной поверхности продукта. Цикл распыления — проварка (сушка) повторяют 5—20 раз	Распылительные форсунки, электроды высокого напряжения, источник высокого напряжения	Низкий расход копительного препарата (2—3,5 % к массе продукта), безотходность использования препарата, быстрота процесса	Необходимость строгого соблюдения техники безопасности
В составе копительного геля	Коптильную среду наносят на продукт в составе раствора пищевого коллоида (копительного геля): крахмала, агара, желатина и др. После однократного погружения продукта в копительный гель его подсушивают или пролекают	Емкость для приготовления геля и погружения в него из термостойкого пищевого материала	Минимальный расход среды (1—3 % к массе продукта), однократная обработка, простое оборудование, санитарная чистота процесса, повышенная защита от порчающих факторов	Необходимость предварительной подготовки копительного геля, «старение» коллоида, нанесение копительной среды на продукт вручную



Внутри каждой группы имеются классификационные подгруппы, в соответствии с которыми регламентируются основные параметры применения коптильных препаратов, подбирается оборудование, проводится анализ основных аспектов процесса (технологических, экономических, экологических). Наиболее перспективны способы поверхностной обработки продуктов (диспергированием, парообразной средой, в составе солевого раствора или коптильного геля).

При диспергировании препарата до туманообразного состояния образуется среда, максимально эквивалентная по физико-химическому состоянию коптильному дыму. Параметры этой среды поддаются управлению в современных коптильных установках, что позволяет оформить процесс аппаратурно. За рубежом выпускаются специальные коптильные камеры для бездымного копчения (Германия, США, Дания и др.), в которые встроены автоматические распылители; можно приспособить имеющиеся отечественные установки дымового копчения, дооборудовав их распыляющими устройствами.

Эффективность способов бездымного копчения можно оценить по коэффициенту полезного использования коптильного препарата  $K$ :

$$K = \frac{m_1}{m_2},$$

где  $m_1$  и  $m_2$  — масса коптильной среды, соответственно осажденной на поверхности продукта и всей израсходованной, % к массе продукта.

Так как измерить  $m_1$  очень сложно, то предложено определять  $m_1$  через общее содержание фенолов в продукте, хорошо коррелирующее с количеством осажденного препарата. С учетом того что в среднем 75 % фенолов, осажденных на поверхности продукта, теряется по мере хемосорбции, формула расчета  $m_1$  имеет вид

$$m_1 = 0,4 \frac{\Phi_p}{\Phi_n},$$

где  $\Phi_p$ ,  $\Phi_n$  — массовая доля фенольных веществ соответственно в продукте (мг%) и коптильной среде (%).

Тогда коэффициент полезного использования коптильной среды можно рассчитать по формуле

$$K = \frac{0,4 \Phi_p}{\Phi_n m_2}.$$

Оценка эффективности способов бездымного копчения по коэффициенту полезного использования коптильной среды приве-

дена в табл. 15 на примере копильного препарата ВНИРО с содержанием фенольных веществ 0,5 %. При расчетах в качестве оптимальных значений массовой доли фенолов в мышечных тканях принимали соответственно для рыбы горячего и холодного копчения 1 и 3 мг%, для филе адгезионной технологии холодного копчения 1,2 мг%.

### 15. Показатели использования копильных сред

Способ бездымного копчения	Общий расход копильного препарата $m_1$ , % к массе продукта	Массовая доля осевшего на поверхности рыбы $m_2$ , % к массе продукта	Коэффициент полезного использования препарата, $K$
Иммерсионный:			
горячее копчение	15	0,8	0,05
холодное копчение	18	2,4	0,13
Тонкое диспергирование без рециркуляции:			
горячее копчение	8	0,8	0,10
холодное копчение	10	2,4	0,24
с рециркуляцией:			
горячее копчение	4	0,8	0,20
холодное копчение	6	2,4	0,40
В электростатическом поле:			
горячее копчение	1,7	0,8	0,47
холодное копчение	3,5	2,4	0,69
В парах препарата:			
горячее копчение	4	0,8	0,20
холодное копчение	10	2,4	0,24
Адгезионный:			
филе холодного копчения	1,0	0,96	0,96

Как следует из табл. 15, наиболее эффективными способами бездымного копчения с точки зрения полезного использования копильной среды являются электростатическое копчение ( $K = 0,47 - 0,69$ ) и адгезионный способ ( $K = 0,96$ ). Количественное значение коэффициентов свидетельствует о степени попадания на продукт и дальнейшего воздействия копильной среды: в электрокопчении — под действием электрических зарядов, в адгезионном способе — под действием однократного целевого нанесения на поверхность в составе ламината.

Бездымное копчение находит все большее применение в копильной промышленности многих стран. По последним данным в США уже сегодня 60 % копченостей производят с применением бездымных копильных сред и только 40 % — по традиционной технологии (в дымовой среде). Даже консервативно настроенные немецкие специалисты ориентируются в последнее время на преимущества бездымного копчения, которые, по их подсчетам, позволяют значительно увеличить прибыли в копильном производстве. Так, использование «Жидкого дыма» вместо дыма от дымогенератора тления позволяет уменьшить себестоимость выпуска

копченой продукции на 25—30 % за неделю, замена препаратом дыма, получаемого в паровых дымогенераторах, — на 35—40 %. Если учесть при этом упрощение процесса, управляемость по качеству, экологические преимущества и гарантированную безопасность копченой продукции по содержанию полициклических ароматических углеводородов и нитрозаминов, то становится очевидной перспективность данной технологии.

В России применение бездымного копчения сегодня также актуально, так как уровень содержания вредных и канцерогенных веществ во многих копченых продуктах намного превышает нормативный. Копченые рыбные и мясные продукты традиционно являлись в России излюбленными закусками и деликатесами, а по количеству употребляемых копченостей на душу населения наша страна лидирует даже в условиях кризиса.

В современных условиях развития экономики бездымная технология на базе жидких коптильных сред представляется наиболее устойчивой, рентабельной и перспективной. Получение копченых продуктов с разнообразными свойствами позволяет существенно расширить ассортимент готовой продукции, повысить их пищевые достоинства.

## ПИЩЕВЫЕ ДОСТОИНСТВА ПРОДУКЦИИ БЕЗДЫМНОГО КОПЧЕНИЯ

Данные по переваримости, пищевой ценности, сбалансированности химического состава и экологической безопасности рыбной продукции, приготовленной на основе жидких коптильных сред, свидетельствуют о высоких пищевых достоинствах продукции бездымного копчения (табл. 16).

### 16. Переваримость (in vitro) филе скумбрии различных способов обработки

Рыбное филе	Массовая доля		Переваримость, N <sub>ам</sub> *	
	воды, %	фенольных веществ, мг%	на абсолютную массу продукции	на сухое вещество
Мороженое	69	—	2,7	8,9
Соленое	67	—	3,2	9,9
Подвяленное	60	—	2,1	8,4
Холодного копчения:				
в среде диспергированного коптильного препарата ВНИРО	63	1,7	3,4	12,6
в коптильном геле на базе ВНИРО	65	1,5	3,0	10,5

\*N<sub>ам</sub> — аминный азот (азот концевых аминогрупп, свободных аминокислот, формально титруемый азот) характеризует степень гидролиземости белковых составляющих продукта.

Из данных табл. 16, полученных *in vitro* на скумбрии, следует, что коптильные компоненты повышают переваримость копченой рыбы по сравнению с подсушенной, соленой и мороженой. Определение содержания свободных аминокислот в копченом леще (табл. 17) подтверждает повышенную гидролизуемость белков по сравнению с подсушенной рыбой. Полученные данные подтверждают целесообразность включения в рацион питания человека копченой продукции.

**17. Содержание некоторых свободных аминокислот в филе леща холодного копчения, приготовленного с коптильными средами на базе ВНИРО и растительных добавок, мг/кг сухого вещества**

Аминокислота	Копченые образцы с коптильными средами, обогащенными фитодобавками						Контрольные образцы	
	Можжевельник (плоды)	Календула (цветы)	Мята (листья)	Липа (цветы)	Роза (цветы)	Тысячелистник (цветы)	с коптильным препаратом ВНИРО	без копчения (подсушенное филе)
Тирозин	376,9	265,0	328,5	228,3	245,5	141,8	288,0	155,7
Метионин	363,8	303,3	433,8	337,8	407,8	316,8	374,3	252,7
Орнитин	50	77,7	261,1	212,3	245,4	187,3	222,3	155,7
Лизин	1410,3	1483,5	1481,6	1344,3	1479,6	1421,7	1390,5	1382,7
Аргинин	925,4	1325,9	678,5	896,9	1266,8	899,8	1105,5	577,7
Лейцин	1003,9	815,1	1140,0	798,5	1063,8	835,8	996,3	602,3
Гистидин	2555,7	2481,4	2744,9	2715,5	2768,5	2497,0	2565,1	3017,2

Применение дифференцированных коптильных сред на базе фитодобавок способствует сохранению таких аминокислот, как лизин и аргинин, чувствительность которых к взаимодействию с коптильными ингредиентами особенно высока.

Попадание в продукт коптильных веществ, особенно обогащенных флавоноидами, каротиноидами, эфирными маслами и другими веществами, содержащимися в фитодобавках, как следует из данных табл. 18, ингибирует негативные превращения аминокислот в биогенные амины. При полном отсутствии во всех образцах наиболее токсичного гистамина содержание остальных биогенных аминов не превышало 81,4 мг/100 г, что является первичным уровнем для многих веществ данной группы, выполняющих также важные биологические функции в организме. С учетом степени токсичности аминов (кадаверин, путресцин и тирамин — средней активности, спермин и спермидин — слабой активности) и их базового соотношения (1 : 0,1 : 0,01) была рассчитана общая потенциальная опасность продукции, которая составила в экспериментальных образцах 0,09—0,15, а в контрольных 0,17 (ВНИРО) и 0,4 (без копчения).

**18. Содержание биогенных аминов в филе леща холодного бездымного копчения, мг/кг сухого вещества**

Биогенный амин	Копченые образцы с коптильными средами, обогащенными фитодобавками					Контрольные образцы	
	Можжевельник (плоды)	Ромашка (цветы)	Календула (цветы)	Мята (листья)	Липа (цветы)	с коптильным препаратом ВНИРО	без копчения (подсушенное филе)
Кадаверин	34,3	39,7	41,1	46,1	38,6	52,3	243,8
Лизин/кадаверин	41,1	33,4	36,1	32,1	34,9	23,0	5,7
Путресцин	11,9	13,2	13,5	9,7	12,7	16,6	51,4
Орнитин/путресцин	21,0	17,4	16,8	27,0	16,7	13,4	3,0
Тирамин	32,1	26,8	68,7	81,9	81,4	78,3	98,1
Тирозин/тирамин	11,8	11,4	3,9	4,0	3,7	3,7	1,5
Спермидин	18,5	44,3	49,5	55,4	61,5	61,8	46,2
Метионин/спермидин	19,7	9,0	6,7	7,8	6,0	6,1	5,5
Спермин	44,2	21,2	44,5	48,4	47,3	107,0	47,6
Метионин/спермин	8,2	18,7	7,5	9,0	7,8	3,5	5,3
Гистамин	0	0	0	0	0	0	0
Сумма биогенных аминов	140,9	145,1	217,4	241,4	241,4	324,0	487,0
Сумма отношений	101,7	89,9	71,0	79,9	69,1	49,7	20,9

При горячем бездымном копчении рыбы прослеживается тенденция к повышенной сохраняемости аминокислот в готовой продукции по сравнению с обработанной дымом (табл. 19). В рыбе, не обработанной коптильными ингредиентами (соленая и проваренная), есть потери аминокислот, обусловленные взаимодействием с коптильными веществами. Суммарные потери аминокислот при обработке ставриды дымом, коптильными средами Вахтоль и МИНХ составили соответственно 11,9; 4,8 и 8,6 %.

**19. Содержание аминокислот (свободных и связанных) в мышечных тканях ставриды, приготовленной с применением различных коптильных сред, % массы абсолютно сухого вещества**

Аминокислота	Соленая рыба	Коптильная среда		
		Дым	МИНХ	Вахтоль
Лизин	4,0	2,7	2,9	2,2
Гистидин	1,8	1,8	1,1	1,5
Аргинин	4,5	3,5	3,4	3,0
Аспарагиновая кислота	3,3	3,7	3,2	3,3
Треонин	2,6	1,7	2,3	1,5
Серин	2,2	1,6	1,9	1,5

Аминокислота	Соленая рыба	Коптильная среда		
		Дым	МИНХ	Вахтоль
Глутаминовая кислота	7,1	6,4	6,1	6,4
Пролин	4,1	2,8	5,8	2,9
Глицин	2,2	1,9	1,8	2,2
Аланин	2,6	2,5	2,8	1,8
Валин	3,5	3,0	3,4	3,0
Метионин	4,0	1,3	1,5	1,0
Изолейцин	2,8	1,7	2,4	1,4
Лейцин	5,3	3,9	4,0	2,8
Фенилаланин	1,7	1,2	1,4	1,4
Тирозин	2,1	1,6	1,8	2,1
Сумма учтенных аминокислот:				
незаменимых	30,2	20,8	22,4	17,8
заменимых	23,6	20,5	23,4	20,2
Сумма всех аминокислот	53,8	41,3	45,8	38

Результаты сравнения пищевой ценности с использованием тест-культуры *Tetrahymena pyriformis* показали практическую идентичность копченой ставриды по данному показателю независимо от вида коптильной среды. Относительно эталона (белок куриного яйца) этот показатель составил 41,2 % (рыба, обработанная коптильной средой МИНХ) и 43 % (рыба дымовой обработки).

Данные о незаменимой роли липидов в питании человека обуславливают актуальность знаний их качественного состава в копченой рыбе (табл. 20). Видно, что при холодном копчении с бездымными коптильными средами, особенно обогащенными фитодобавками, наблюдается тенденция к повышенному сохранению полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в липидах леща. Так, отношение содержания ПНЖК к насыщенным жирным кислотам (НЖК) в копченых образцах с фитодобавками составляет 0,76—0,96, в то время как в контрольных, приготовленных на базе ВНИРО или без копчения, — 0,64—0,65. При этом содержание биологически активных жирных кислот ( $C_{20:5}$  и  $C_{20:6}$ ) составляет соответственно 1,86 (среднее число для экспериментальных образцов); 1,71 (лещ, приготовленный с коптильным препаратом ВНИРО) и 1,65 (образец без копчения). Очевидно, что некоторые фитодобавки в коптильных композициях повышают их антиоксидантный эффект, а следовательно, биологическую ценность липидов и продукта в целом.

**20. Содержание жирных кислот в филе леща холодного копчения, приготовленного на базе копильного препарата ВНИРО с фитодобавками, мг/100 г сухого вещества**

Жирные кислоты (ЖК)	Экспериментальные образцы с фитодобавками								Контроль-ные образцы	
	Можжевельник (плоды)	Ромашка (цветы)	Календула (цветы)	Мята (листья)	Липа (цветы)	Роза (цветы)	Зверобой (цветы)	Тысячелистник (цветы)	с копильным препаратом ВНИРО	без копчения (подсушенное филе)
Насыщенные (НЖК), всего, % суммы ЖК:	4,0	3,0	2,8	3,0	4,3	3,5	3,3	3,8	4,0	2,0
В том числе:	31,2	31,0	31,5	33,8	34,0	31,0	31,1	32,2	34,4	34,3
12 : 0 (лауриновая)	0,1	0,2	—	—	—	—	0,1	—	—	—
14 : 0 (миристиновая)	3,3	3,3	3,5	4,0	3,5	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
15 : 0 (пентадекановая)	0,8	0,9	0,8	1,0	0,8	0,6	0,7	0,9	0,9	1,2
16 : 0 (пальмитиновая)	20,1	19,5	20,8	21,3	22,8	21,4	21,3	21,0	23,2	21,6
17 : 0 (маргариновая)	1,2	1,3	1,3	1,5	1,3	1,0	1,0	1,2	1,1	1,3
18 : 0 (стеариновая)	4,8	5,2	4,8	5,6	5,2	4,8	4,4	5,2	5,1	5,8
20 : 0 (арахидоновая)	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
22 : 0 (бегеновая)	0,5	0,2	—	—	—	—	0,1	—	—	—
Мононенасыщенные (МНЖК), всего, % суммы ЖК	5,3	4,0	3,8	3,3	5,5	5,3	5,3	5,3	5,3	2,6
В том числе:	42,8	40,2	44,3	39,3	43,0	47,2	48,1	43,3	45,9	44,3
14 : 1 (миристолеиновая)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
16 : 1 (пальмитолеиновая)	10,5	8,8	11,7	9,2	10,9	11,8	14,5	10,5	10,4	9,9
18 : 1 (олеиновая)	25,2	23,9	26,1	23,1	25,3	28,9	26,9	25,5	29,4	27,2
18 : 1 (изомер)	6,0	6,3	5,4	5,5	5,5	5,6	5,6	6,3	4,9	5,7
20 : 1 (гадолеиновая)	0,9	1,0	0,8	1,2	1,0	0,7	0,8	0,8	0,9	1,3
Полиненасыщенные (ПНЖК), всего, % суммы ЖК	3,3	3,0	2,0	2,3	3,0	2,5	2,3	3,0	2,3	1,1
В том числе:	26,0	28,8	24,2	26,9	23,0	21,8	20,8	24,5	21,4	19,7
18 : 2 (линолевая)	4,0	5,3	3,9	4,4	3,7	3,3	2,9	3,7	3,1	3,2
18 : 2 (октадиеновая)	0,4	0,4	0,6	0,4	—	0,4	0,4	0,4	0,6	0,2
18 : 3 (линоленовая)	2,8	3,4	2,3	2,9	2,8	2,6	1,8	2,7	2,1	2,3
18 : 4 (октадекатетрае- новая)	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,2	0,5	0,2	0,2
20 : 2 (эйкозодиеновая)	1,6	1,6	1,2	1,9	1,5	1,1	1,2	1,7	1,6	1,4
20 : 4 (арахидоновая)	3,0	3,2	2,8	3,4	3,0	2,1	2,5	3,0	2,4	2,5
20 : 5 (эйкозопентае- новая)	6,6	7,4	7,2	6,6	5,7	5,7	6,2	6,6	5,8	5,3
22 : 5 (докозопентае- новая)	1,7	1,7	1,6	2,1	1,5	1,3	1,5	1,6	1,7	1,5
22 : 6 (докозгексае- новая)	5,6	5,4	4,2	4,9	4,5	4,8	4,1	4,3	3,9	3,1

При исследовании динамики жирнокислотного состава липидов терпуга в технологии деликатесных ароматизированных пресервов в масле зафиксирована тенденция роста суммарного содержания полиненасыщенных жирных кислот (от 23 до 39%), что объясняется диффузией олеиновой и других жирных кислот из растительного масла, причем отношение жирных кислот семейств  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 в готовых пресервах фиксируется на достаточно высоком уровне (0,54), что позволяет рекомендовать эту продукцию в питании для коррекции диет.

Представляют интерес данные по содержанию ПАУ в жидких копильных средах ВНИРО и образцах филе леща холодного копчения, полученного на основе дифференцированных жидких копильных сред, обогащенных фитодобавками (табл. 21).

Из данных табл. 21 видно, что основную массу ПАУ в жидких копильных средах составляют неканцерогенные ПАУ (фенантрен, пирен, флуорен), в то время как наличие общепринятого индикатора канцерогенности бензо(а)пирена вообще не установлено. При этом наблюдается тенденция к уменьшению суммарного содержания ПАУ в модифицированных средах с фитодобавками, что, очевидно, объясняется сорбционными свойствами последних за счет наличия целлюлозы, лигнина и других биополимеров, входящих в скелет любых частей растений.

Специальные исследования, проведенные в Германии, показали, что в образцах филе леща холодного копчения, приготовленных на базе модифицированных сред, содержание бензо(а)пирена не превышало 0,03 мкг/кг, в то время как в контрольных вариантах (без копчения и с препаратом ВНИРО) оно составляло соответственно 0,02 и 0,03 мкг/кг.

Полученные данные свидетельствуют о высоких пищевых достоинствах, в том числе безопасности, рыбных продуктов бездымного копчения.

## **9. Технологическое оборудование для копчения**

---

Пищевые продукты (мясо, рыба и птица) можно коптить в промышленных условиях, в системе общественного питания и в быту с применением различного технологического оборудования: копильных печей и установок, автокоптилок, термоагрегатов, термокамер, термошкафов, электрокопильных установок и поточных технологических линий.

Любая единица копильного оборудования состоит из копильной камеры (башни, туннеля и др.), в которой осуществляется процесс копчения, и вспомогательных устройств: для выработки



21. Содержание ПАУ в коптильном препарате ВНИРО и модифицированных коптильных средах, полученных путем обогащения ВНИРО фитодобавками, мкг/кг

Соединения	Канцерогенная активность	Препарат ВНИРО	Коптильные среды с фитодобавками									
			Можжевельник (плоды)	Ромашка (цветы)	Календула (цветы)	Мята (листья)	Липа (цветы)	Роза (цветы)	Зверобой (цветы)	Тысячелистник (цветы)		
Фенантрен		0,001	0,046	0,010	0,014	0,005	0,001	0	0,008	0,012		
Пирен		4,75	2,19	3,69	3,34	4,27	0,03	0,67	0,86	2,08		
Хризен	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Флуорантен		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Бензо(а)антрацен	+	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0		
Бензо(б)флуорантен	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Бензо(к)флуорантен	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Перилен		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Бензо(а)пирен	+++	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Бензо(е)пирен	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Бензо(г, h, i)перилен		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Дибенз(а, с)антрацен	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Дибенз(а, h)антрацен	+++	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Дибенз(а, i)пирен	+++	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Дибенз(f, e)пирен		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Дибенз(а, h)пирен		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Коронен		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Флуорен		0,006	0,014	0,020	0,014	0,001	0,020	0,003	0,007	0,015		
Антрацен		0	0	0	0	0	0,010	0	0	0		
Индено(1, 2, 3-с, d)пирен	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Сумма		4,76	2,25	3,72	3,37	4,28	0,06	0,67	0,88	2,11		

Примечание. «+++»; «++»; «+» — соответственно высокая, средняя и низкая канцерогенная активность.

дыма (дымогенераторы); подачи, рециркуляции и отсоса дымо-воздушной смеси (вентиляторы); нагрева и охлаждения воздуха (калориферы, ТЭНы и др.); транспортирования продукта (подвесные пути, клетки, рамы и др.), а также устройств для санитарной обработки, противопожарных систем, контрольно-измерительных и управляющих приборов.

Основная техническая характеристика оборудования для копчения — рабочая вместимость (загрузка) коптильной камеры.

Технологическое оборудование для копчения бывает периодического и непрерывного действия и предназначено для дымового (холодного и горячего) и бездымного копчения. Известно и универсальное оборудование, позволяющее при изменении режимных параметров выполнять все виды копчения.

Перед загрузкой в коптильную камеру рыбное сырье нанизывают на шомпола (прутки, крючки), подвешивают, навешивают на рейки, обвязывают и упаковывают в сетку, устанавливают на рамах, тележках, клетях, укладывают на поддоны; мясное сырье и птицу обвязывают и упаковывают в сетки, подвешивают на рейки, устанавливают на рамах. При копчении продукт может находиться в покое, его можно также перемешать в клетях, тележках, на рамах, подвесках конвейеров. Мелкую рыбу коптят насыпью на специальных поддонах.

Важное значение имеет распределение дымо-воздушной смеси в коптильной камере. В современном коптильном оборудовании применяют сопловую подачу смеси с турбулизацией потока, вследствие чего равномерно удаляется влага и наносится колер на продукт.

## **КОПТИЛЬНЫЕ ПЕЧИ И УСТАНОВКИ**

По конструкции коптильные печи и установки могут быть вертикальными (башенными), горизонтальными (туннельными), камерными, комбинированными (горизонтально-вертикальными) и роторными.

Для холодного копчения применяют обычно вертикальные (башенные) печи. Однако существуют конструкции вертикальных печей для горячего копчения. Сырье в вертикальных печах перемещается на подвесках конвейера. Вертикальные печи для холодного копчения относят к периодически действующим, но с непрерывным движением сырья на конвейере в процессе обработки. Горизонтальные коптильные печи применяют для холодного и горячего копчения. Камерные печи относятся к печам периодического действия, в которых продукт находится в неподвижном состоянии, а режимы процесса последовательно изменяются. Загрузку и выгрузку в этих печах можно выполнять с одной стороны или с двух противоположных. Рыба в горизонтальных

печа размещается в напольных тележках или клетях на подвесных путях.

К коптильным печам непрерывного действия относят туннельные печи. В этих печах рыба в тележках движется непрерывно или циклично. Туннельная печь разделена на зоны с различными режимами обработки, которые продукт проходит во время процесса. Туннельные печи по сравнению с башенными занимают большие производственные площади. Применение тележек или клеток затрудняет механизацию производства.

Комбинированные печи (горизонтально-вертикальные) сочетают в себе достоинства двух видов печей. Рыба в этих печах движется на подвесках конвейера, проходит в горизонтальном направлении все зоны, двигаясь в каждой зоне вертикально: вверх—вниз—вверх. Применение такого конвейера позволяет механизировать процессы загрузки и выгрузки прутков с рыбой, выделить зоны обработки, уменьшить производственные площади и организовать непрерывную работу печи.

Наиболее механизированными печами являются роторные. В печах существующих конструкций мелкую рыбу обрабатывают практически в одном режиме. Рыба коптится насыпью последовательно, продвигаясь горизонтально-вертикально по ступенькам.

Коптильные печи при соответствующем режиме работы могут быть использованы также для производства вяленой или провешной рыбы.

**Башенные коптильные печи.** Башенная коптильная печь конструкции *Гипрорыбпрома* предназначена для холодного копчения рыбы и производства балычных изделий. Она представляет собой вертикальную башню, внутри которой размещается устройство для транспортирования рыбы — двухцепной конвейер, ветви которого соединяются подвесками. В верхней части башни расположена приводная станция, в нижней — натяжная. Полотно конвейера движется со скоростью 0,017 см/с. Подвески представляют собой горизонтальные траверсы, к которым прикрепляют по пять вертикальных кронштейнов. На кронштейнах имеются полки с гнездами для укладки в них шомполов с рыбой. Шаг подвесок составляет 1200 мм, длина шомполов — 5050 мм. Шомпола навешиваются в четыре ряда.

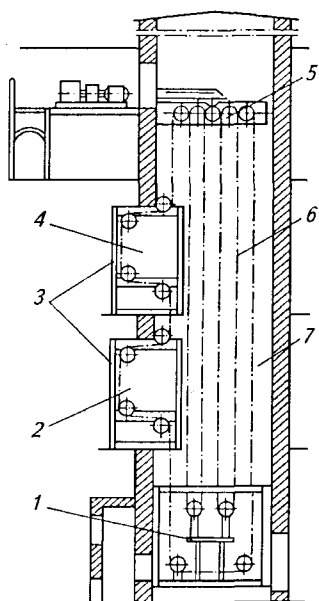
Конвейеры имеют четыре вертикальные ветви с подвесками. Одну из ветвей используют для загрузки и выгрузки рыбы на разных этажах башни. В местах загрузки и выгрузки для удобства навешивания и съема шомполов установлены обводные звездочки, выводящие цепи с подвесками из шахты башни. Загрузочные и разгрузочные проемы закрываются подъемными дверями, уравновешиваемыми грузом. На случай заклинивания цепи или подвесок имеется устройство, устанавливаемое на каждой ветви и автоматически выключающее электропривод конвейера.

Дымо-воздушная смесь при копчении поступает в нижнюю часть башни и выходит из верхней. В процессе копчения конвейер движется по всей башне, что создает одинаковые условия для всей обрабатываемой рыбы. Генерация дыма в процессе копчения с температурой 40 °С обеспечивается дымогенератором, подающим дым в смесительную камеру. При копчении поступление наружного воздуха в смесительную камеру прекращается.

В зависимости от производительности коптильную печь выполняют четырех типов (табл. 22).

## 22. Технические характеристики различных типов башенной коптильной печи конструкции Гипрорыбпрома

Показатель	Тип башенной коптильной печи			
	1	2	3	4
Максимальное расстояние между приводными и натяжными звездочками, мм	13900	15750	18150	25350
Длина рабочего полотна, м	58,8	67,2	76,8	105,6
Число подвесок	4200	4700	5400	7400
Масса загружаемой рыбы, кг	3300	3760	4300	5900
Масса металлоконструкций с подвесками и шомполами, кг	10530	10859	11241	12377



Башенную печь ИТЛ-01 (рис. 20) в составе механизированной линии ИТЛ-1 применяют для холодного копчения рыбы и балычных изделий. Вместимость печи по сельди составляет 1800 кг, по другим видам рыб — до 2400 кг.

Печь представляет собой вертикальную строительную конструкцию с внутренним поперечным сечением 2520 × 1410 мм. Внутри ее движется двухцепной бесконечный конвейер с подвесками, на которые укладывают по два прутка с нанизанной рыбой. Шаг подвесок 508 мм. Скорость движения конвейера 0,02 м/с.

Рис. 20. Схема башенной коптильной печи ИТЛ-01:

1 — натяжная станция; 2 — загрузочный вывод; 3 — двери; 4 — разгрузочный вывод; 5 — приводная станция; 6 — конвейер; 7 — корпус печи

Копчение рыбы продолжается 20 ч. В процессе копчения в печь подается дымо-воздушная смесь температурой 27 °С, по окончании копчения — охлажденный воздух. После охлаждения рыбы печь разгружают. Мощность электропривода печи 2,2 кВт, габаритные размеры блока из двух печей 3410 × 4090 × 18 300 мм. Масса без строительной части при механической загрузке 7362 кг, при ручной — 8018 кг.

Автокоптилка малая АМ-360 (рис. 21) состоит из многоэтажной вертикальной кирпичной или железобетонной шахты размером 2,5 × 3,2 м. Полезная нагрузка автокоптилки составляет 12 420 кг.

В верхней части автокоптилки располагается привод, работа которого осуществляется от электродвигателя мощностью 5,5 кВт через червячный редуктор 2 электродвигателя и цепную передачу. Посредством цепной передачи вращение передается на червячные редукторы 4. На вал червячного колеса этих редукторов насажены приводные звездочки 5, на которые навешиваются две пластинчато-шарнирные цепи, движущиеся в вертикальном направлении.

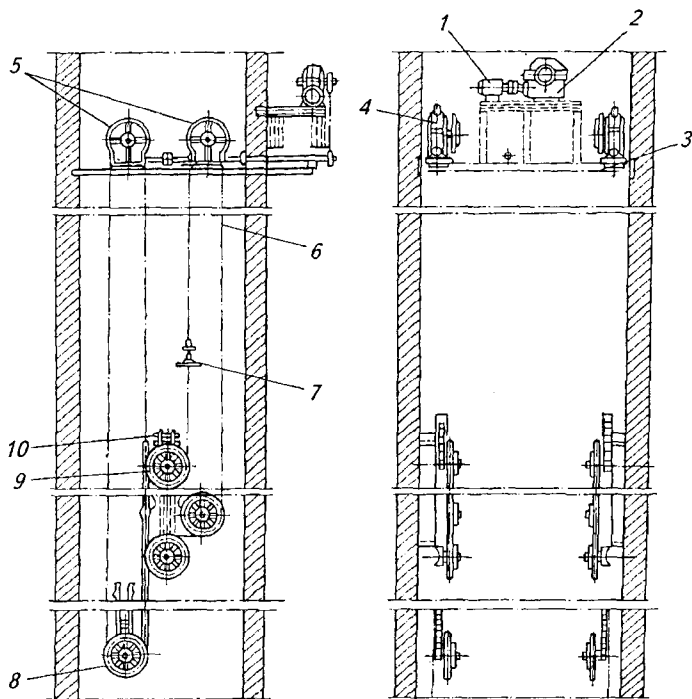


Рис. 21. Автокоптилка малая АМ-360:

1 — электродвигатель; 2, 4 — редукторы; 3 — цепная передача; 5, 7, 8 — звездочки; 6 — цепи; 9 — траверсы; 10 — натяжная станция

Цепи соединены между собой траверсами люлечного типа, подвешенными на шарнирах так, что они все время сохраняют горизонтальное положение. Скорость движения цепи 0,016 м/с. Траверсы в количестве 107 шт. предназначены для навешивания продукта. Шаг между траверсами 900 мм. Цепи автокоптелки натягиваются двумя натяжными станциями грузового типа и состоят из оси, вращающейся в двух подшипниках скольжения, смонтированных в ползунах, и двух звездочек 8, 9, из которых одна фиксируется шпонкой, а другая насажена по скользящей посадке. В целях предотвращения аварии транспортного механизма автокоптелки предусмотрено специальное автоматическое устройство, которое выключает электродвигатель привода с одновременной световой и звуковой сигнализацией при застопоривании одной из ветвей конвейера.

В нижней части здания шахты расположена топка. От нее дымо-воздушная смесь свободно поднимается по всей шахте, равномерно воздействуя на продукт на траверсе. В верхней части автокоптелки располагается дымовая камера, потолок которой снабжен шиберами для регулирования потока дымо-воздушной смеси.

Автокоптелка загружается и выгружается при движущейся цепи после предварительного подогрева шахты. Загрузочные и разгрузочные двери устраивают в соответствии с расположением технологических отделений. Масса автокоптелки составляет 6300 кг.

Башенные коптильные установки обеспечивают равномерную обработку продукта дымо-воздушной смесью. К недостаткам относят сложность выполнения строительной части, а также отсутствие механизации по загрузке и выгрузке шомполов с рыбой.

**Туннельные коптильные печи и установки.** Установка Н11-ИКБ предназначена для холодного копчения рыбы различных видов и размеров и вяления рыбы (рис. 22). При обработке ставриды и скумбрии производительность установки составляет 4 т/сут, продолжительность копчения — 21—24 ч.

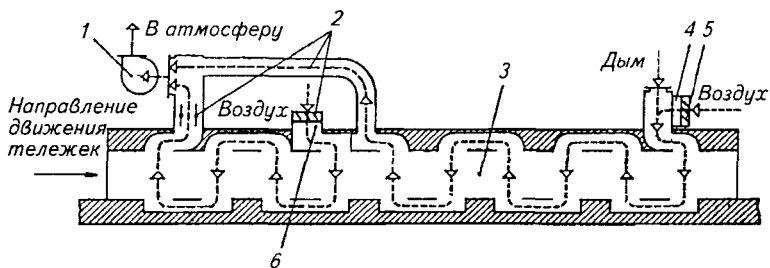


Рис. 22. Схема туннельной коптильной установки Н11-ИКБ:

1 — вентилятор; 2, 5 — клапаны; 3 — туннель; 4, 6 — калориферы

Установка изготовлена по традиционной туннельной схеме с копчением рыбы на тележках. Основные узлы: два автономных коптильных туннеля, дымогенераторы, тепловентиляционная система, система обогрева (пароводяные коллекторы), система контроля и регулирования технологических режимов.

Конструкция установки представляет собой два одинаковых параллельных коптильных туннеля, расположенных в одном корпусе и работающих автономно и независимо один от другого. Корпус выполнен из строительных материалов (кирпич, бетон, керамзит, минераловатные плиты и др.).

Копчение рыбы, нанизанной на прутки, производится на тележках. Каждый туннель по длине условно разделен на 21 секцию, длина каждой секции приблизительно равна длине тележки. Передняя стенка каждой тележки выполнена из листового материала. Тележки вручную поочередно вкатывают в первую секцию туннеля до захвата собачки тележки тяговой цепью конвейера, перемещающего тележки по туннелю. Рыба вначале проходит зону подсушки, занимающую первые 9 секций, затем переходит в зону копчения, занимающую остальные 12 секций. Сплошные передние стенки тележек, следующих в туннеле вплотную одна за другой, и переходы, встроенные в верхнюю и нижнюю части туннеля, образуют пути, по которым движутся воздух и дымо-воздушная смесь при копчении рыбы. Туннель может работать в двух режимах: при отдельном использовании зон подсушки и копчения и при прохождении смеси через все секции.

В зону подсушки воздух поступает через клапаны и калорифер. В конце зоны подсушки он входит сверху в восьмую от начала туннеля секцию, проходит сверху вниз в нижней части туннеля, в переходе поворачивает, проходит снизу вверх и т. д. поочередно, меняя свое направление до второй секции, и отсасывается вентилятором в атмосферу. На пути следования воздуха в верхних и нижних переходах установлены коллекторы, при помощи которых поддерживается необходимая температура. Каждая нечетная секция не включена в путь следования воздуха или дымо-воздушной смеси. В этих секциях происходит частичное перераспределение влаги для интенсификации процесса.

Дым в зону копчения подается от двух дымогенераторов типа ЕЛРО при помощи вентилятора. Перед входом дым смешивается со свежим воздухом в смесительной камере, куда воздух поступает через калорифер и клапаны, регулирующие его объем.

Через пороги камеры, где отделяется конденсат дыма, дымо-воздушная смесь вводится в конце туннеля сверху в двенадцатую секцию. Меняя свое направление в нижних и верхних переходах туннеля, смесь поочередно проходит все четные секции сверху вниз и снизу вверх и выводится наружу из верхней части десятой секции при помощи вентилятора зоны подсушки. Системы рециркуляции дыма установка не имеет. В нижних и верхних пере-

ходах зоны копчения имеются коллекторы для поддержания необходимой температуры смеси.

При перекрытии клапанами потока дымо-воздушной смеси на выходе из десятой секции она проходит через весь туннель, включая секцию подсушки. В этом случае клапан на входе воздуха в зону подсушки не закрывается.

Система обогрева имеет две самостоятельные части — для основного обогрева и для подогрева. Система основного обогрева работает на горячей воде. Расход воды составляет  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$  при температуре  $80\text{—}95^\circ\text{C}$ . Система подогрева, коллекторы которой расположены в верхних и нижних переходах туннеля, работает на паре. Расход пара составляет  $200 \text{ кг}/\text{ч}$ .

Система контроля и регулирования технологического режима работы установки предусматривает контроль температуры копильной среды в четырех точках туннеля, температуры воды в системе обогрева, автоматическое регулирование температуры копильной среды и обогревающей воды, дистанционное управление всеми клапанами для регулирования скорости потоков дымо-воздушной смеси и воздуха.

Потребляемая мощность установки составляет  $34 \text{ кВт}$ , габаритные размеры без труб и дымогенераторов  $20\ 250 \times 3314 \times 3855 \text{ мм}$ , масса без бетона и кирпичей  $32\ 000 \text{ кг}$ .

Установка конструкции Мурманского рыбокомбината также относится к туннельным копильным установкам (рис. 23). Она предназначена для холодного копчения рыбы различных видов. Производительность установки по палтусу составляет на один туннель  $3500 \text{ кг}/\text{сут}$ , по океанической рыбе —  $1750 \text{ кг}/\text{сут}$ .

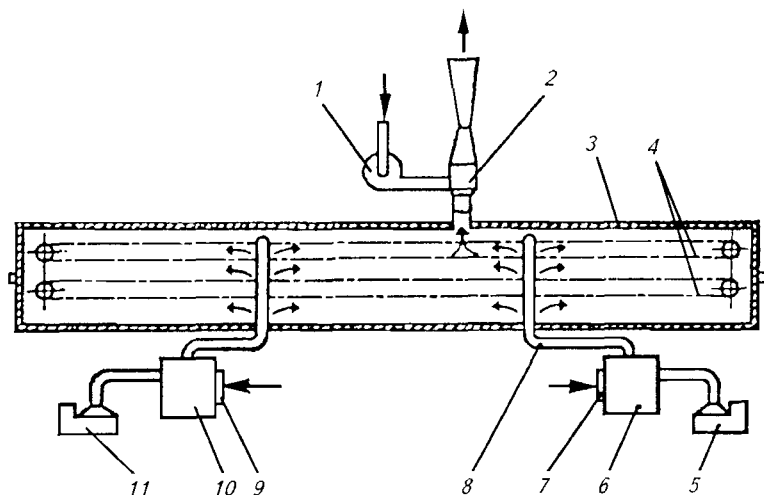


Рис. 23. Схема туннельной печи Мурманского рыбокомбината:

1 — вентилятор; 2 — эжектор; 3 — туннель; 4 — цепные конвейеры; 5, 11 — дымогенераторы; 6, 10 — смесительные камеры; 7, 9 — калориферы; 8 — коллектор



Эта установка выполнена в виде двух спаренных прямоугольных туннелей с дверями на противоположных сторонах, работающих независимо друг от друга. В каждом туннеле один над другим размещены два бесконечных двухцепных конвейера с подвесками для шомполов с рыбой. В зависимости от размера рыбы на каждую подвеску навешивают от одного до трех шомполов с рыбой. В процессе копчения после загрузки шомполов с рыбой оба конвейера непрерывно движутся в туннеле со скоростью 0,012 м/с.

Дым, вырабатываемый дымогенератором ПСН-2, через регулируемую заслонку подается в смесительную камеру. Сюда же из наружного помещения через регулируемую заслонку и калорифер подается свежий воздух. Из смесительной камеры через регулируемую заслонку дымо-воздушная смесь по вертикальному коллектору поступает в туннель. На один туннель работают две системы, подающие смесь через два коллектора в разных местах туннеля. Каждый коллектор расположен примерно на одной четверти длины туннеля от его торцевых частей.

Использованная дымо-воздушная смесь отсасывается из средней части туннеля при помощи воздушного эжектора, работающего от вентилятора. Этот эжектор создает в туннеле разрежение, за счет которого в туннель через смесительную камеру засасываются дым и кондиционированный воздух.

Габаритные размеры двухтуннельной коптильной установки составляют 40 340 × 5080 × 3830 мм.

*Двухтуннельная коптильная печь Н11-ИКА* предназначена для горячего копчения рыбы. Производительность печи составляет 1400 кг/ч при обработке рыбы длиной 90—170 мм. Продолжительность копчения можно изменять от 35 мин до 4,5 ч. Скорость движения конвейеров регулируют вариатором. Печь Н11-ИКА имеет камеру охлаждения, в которой охлаждение производится наружным воздухом при помощи вентиляционной системы.

Габаритные размеры печи составляют 17 980 × 7815 × 2676 мм, мощность установленных электроприводов — 36 кВт, расход дров и опилок — около 2 м<sup>3</sup>/ч.

*Двухтуннельная коптильная печь ИКУ-1* (рис. 24, а) предназначена для горячего копчения мелкой рыбы (кильки, салаки) при производстве шпротов. Производительность печи по сырью 6200 кг в смену.

Печь и комплектующие ее устройства располагают на двух этажах. На нижнем этаже устанавливают дымогенераторы, калориферы и щит управления, на верхнем — коптильные туннели.

Оба туннеля печи работают независимо друг от друга, рыба в них перемещается в клетях по монорельсу, расположенному в верхней части туннеля. Рыбу накалывают на прутки, устанавливаемые в клеть. По длине туннеля размещены 10 клетей с шагом 500 мм (на одну клеть). Клетки движутся на цепном конвейере по монорельсу, цикл перемещения составляет 6—8 мин.

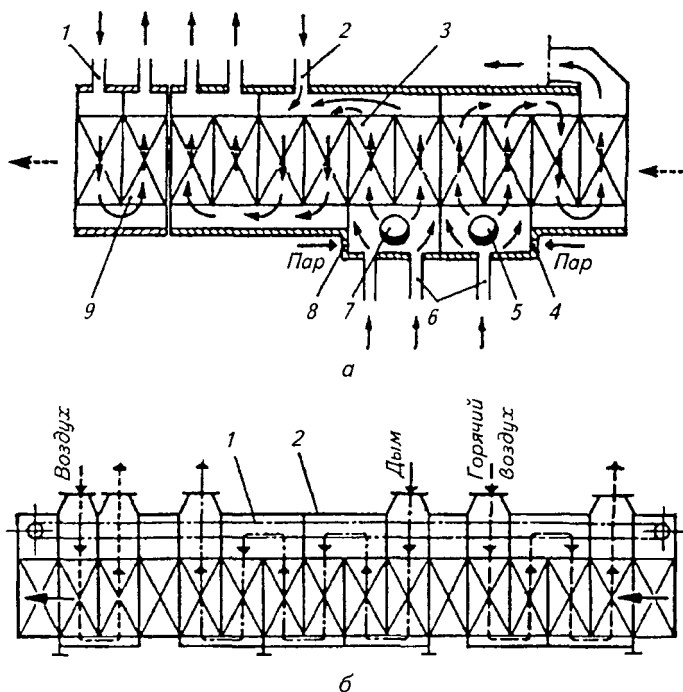


Рис. 24. Коптильные туннельные печи:

*a* — ИКУ-1: 1 — подвод охлаждающего воздуха; 2, 5, 7 — подводы горячего воздуха; 3 — туннель; 4, 8 — подводы пара; 6 — подводы дыма; 9 — охлаждающие секции; *б* — СА-2-1: 1 — цепной конвейер; 2 — туннель

Туннель имеет 10 активных секций. В каждой секции среда движется поочередно сверху вниз и снизу вверх, в каждой последующей секции направление изменяется. В первой и второй секциях с начала туннеля рыба подсушивается, в третьей и четвертой — пропекается или проваривается, в остальных секциях происходит собственно копчение. Имеются две дополнительные отдельно стоящие секции — одиннадцатая и двенадцатая, в которых рыба охлаждается.

Дым генерируется четырьмя дымогенераторами ЕЛРО — по два на каждый туннель. Горячий воздух нагревается двумя паровыми калориферами КФСР-8. Расход опилок составляет 60 кг/ч, пара — 1660—2000 кг/ч в зависимости от температуры наружного воздуха. Расход воздуха на термообработку составляет 1800 м<sup>3</sup>/ч, на охлаждение — 6280 м<sup>3</sup>/ч. Мощность установленных электродвигателей печи 42 кВт.

Туннельная коптильная печь СА-2-1 (рис. 24, б) предназначена для горячего копчения рыбы при производстве шпротов. Печь представляет собой два параллельных и работающих независимо

друг от друга горизонтальных туннеля в виде стальных каркасов, закрытых алюминиевыми листами и термоизолированных асбестом. По потолку каждого туннеля расположен монорельс, по которому движутся клетки с рыбой при помощи бесконечного цепного конвейера. Продолжительность обработки рыбы при изменении циклов можно соответственно изменять от 30 мин до 8 ч. В туннеле одновременно находится 16 клетей с рыбой.

Туннель по длине условно разделен на 16 секций, образующих различные зоны термообработки рыбы. Размеры секции соответствуют размерам клетки. Сплошные стенки клетей и воздуходувы, расположенные в верхней и нижней частях туннеля, образуют каналы, по которым воздух или дымо-воздушная смесь проходит по петлеобразной трассе в вертикальном направлении попеременно снизу вверх и наоборот.

Коптильная печь оборудована системами контроля и автоматического регулирования температуры в зонах. Мощность установленного электропривода составляет 4,4 кВт, масса — 16 250 кг. Габаритные размеры двухтуннельной печи 13 000 × 2890 × 2980 мм.

*Двухтуннельная печь Мурманского рыбокомбината* (рис. 25) непрерывного действия предназначена для горячего копчения рыбы

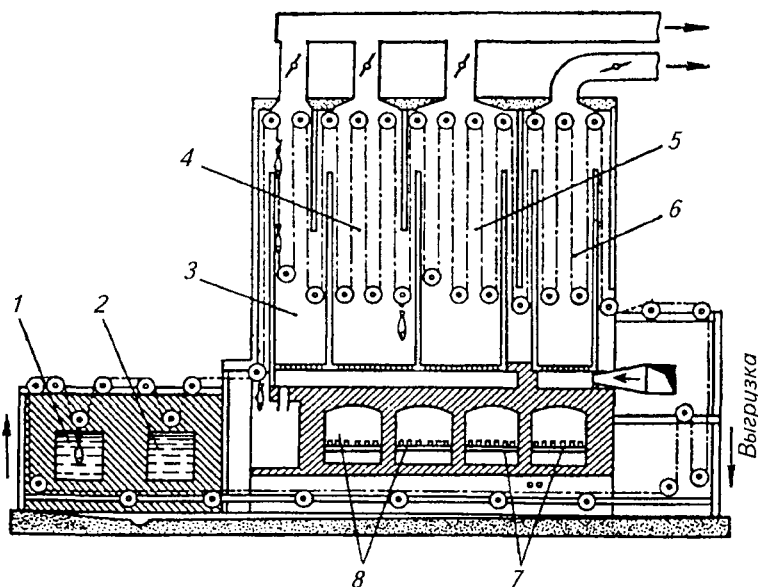


Рис. 25. Двухтуннельная печь Мурманского рыбокомбината:

1 — ванна для ополаскивания рыбы; 2 — ванна с коптильной жидкостью; 3 — зона подсушки; 4 — зона проваривания; 5 — зона копчения; 6 — зона охлаждения; 7 — дымогенераторы; 8 — calorifiers

различных видов и может работать на коптильной жидкости. Производительность печи 0,6—0,3 т/ч в зависимости от размера рыбы.

Печь выполнена из бетона с внутренней металлической облицовкой. Туннели работают независимо друг от друга и разделены металлическими перегородками на четыре зоны. В первой зоне рыба подсушивается при температуре 40—70 °С, во второй проваривается при температуре 100—140 °С, в третьей коптится при 90—100 °С, в четвертой охлаждается.

Внутри печи рыба движется на съемных подвесках и двухцепном бесконечном конвейере, проходящем через все зоны. Рыбу навешивают поштучно на крючки подвесок. Навешенная рыба последовательно проходит на конвейере специальную ванну для ополаскивания водой (при необходимости), ванну с коптильной жидкостью, зоны подсушки, проваривания, копчения и охлаждения. Охлажденную рыбу выводят из печи и снимают с подвесок. Пустые подвески по специальному туннелю под печью возвращаются на конвейер к месту загрузки, проходя одновременно мойку горячей водой, подаваемой под давлением.

Конвейер каждого туннеля имеет свой электропривод. Общая мощность электродвигателей печи составляет 33,6 кВт. Скорость конвейера регулируется при помощи вариатора. Продолжительность копчения при этом может составлять от 57 мин до 7 ч 30 мин. Имеется автоматическая система поддержания температуры топочных газов.

**Роторные коптильные печи.** Коптильно-сушильная печь ИДП-2,5 (рис. 26) предназначена для холодного копчения и вяления рыбы различных видов и имеет производительность по рыбе холодного копчения 2,5 т/сут, по провесной — 2,5, по вяленой — 0,5 т/сут.

Корпус печи представляет собой строительную конструкцию, внутри которой имеется цилиндрическая камера. Над камерой устанавливаются вентиляционную систему и привод ротора. Внутри

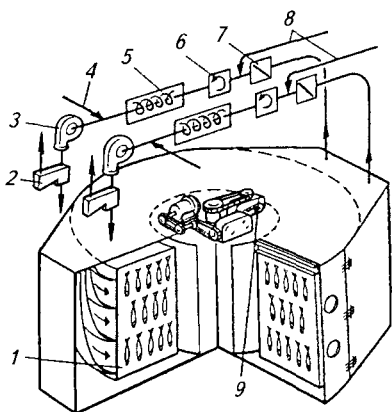


Рис. 26. Коптильно-сушильная печь ИДП-2,5:

- 1 — клеть; 2 — смолосборник; 3 — вентилятор; 4 — воздуховоды; 5 — калорифер;
- 6 — смеситель; 7 — шибер; 8 — дымоходы;
- 9 — привод

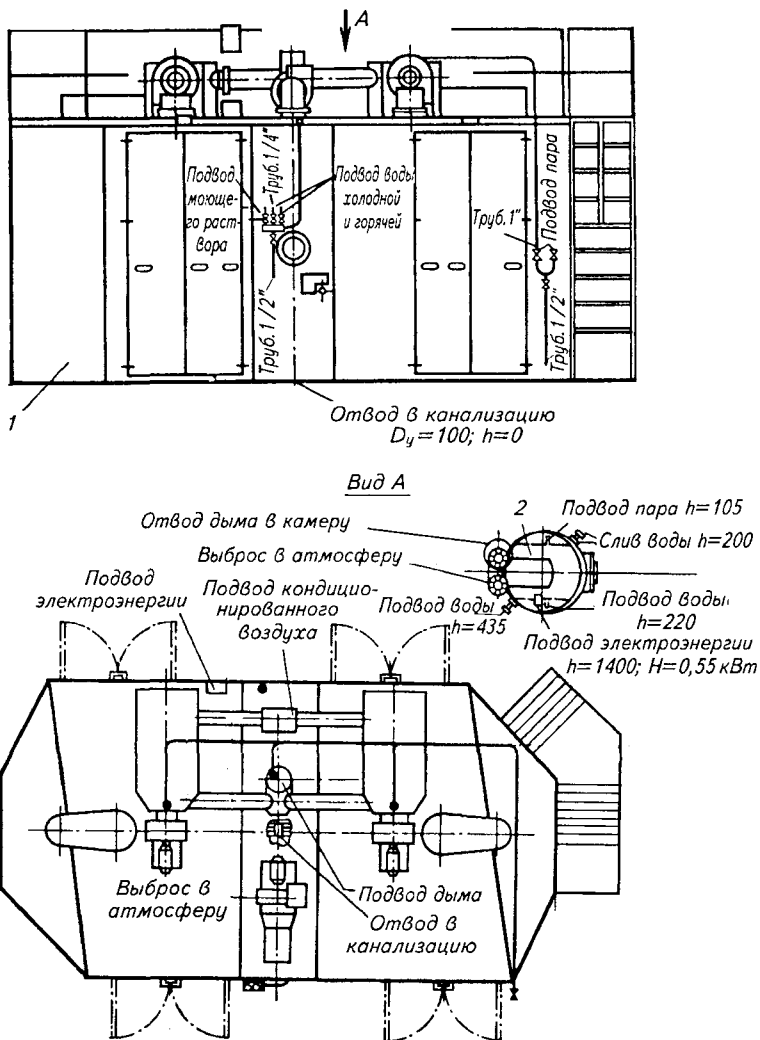
камеры смонтирован ротор, выполненный в виде вертикального вала на подшипниках и 14 консольных балках, скрепленных в верхней части. На ротор навешивают клетки с рыбой. На противоположных сторонах камеры имеются двери, через которые на консольные балки навешивают или снимают с них 14 клеток с рыбой по одной на каждую балку. Балки выполнены в виде монорельсов, клетки в верхней части имеют колесные тележки и накатываются на балки по цеховым монорельсовым путям.

Центральная часть ротора огорожена сплошной обечайкой, ограничивающей распространение дымо-воздушной смеси. В середине камеры перпендикулярно расположению дверей находятся вводы и выходы дымо-воздушной смеси. На вводе имеются жалюзи с регулируемыми щелями для равномерного распределения потоков по высоте камеры. Листы жалюзи оканчиваются желобами для улавливания и сбора частиц смолы. Камера по диагонали условно разделена на две зоны со своими вводами и выводами смеси и системой вентиляции. Эта система обеспечивает в зонах разность температур 4—5 °С. Клетки с рыбой на роторе вращаются в камере с регулируемой частотой (от 1,08 до 2,16 об/ч) и через 0,5—1 ч соответственно совершают полный оборот, проходя обе зоны. В зоне с более низкой температурой происходит перераспределение влаги — из внутренних слоев рыбы влага переходит к наружным. В зоне с повышенной температурой влага испаряется, копильные компоненты оседают на поверхности рыбы и диффундируют во внутренние слои. Такой процесс повторяется циклично.

Система санитарной обработки печи представляет собой трубу с 15 насадками, установленную в нише камеры. В трубу подается вода или моющий раствор, вращающийся с пустыми клетками ротор промывается струями воды, которая стекает в канализацию.

Мощность электропривода печи 1,5 кВт, вентиляторов 20 кВт, электрокалориферов 72 кВт, габаритные размеры печи 9100 × × 7100 × 3950 мм, масса 6820 кг.

*Центробежная установка Н10-ИВЦ-1-03* (рис. 27) состоит из следующих основных частей: камеры, двух роторов, клеток с решетками, щита электрооборудования, дымогенератора, стрелки. Камера обеспечивает возможность поддерживать в рабочем объеме заданную температуру и влажность воздуха или дымо-воздушной среды. Камера — это восьмигранная конструкция с пролетным фронтальным расположением четырех двухстворчатых дверей, выполнена из щитов прямоугольной формы, имеющих сварной каркас. Последний обшит листовой сталью и заполнен внутри теплоизоляцией. В одном из центральных щитов смонтированы иллюминатор для визуального наблюдения за работой роторов и панель с датчиками температуры и емкостью для воды. Основание камеры заливают бетоном. Пол камеры выполнен с уклоном от



**Рис. 27. Центробежная установка Н10-ИВЦ-1-03:**  
 1 — камера; 2 — дымогенератор

продольных боковых граней к центру, где имеется сток для отвода моющего раствора при санитарной обработке в цеховую канализацию. Потолок камеры изготовлен из пяти сварных щитов, которые соединены между собой и прикреплены к боковым щитам с помощью болтов. В потолке предусмотрены пять отверстий: два для подачи в камеру воздуха или дымо-воздушной смеси вентиляторами рециркуляции, два для отбора воздуха или смеси и одно для выброса из камеры в атмосферу воздуха или смеси вентилятором выброса. Сверху на потолочных щитах расположены электрокалориферы, вентиляторы выброса смеси и рециркуляции, электроприводы роторов. В гнездах основания камеры установлены два ротора, опирающихся верхней своей частью на ролики в потолочных щитах.

Ротор приводится в движение от привода, в состав которого входят электродвигатель, промежуточный и приводной валы, соединенные между собой клиноременной передачей.

Клеть предназначена для размещения решет с рыбой и их транспортировки. На решетках рыба раскладывается в один слой. Они выполнены в виде рамки размером 1000 × 100 мм, на которую натянута сетка ячеей 10 × 10 мм.

Установка работает следующим образом. Клетки с рыбой вращаются вокруг вертикальной оси в рециркулирующем потоке дымо-воздушной смеси или воздуха с заданными технологическими параметрами. Полный цикл работы установки для получения готовой продукции включает 3 режима: I — подсушка, II — копчение (вяление), III — удаление влаги.

Клетки с разложенным на решетках соленым полуфабрикатом закатываются в камеру и закрепляются на роторе; двери закрываются. На регуляторах времени и температуры, расположенных на щите электрооборудования, устанавливают параметры времени и температуры для каждого режима в зависимости от вида рыбы. Открывается заслонка подвода свежего воздуха, отверстие всасывания дымо-воздушной смеси из камеры прикрывается на  $1/2-1/4$  его сечения в зависимости от температуры поступающего воздуха, тумблер переключения режимов устанавливают в положение автоматического или ручного управления циклом. Включают привод ротора и вентиляторы рециркуляции. При автоматическом режиме включаются электрокалориферы для достижения нужной температуры; при ручном управлении циклом электрокалориферы включают вручную. При достижении в камере необходимой температуры включается вентилятор выброса дымо-воздушной смеси в атмосферу.

Заслонку выброса дымо-воздушной смеси необходимо установить в такое положение, при котором в камере поддерживается постоянная температура и обеспечивается максимально возможный выброс воздуха из камеры. Воздух при помощи вентиляторов рециркуляции через электрокалориферы, где он нагревается, на-

гнетается в камеру. Окончание I режима определяется по полному удалению с поверхности рыбы капель влаги и образованию легкой корочки. Включается II режим — в камеру подается дым. По истечении времени копчения подача дыма в камеру прекращается и начинается режим окончательной подсушки (III режим); заслонка вентилятора выброса открывается полностью. По окончании III режима выключаются вентиляторы выброса и рециркуляции, останавливаются роторы, срабатывает звуковой сигнал. Кнопкой «Конец программы» отключают звуковой сигнал и, открыв двери камеры, клетки транспортируют по подвесным путям к месту выгрузки и упаковки готовой продукции.

*Техническая характеристика установки Н10-ИВЦ-1-03*

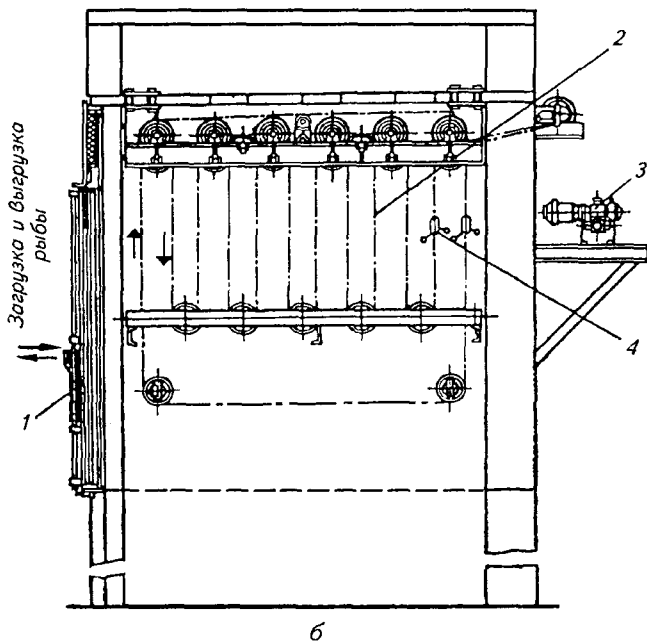
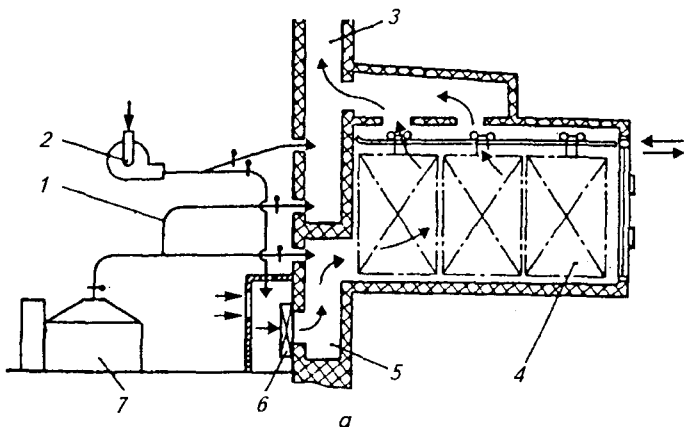
Производительность техническая по холодному копчению, т/сут:	
сардины	1,24
мойвы	0,98
ставриды океанической	0,8—1,0
ставриды черноморской	1,04
Установленная мощность, кВт	51,2
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	5800
Расход на одну санитарную обработку:	
пара давлением 0,15—0,25 МПа, кг/ч	10,0
холодной воды, м <sup>3</sup> /ч	1,7
горячей воды температурой 60—65 °С, м <sup>3</sup> /ч	1,7
2%-ного щелочного раствора, м <sup>3</sup> /сут	1,5
Продолжительность пропаривания, мин	15—20
Расход древесных опилок влажностью 20—35 %, кг/ч	15
Масса соленого полуфабриката, загружаемого на одно решето, кг	3—11
Частота вращения клеток, об/мин	14,9
Температура воздуха и дымо-воздушной смеси в камере, °С	До 40

**Камерные коптильные печи и установки.** Камерные коптильные печи и установки получили наибольшее распространение для копчения продуктов. В этом оборудовании осуществляется как дымовое, так и бездымное копчение.

*Камерная печь для холодного копчения* (рис. 28, а) выполнена как строительная конструкция с внутренними размерами 3300 × 1635 × 2200 мм. В камеру по монорельсу через торцевую двухстворчатую дверь закатывают три клетки с рыбой. С противоположной стороны расположено отверстие для подачи дымо-воздушной смеси, в потолочной части — отверстия для ее вывода после использования. Приток дымо-воздушной смеси в камеру обеспечивается за счет разрежения, создаваемого в ней при помощи специального вентилятора, который отсасывает использованную смесь.

Для получения дыма служит дымогенератор, обслуживающий обычно три камерные трехклетевые печи. Свежий дым поступает в смесительную камеру, в которую также подается рециркуляционная часть дымо-воздушной смеси. Из смесительной камеры





**Рис. 28. Камерные печи для холодного копчения:**

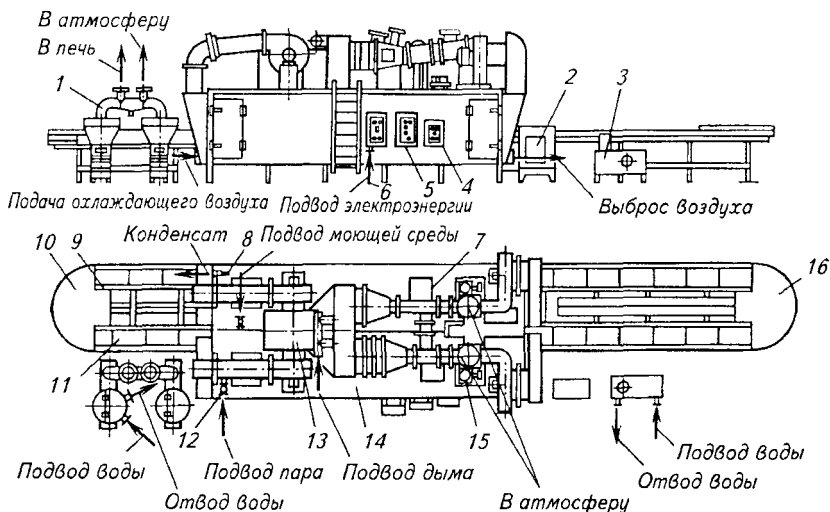
*а* — немеханизованная: 1 — аварийный дымовод; 2 — вентилятор; 3 — вытяжная труба; 4 — камера; 5 — смешительная камера; 6 — калорифер; 7 — дымогенератор; *б* — механизированная: 1 — дверь; 2 — цепной конвейер; 3 — привод; 4 — подвески

смесь поступает в коптильную камеру, откуда после использования отсасывается центробежным вентилятором. Одна часть смеси после вентилятора выбрасывается в атмосферу, другая направляется на рециркуляцию, их доли регулируются заслонками с электроприводами.

На рис. 28, б показана механизированная камера для холодного копчения рыбы и производства балыков. Конструктивно камеры имеют отличие только в конвейерной части, предназначенной для перемещения рыбы во время копчения. Внутри камеры расположен двухцепной конвейер с рейками, на которые навешивают шомпола с нанизанной рыбой. Балыки навешивают непосредственно на рейки. Конвейер имеет 12 вертикальных ветвей, на которых рыба в процессе копчения движется в вертикальном направлении попеременно вверх—вниз—вверх.

Производительность камер холодного копчения рыбы и производства балыков составляет соответственно 700 и 400 кг/сут по готовой продукции.

Коптильная печь Н29-ИКЗ (рис. 29) предназначена для горячего копчения рыбы мелких видов. Она состоит из следующих основных элементов: камер подсушки, копчения и охлаждения, тяговой цепи с противнями, загрузочного и разгрузочного конвейера



**Рис. 29. Коптильная печь Н29-ИКЗ:**

1 — узел образования дыма; 2 — панель управления; 3 — гидравлическая станция; 4 — щит сигнализации; 5 — щит контроля; 6 — шкаф управления; 7 — камера охлаждения; 8 — камера подсушки; 9 — тяговая цепь; 10 — загрузочный конвейер; 11 — противовес; 12 — паропровод и система орошения; 13 — дымо-воздушная система; 14 — камера копчения; 15 — привод конвейера; 16 — конвейер

ров, дымо-воздушной системы, привода конвейера, гидравлической станции, панели управления, паропровода и системы орошения, щита сигнализации, шкафа управления, щита контроля, узла дымообразования.

Камеры подсушки, копчения и охлаждения скомпонованы в сборном каркасе. Внутри камер на стойках каркаса закреплены направляющие с 445 противнями для укладки рыбы. Перемещение тяговой цепи с противнями по направляющим каркаса печи обеспечивается двумя ведущими барабанами. Они выполнены из трубы с приварными звездочками с шагом 120 мм, по которым обкатывается втулочно-роликовая цепь. В верхней части барабанов установлены приводные звездочки, связанные втулочно-роликовой приводной цепью с приводом.

В зонах загрузки рыбы и выгрузки готовой продукции цепь выходит из камеры, образуя загрузочный и разгрузочный конвейеры. Рыба на противнях поступает в камеру подсушки, где подсушивается при температуре 40—80 °С, затем переходит в камеру копчения, в которой проваривается и коптится при температуре 90—110 °С. В камере охлаждения рыба охлаждается воздухом, поступающим из производственного помещения, и выводится из печи разгрузочным конвейером. Готовую продукцию упаковывают в подготовленную тару.

При помощи дымо-воздушной системы обеспечиваются подготовка смеси с заданными технологическими параметрами, распределение ее в камерах и удаление отработанной смеси в атмосферу. Система состоит из смесительных камер, калориферов КПБ8-П, камер всасывания, всасывающих воздуховодов, вентиляционных установок с центробежными вентиляторами типа Ц4-70 № 6. Все оборудование дымо-воздушной системы установлено и закреплено на каркасе коптильной печи. Узел дымообразования состоит из двух дымогенераторов, фильтра очистки, заслонок, системы водоснабжения, смолосборника.

Панель управления предназначена для размещения контрольной, регулирующей и распределительной аппаратуры.

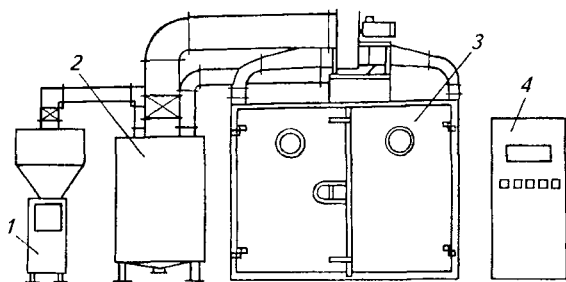
Производительность по разделанной мойве 1550—2450 кг в смену, скорость движения конвейера 0,03—1 м/с. Время технологического цикла: подсушка — 68 мин, копчение — 106 мин, охлаждение — 26 мин. Расход воздуха 12 000 м<sup>3</sup>/ч. Нагреватель дымо-воздушной смеси — насыщенный пар давлением 400—600 кПа, расход пара 750 кг/ч. Установленная мощность 40 кВт, габаритные размеры 20 240 × 5150 × 4000 мм, масса 24 500 кг.

Ранее на российских рыбообработывающих предприятиях для копчения применяли главным образом отечественные коптильные установки марок Н20-ИК2А, Н20-ИХ2А, Н20-ИК2Б, выпускавшиеся рыболовецким колхозом им. С. М. Кирова (сейчас АО «Миидурана Техас», Эстония), центробежные установки Н10-ИДЦ и др. Этими установками укомплектованы крупные предприятия, такие, как

Московское комплексное рыбообрабатывающее предприятие в Коровино (АО «Меридиан») мощностью более 85 т/сут, расположенные в разных городах комбинаты мощностью 10, 20 и 30 т/сут рыбной продукции и другие предприятия. Одним из основных недостатков коптильной установки Н20-ИК2А является отсутствие систем очистки дымовых выбросов в атмосферу окружающего воздуха.

С целью замены коптильных установок Н20-ИК2А, пользующихся большим спросом в рыбной промышленности, опытно-конструкторским бюро специальных технических средств была разработана универсальная коптильная установка, вмещающая 4 клетки. Установка предназначена для горячего и холодного копчения рыбы и колбас с использованием дыма или коптильного препарата. Коптильные клетки в камере размещаются по две в ряд. Максимальная загрузка сырьем составляет 600 кг. Производительность установки по холодному копчению достигает 300—500 кг/сут, по горячему — 1500—2000 кг/сут. Коптильные клетки размерами 1210 × 800 × 1480 мм могут быть подвесными и напольными. Дымо-воздушная смесь циркулирует в камере по замкнутому контуру; часть смеси может выбрасываться в атмосферу. В дымогенераторе с подогревом дым образуется при температуре 295—350 °С, температура дыма 30—50 °С. Перед подачей в камеру он очищается в циклоне, задерживающем твердые частицы. Для нагрева дымо-воздушной смеси служит трехсекционный калорифер, а для ее охлаждения и уменьшения влажности — промышленный автономный кондиционер.

Из отечественного коптильного оборудования в рыбной промышленности наиболее целесообразно применять универсальные коптильные установки Н29-ИКЭ АО «Севрыбтехцентр». Установки выпускаются в трех модификациях — Н29-ИКЭ-1 на 4 клетки, Н29-ИКЭ-2 на 2 клетки и Н29-ИКЭ-3 на 1 клеть. В состав установок входят коптильная камера, дымогенератор, вентиляторы, дымосмесительная камера, щит микропроцессорного управления. Технические характеристики установок приведены в табл. 23, а схема установки дана на рис. 30.



**Рис. 30. Коптильная установка Н29-ИКЭ:**

1 — дымогенератор; 2 — смесительная камера; 3 — коптильная камера; 4 — щит управления

### 23. Технические характеристики копильных установок АО «Севрыбтехцентр»

Показатель	Н29-ИКЭ-1	Н29-ИКЭ-2	Н29-ИКЭ-3
Производительность по продукту, кг/сут:			
при холодном копчении:			
крупной рыбы	1000—1500	500—600	200—300
мелкой рыбы	300—400	150—200	100—150
колбасы	1500	750	350
при горячем копчении	8000—8500	4000—5000	2000—2500
мелкой рыбы			
Температура в камере, °С	10—120	10—120	10—120
Установленная мощность, кВт	110	80	50
Габаритные размеры, мм:			
длина	10000	6200	5000
ширина	2550	2600	2400
высота	3200	3100	2750

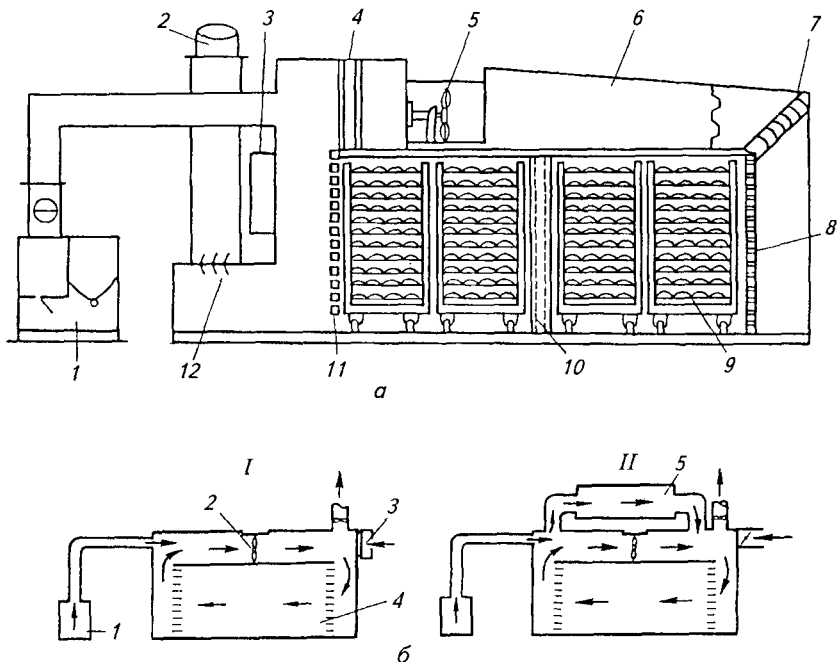
В Мурманском государственном техническом университете (МГТУ) разработана копильная установка горячего и холодного копчения рыбы, включающая копильную камеру с электрокалорифером, циркуляционным вентилятором и дымогенератором. Средняя производительность установки 250—300 кг за цикл (10—16 ч). Особенности установки — применение дымогенератора тления, разработанного МГТУ, а также возможность эксплуатировать установку в судовых условиях. Габаритные размеры копильной камеры 2500 × 1200 × 2180 мм.

*Копильная установка фирмы AFOS Ltd. (Англия)* моделей 25, 30, 60, 120 и 200 (рис. 31) предназначена для копчения мясopодуKтов, птицы и рыбы. Основными элементами установки являются копильная камера, циркуляционный и вытяжной вентиляторы, теплообменники (основной и дополнительный), дымоходы, воздуховоды, приборы контроля и управления.

Установка может быть с одной, двумя и четырьмя дверями. В зависимости от вида продукт подвешивают на рамах или нанизывают на шомпола и устанавливают на тележках. Число тележек соответствует числу дверей в камере. Все основные элементы установки изготовлены из нержавеющей стали.

Дымо-воздушная смесь в камере установки может распределяться по двум схемам: полуоткрытой и закрытой циркуляции. При полуоткрытой схеме дымо-воздушная смесь циркулирует внутри камеры установки с частичной добавкой дыма и свежего воздуха. Циркуляция дымо-воздушной смеси при закрытой схеме осуществляется через охлаждающе-осушительную систему и калорифер. Это позволяет обеспечить минимальные выбросы в атмосферу.

Заданная температура циркулирующей в установке дымо-воздушной смеси поддерживается при помощи основного теплообменника в верхней части установки, а при необходимости и до-



**Рис. 31. Коптильная установка фирмы AFOS Ltd. (Англия):**

*a* — схема установки: 1 — дымогенератор; 2, 6 — дымоходы; 3 — шит управления; 4 — основной теплообменник; 5 — вентилятор; 7, 12 — шиберы; 8, 11 — дымораспределительные решетки; 9 — тележка; 10 — дополнительный теплообменник; б — циркуляция дымо-воздушной смеси: I — полуоткрытая система; II — закрытая система; 1 — дымогенератор; 2 — циркуляционный вентилятор; 3 — короб забора воздуха; 4 — коптильные клетки; 5 — система кондиционирования

полнительного теплообменника, расположенного в средней части коптильной камеры. Теплообменники могут нагреваться паром, электронагревателями, а также горячей водой температурой  $75^{\circ}\text{C}$  (только для холодного копчения). Расход пара при давлении  $0,02\text{ МПа}$  в зависимости от модели установки составляет  $32,4\text{—}288\text{ кг/ч}$ . Объем подаваемой в коптильную камеру дымо-воздушной смеси, а также ее влажность регулируют открытием и закрытием шиберов, расположенных в воздуховодах. Температура, влажность и расход смеси контролируются автоматически. Потребляемая мощность таких установок составляет от  $29$  до  $187\text{ кВт}$ . В установке может быть  $1\text{—}2$  дымогенератора в зависимости от производительности. Для поддержания температуры топлива ниже температуры самовозгорания, а также охлаждения дыма перед его подачей в коптильную камеру дымогенератор дополнительно оборудован охладителем, который охлаждается

циркулирующей холодной водой и расположен над колосниковой решеткой.

*Установки для копчения рыбы фирмы Travaglini (Италия)* — одной из ведущих в области оборудования для копчения колбас и штучных мясных продуктов. Фирма разрабатывает одновременно технологии и режимы копчения. Циркуляционные вентиляторы установок расположены над коптильными клетями, они обеспечивают циркуляцию дымо-воздушной смеси в камере с частичным выбросом ее в атмосферу. Раздача смеси внутри коптильной камеры производится попеременно через два расположенных под потолком канала с инжекторами в форме усеченного конуса. При помощи заслонки непрерывно регулируется объем смеси, подаваемой в оба канала, и соответственно меняется схема ее распределения в камере, обеспечивая равномерную обработку продукта. В установках можно проводить горячее и холодное копчение, варку, запекание. Коптильная клеть размерами 1050 × 1100 × 1900 мм может быть напольной или подвешиваться на подвесном пути, находящемся на высоте 2,5 м от пола.

*Универсальные установки Ellermatic фирмы Eller (Италия)*, производящей установки для холодного и горячего копчения, варки и обжаривания продукта, вмещают от 1 до 12 клеток и позволяют проводить горячее и холодное копчение рыбных и мясных продуктов на клетях размерами 1000 × 1000 × 2000 мм (табл. 24).

#### 24. Технические характеристики установок Ellermatic

Модель	Число		Расход пара, кг/ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм
	клетей	рядов клеток			
3000	1	1	60	29	2360 × 1950 × 2800
3002	2	1	120	58	2340 × 1950 × 2800
3003	3	1	180	87	3420 × 1950 × 2800
3004	4	1	240	116	4500 × 1950 × 2800
3005	5	1	300	145	5580 × 1950 × 2800
3006	6	1	360	174	6660 × 1950 × 2800
4004	4	2	240	116	2340 × 3580 × 2800
4006	6	2	360	174	3420 × 3580 × 2800
4008	8	2	480	232	4500 × 3580 × 2800
4010	10	2	660	290	5580 × 3580 × 2800
3012	12	2	720	348	6660 × 3580 × 2800

Установки могут поставляться с обогревом газом и жидким топливом, иметь оборудование очистки выбросов дымо-воздушной смеси.

В рыбной и мясной промышленности различных стран хорошо известны коптильные установки фирм Maurer, Atmos Lebensmittel

teltechnik GmbH (Германия) и Foodco AB (Швеция). В начале 90-х годов эти фирмы, а также фирма Foodco A/S (Дания) создали компанию Atmos-Foodco Group, которая выпускает установки горячего копчения, универсальные установки горячего и холодного копчения, установки для сушки и созревания колбас. В коптильных камерах размещается от 2 до 10 клеток. Копчение можно выполнять на шомполах или решетках.

В установках горячего копчения и тепловой обработки проводят термическую обработку рыбных и мясных продуктов, а также колбас при температуре 40—120 °С. Подача теплоты и дыма обеспечивается за счет циркуляции дымо-воздушной смеси в камере. Коптильные камеры выполнены из теплоизоляционных панелей толщиной 80 мм, облицованных нержавеющей сталью. Слева и справа в камере установлены воздухопроводы с соплами, а система дроссельных заслонок обеспечивает постоянно меняющуюся схему движения потока и равномерную обработку продукта. В коптильной камере поддерживается циркуляция смеси с добавкой свежего воздуха, который нагревается в калорифере, обогревом электроэнергией или паром. Коптильные камеры выпускаются двух моделей: HRH без дожигания отходящих газов и HRD — с дожиганием. Схема коптильной камеры HRD 4204 показана на рис. 32, а технические характеристики камер HRD 4000 приведены в табл. 25.

В камерах моделей 4102—4105 коптильные клетки располагаются в один ряд, а в камерах моделей 4204—4210 — попарно. Установку дожигания коптильных выбросов монтируют на крыше камеры.

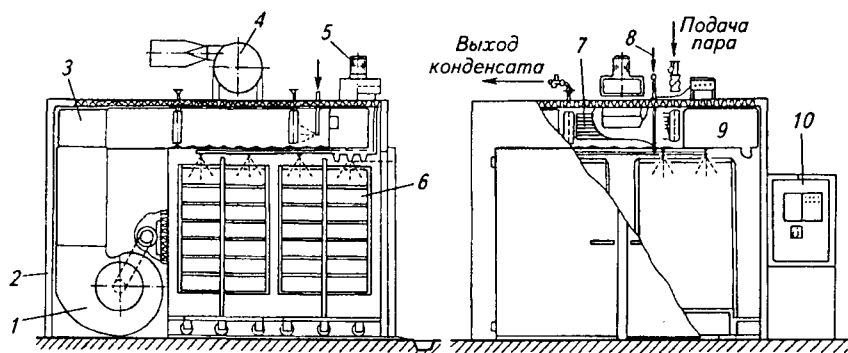


Рис. 32. Схема установки горячего копчения (с паровым обогревом) Atmos-Foodco HRD 4204:

1 — циркуляционный вентилятор; 2 — корпус камеры; 3 — дроссельная заслонка; 4 — установка каталитического дожигания дымо-воздушных выбросов; 5 — вытяжной вентилятор; 6 — коптильная клетка; 7 — калорифер; 8 — душирующее устройство; 9 — воздухопровод; 10 — щит управления



## 25. Технические характеристики котильных камер HRD

Показатель	4102	4103	4104	4105
Число клетей	2	3	4	5
Расход пара для нагрева, кг/ч	70	105	140	140
Установленная мощность, кВт	9,5	16,5	38,5	38,5
Габаритные размеры, мм	2540 × 1800 × 3680	3590 × 1800 × 3680	4640 × 1800 × 3700	5690 × 1800 × 3750
Масса, кг	1700	1850	1900	1950
<i>Продолжение</i>				
Показатель	4204	4206	4208	4210
Число клетей	4	6	8	10
Расход пара для нагрева, кг/ч	140	210	280	350
Установленная мощность, кВт	16,5	23,5	45,5	45,5
Габаритные размеры, мм	2540 × 3100 × 3750	3590 × 3100 × 3750	4640 × 3100 × 3800	5820 × 3100 × 3850
Масса, кг	1900	2250	2650	3300

В установках HRH возможен закрытый процесс копчения с рециркуляцией дымо-воздушной смеси с минимальными выбросами в атмосферу, не требующими очистки. Необходимый для работы дымогенератора объем воздуха забирается из системы циркуляции по воздуховодам, его количество регулируется при помощи автоматически работающей заслонки. В этой модели трубопровод подачи свежего воздуха и выпускной клапан закрыты, но последний имеет регулируемый дроссель для выпуска избытка газа. Благодаря замкнутому контуру концентрация дыма в камере быстро возрастает и дымогенератор работает в импульсном режиме, что обеспечивает значительную экономию топлива. Создающаяся в коптильной камере повышенная влажность уменьшается при пропускании дымо-воздушной смеси через охладитель с последующим нагревом в калорифере.

В коптильных установках холодного копчения может поддерживаться температура 20—40 °С. Установки оборудованы системой кондиционирования воздуха. Блок кондиционирования находится в верхней части коптильной камеры; он имеет циркуляционный вентилятор, тепловые элементы, воздухоохладитель.

Дымогенераторы установок Atmos-Foodco AFC-90 располагаются отдельно от коптильных камер и связаны с ними дымоходами с приборами регулирования и контроля. Главные части дымогенератора — топливная камера, камера сгорания, зольная камера, смоло- и пылеотделитель и панель управления. Дымогенератор работает на сухой древесной стружке или древесных гранулах. Приемный бункер топлива обеспечивает 20-часовую работу дымогенератора.

Контроль технологического процесса в камере осуществляется при помощи микропроцессора с электронным управлением и цифровой индексацией параметров. Микропроцессор с 99 программами, содержащими параметры каждого цикла обработки продукта, в том числе продолжительность, может быть запрограммирован на оптимизацию процесса. Санитарная обработка камер осуществляется при помощи встроенной системы мойки.

Фирмой выпускаются конвейерные печи Atmos полугорячего копчения рыбы, применяемые главным образом в консервном производстве, производительностью от 300 до 1200 кг/ч, а также линии производительностью от 750 до 5000 кг/ч с коптильно-варочными печами конвейерного типа для изготовления мясных или рыбных сосисок. Работа линии, в том числе печи, автоматизирована от формирования сосисок и передачи их на тепловую обработку до фасования в металлические банки или вакуумируемые пакеты и упаковывания в ящики.

*Установки для горячего и холодного копчения рыбных и мясных продуктов фирмы Alkar (США) выполнены из нержавеющей стали.*

Циркуляция дымо-воздушной среды осуществляется под действием вентилятора, расположенного над коптильной клетью. Смесь подается встречными потоками сверху и снизу в правой и левой частях камеры. Скорости движения встречных потоков справа и слева меняются с периодичностью 30 с, что создает турбулентность движения смеси в камере и обеспечивает равномерную обработку продукта. Скорость движения потоков изменяется автоматически при помощи распределительных заслонок. Дымогенератор выносной и соединен с камерой коротким дымоходом.

*Одноклетьевые коптильные камеры KLE 50 и KLE 100 фирмы Koch Supplies Inc. (США)* предназначены для горячего и холодного копчения мясных, колбасных и рыбных изделий. Установки выполнены из нержавеющей стали и могут быть укомплектованы дымогенераторами тления или работать на коптильной жидкости. В комплект может входить моечная система (с баком приготовления раствора на несколько камер и насосом). Установки используются также для варки продукта. Управление может быть ручное и автоматическое с поддержанием заданных параметров и продолжительности обработки (табл. 26).

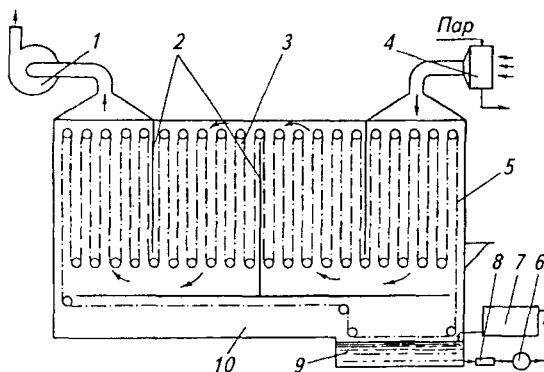
## 26. Технические характеристики коптильных установок KLE

Показатель	KLE 50	KLE 100
Вместимость клетки (по колбасным изделиям), кг	200	400
Размеры клетки, мм	700 × 865 × 1575	1092 × 1118 × 1930
Установленная мощность, кВт:		
нагревателей	12	24
дымогенератора	1,2	1,2
вентилятора	2,2	3,7
воздушного компрессора	—	1,5
Габаритные размеры, мм	1320 × 915 × 2350	1905 × 1422 × 3000
Масса, кг	454	680

Копчение продуктов с использованием коптильных жидкостей (препаратов) осуществляется в оборудовании следующими способами: погружением продукта в коптильную жидкость; введением коптильного препарата непосредственно в продукт (сосиски, сардельки) перед термообработкой; орошением поверхности продукта коптильной жидкостью в коптильной камере; обработкой продукта в парах коптильной жидкости.

Установку ИКВ-2 (рис. 33) используют для бездымного копчения рыбы погружением в коптильную жидкость и последующим проявлением ее в потоке подогретого воздуха.

В состав установки входят камера для проявления с двухцепным конвейером, система приточной вентиляции с паровым кало-



**Рис. 33. Установка ИКВ-2 для бездымного копчения:**

1 — вентилятор; 2 — перегородки; 3 — провялочная камера;  
4 — паровой калорифер; 5 — цепной конвейер; 6 — насос;  
7 — бак; 8 — фильтр; 9 — ванна с копильной жидкостью;  
10 — зона стекания

рифером, система вытяжной вентиляции, ванна и бак для копильной жидкости, насос, пульт управления. Привод конвейера расположен вне камеры.

Установка представляет собой камеру, разделенную перегородками на четыре секции, в каждой из которых рыба движется в вертикальном направлении вверх — вниз — вверх. В нижней части камеры расположена ванна вместимостью  $0,94 \text{ м}^3$  с копильной жидкостью.

Установка работает в двух режимах — загрузки и провяливания. В режиме загрузки цепной конвейер движется со скоростью  $0,0145 \text{ м/с}$ . После загрузки рыба опускается в ванну с копильной жидкостью и находится в ней около 11 мин. Затем рыба проходит зону стекания и на конвейере поднимается в камеру провяливания. Температура воздуха в процессе провяливания может достигать  $40^\circ \text{C}$ , влажность —  $40\text{—}70\%$ , скорость —  $0,5\text{—}2 \text{ м/с}$ . Во время провяливания копильная жидкость из ванны удаляется насосом через фильтр в сборный бак вместимостью  $1,3 \text{ м}^3$ , откуда самотеком передается обратно в ванну при очередном цикле загрузки. Производительность установки составляет  $900 \text{ кг/сут}$ .

Площадь, занимаемая собственно агрегатами установки, составляет  $20 \text{ м}^2$  без учета площадок для обслуживания. Мощность установленных двигателей  $14 \text{ кВт}$ .

Для бездымного копчения продуктов с использованием других способов взаимодействия продукта с копильной жидкостью может применяться технологическое оборудование, в котором копчение осуществляется дымом. К такому оборудованию относятся копильные установки Н10-ИТДЦ и Н10-ИДЖ.

## ТЕРМОАГРЕГАТЫ, ТЕРМОКАМЕРЫ И ТЕРМОШКАФЫ

**Термоагрегаты.** Термоагрегаты предназначены для непрерывной термообработки мясопродуктов. Они представляют собой механизированные агрегаты с выносными дымогенераторами, регулируемой подачей смеси дыма и воздуха, механизированным перемещением продукции, дистанционным контролем и автоматическим регулированием параметров процесса.

По способу перемещения продукции термоагрегаты могут быть цепными (люлочными) или рамными; по характеру перемещения внутри агрегата — проходными или тупиковыми; по траектории движения — однолинейными, кольцевыми или карусельными.

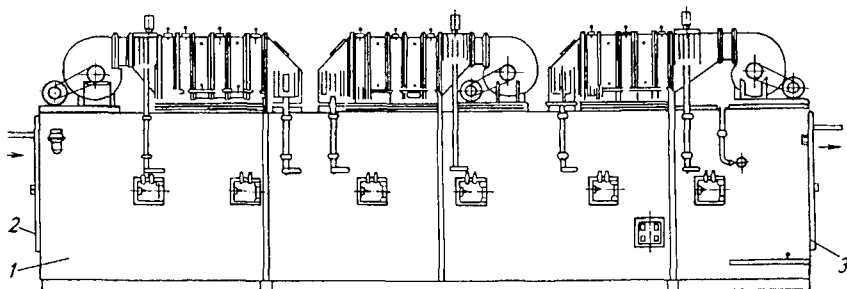
Термоагрегаты состоят из последовательно установленных отдельных камер или одной камеры, но с меняющимися по ходу движения продукта режимами, причем продукт перемещается непрерывно, или периодически (пульсацией) от места поступления к выходу, либо непрерывно по карусели. В последнем случае загрузка и выгрузка осуществляются в одном месте. В термоагрегатах с непрерывным движением продукции с ее пульсацией можно обрабатывать различные виды вареных колбас. Цепные агрегаты перед рамными имеют то преимущество, что их можно устанавливать непосредственно у мест шприцевания и упаковывания и исключить ряд вспомогательных операций. Однако они сложны в изготовлении, монтаже, настройке и эксплуатации.

Рамный способ перемещения продукции позволяет заметно упростить конструкцию агрегата и механизм перемещения продукции, повысить коэффициент полезного использования рабочего объема. Однако такой способ требует наличия рам определенной конструкции и подвесных путей, кроме того, загружать и выгружать рамы с продукцией приходится вручную.

Конструкции термоагрегатов и способы обработки продукции в них разнообразны. В одних термоагрегатах для обработки продукции используют дымо-воздушную смесь и острый пар, в других — дымо-воздушную и паровоздушную смеси. Последний способ применяют шире, так как упрощаются конструкция агрегата и управление процессом, создаются условия для автоматизации управления, механизации подачи продукции, повышения качества продукции, заметно сокращаются производственные потери и удельная площадь помещения.

*Термоагрегат для сосисок и сарделек* предназначен для их тепловой обработки горячим воздухом и дымо-воздушной смесью на непрерывно движущихся рамах (рис. 34).

Термоагрегат представляет собой теплоизолированный туннель с дверями на входе и выходе. Туннель имеет зоны подсушки воздухом, обжарки дымо-воздушной смесью и варки увлажненным



**Рис. 34. Термоагрегат для сосисок и сарделек:**

1 — туннель; 2 — входная дверь; 3 — выходная дверь

воздухом. Зоны образуются соответствующими потоками теплоносителей, не имеющими резко выраженных границ. Потоки теплоносителей создаются центробежными вентиляторами. Рамы с сосисками передвигаются через туннель термоагрегата по подвесному пути цепным конвейером, расположенным в нижней части камеры. На рамах имеются соответствующие пальцы, которые входят в зазоры между пластинами тяговой цепи и упираются в ее валики, что заставляет раму двигаться вместе с цепью.

Туннель загружается и разгружается через двери с противоположных торцевых сторон. Он условно разделен на три зоны, каждая из которых обслуживается вентиляционно-нагнетательной системой. Длина каждой зоны по туннелю приблизительно одинакова. Воздух в зоне движется сверху вниз, затем меняет направление, проходя по каналу туннеля, и движется снизу вверх. Изменяя четыре раза направление движения, воздух засасывается вентилятором на рециркуляцию, часть его выбрасывается в атмосферу. Во второй зоне направление воздуха противоположно его направлению в первой зоне, в третьей — такое же, как и во второй. Первая зона предназначена для подсушки продукта, вторая — для варки и копчения, третья — для копчения.

Тепловой режим в туннеле термоагрегата регулируют, изменяя количество пара, подаваемого в калориферы, свежего воздуха, подаваемого в зоны туннеля вентиляторами, и влажность дымо-воздушной смеси, добавляя в нее острый пар, подаваемый в дымогенератор и зону варки.

Привод термоагрегата имеет механизм лимба, при помощи которого изменяют скорость движения цепи конвейера агрегата. Кроме лимба на приводе установлен рычаг для отключения кулачковой муфты ведущего вала от ведомой цепи. Такая система позволяет продвигать рамы с продуктом вручную в случае аварийного обесточивания электродвигателя термоагрегата. Для продви-

жения рам вращают рукоятку червячного редуктора на корпусе привода. Термоагрегат оснащен необходимой сигнализацией. Так, при выходе из туннеля рамы с обработанными сосисками выходные двери агрегата открываются, в этот момент включается контрольная лампа, оповещающая о выходе продукции.

*Техническая характеристика термоагрегата для сосисок и сарделек*

Производительность, кг/ч	500
Скорость цепи перемещающей рамы, м/с	$(0,48—3,8) \cdot 10^{-3}$
Температура в зонах, °С:	
подсушки	85
обжарки	95
варки	105
Габаритные размеры, мм	11000 × 2500 × 4150
Масса, кг	13730

*Агрегат Н10-ИВС* (рис. 35) предназначен для копчения и вяления мелкой рыбы. Его работа основана на попеременном импульсном воздействии на рыбу дымо-воздушных смесей с различными температурами в течение всего периода копчения. В агрегате обрабатывают рыбу длиной до 150 мм, производительность по копчению тюльки 2 т/сут, кильки 1,1 т/сут, по вялению 0,1 т/сут, по провесной рыбе 0,5 т/сут.

Основные узлы агрегата: питатель, конвейеры подсушки, промежуточный, разгрузочный, раздаточная тележка, коптильная камера, тепловентиляционные системы, дымогенераторы.

Агрегат может работать в ручном и автоматическом режимах. Предусмотрены контроль и регулирование температуры воздуха подсушки, воздуха рециркуляции и дыма. При искусственном вялении дымогенераторы отключаются. Цикл вяления зависит от вида и размера рыбы и составляет до 90 ч, при производстве провесной рыбы — 24—26 ч. Готовая продукция с нижнего яруса попадает на разгрузочный конвейер и выводится из печи.

Общая установленная мощность составляет 137,5 кВт, габаритные размеры — 1950 × 7500 × 5000 мм.

**Термокамеры и термошкафы.** Термокамеры бывают одно- и многокамерными, стационарными и нестационарными. Технологическое оборудование оснащено дымогенераторами, кондиционерами, подогревателями воздуха (калориферами), вентиляторами и системами контроля и регулирования процесса.

В настоящее время промышленностью выпускаются в большом количестве термокамеры и термошкафы для термообработки мясосопродуктов, например, с загрузкой продуктов до 150 кг для малых перерабатывающих производств.

Камеры и шкафы для термической обработки (термокамеры и термошкафы) подразделяют на варочные, обжарочные, коптильные, климатические, охлаждающие, универсальные. В одной камере можно совмещать несколько процессов, например варку и

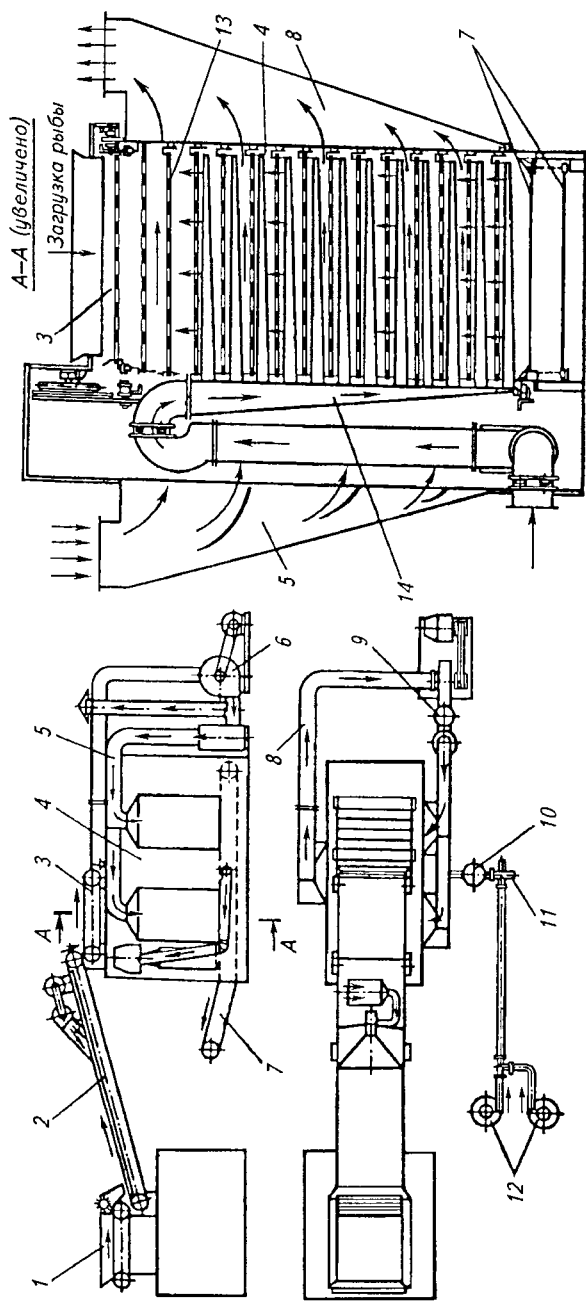


Рис. 35. Схема агрегата Н10-ИБС:

1 — загрузчик; 2 — конвейер подсушки; 3 — раздаточная тележка; 4 — камера; 5, 8 — воздуховоды; 6 — вентилятор; 7 — разгрузочный конвейер; 9, 10 — электрокалориферы; 11 — вентилятор; 12 — дымогенераторы; 13 — ярус; 14 — коллектор



копчение, сушку и климатизацию, холодное копчение и созревание. В таких камерах в диапазоне температур до 100 °С в течение одного технологического процесса можно по выбору проводить обжарку, сушку, копчение, шпарку, душирование или варку горячим воздухом, а также запекать продукцию при температуре до 150 °С.

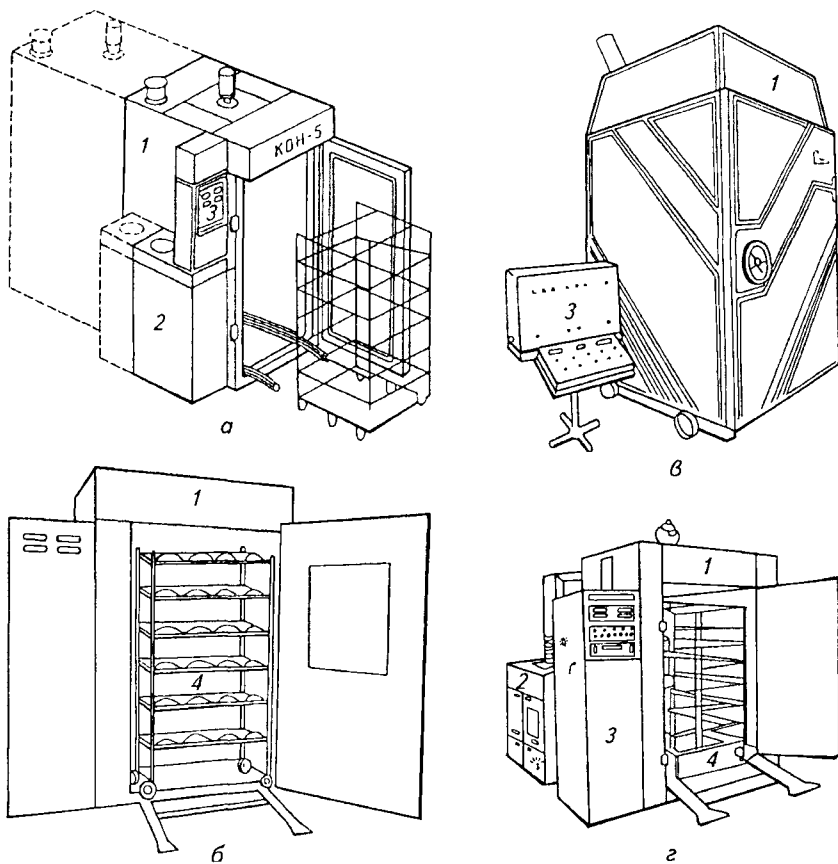
Термокамеры конструируют по следующим основным принципам: экономичное расходование энергии, повышение пропускной способности за счет более плотного размещения продукции, максимальная точность направления воздушных потоков, точное регулирование температуры и влажности, абсолютная надежность и удобство; уровень выброса газообразных отходов в атмосферу не должен превышать допустимые нормы.

Термокамеры и термошкафы изготавливают из углеродистой и нержавеющей стали. Стены, крыша, пол и двери имеют хорошую теплоизоляцию, пол — уклон для стока воды. Термокамеры оснащены специальными тележками — рамами, на которые на палках навешивают продукты. Внутри термокамер имеется специальный мостик для вкатывания тележек. Мостик выполнен из нержавеющей стали, легко откидывается, а после вкатывания тележки поднимается и автоматически защелкивается в поднятом положении.

Термошкаф меньше термокамеры и не комплектуется тележкой. Продукцию, подлежащую термообработке, раскладывают на полках, которые вручную вставляют внутрь. Все камеры и шкафы оснащены системой приточно-вытяжной вентиляции, способной в течение 1 мин выполнить десятикратную циркуляцию всего объема воздуха, находящегося в камере. Санитарная очистка собственно камеры производится вручную. Камеры и шкафы оснащаются микропроцессорными блоками автоматического управления и регулирования.

Универсальные и коптильные камеры укомплектовываются дымогенераторами, вырабатывающими дым из опилок или мелкой щепы в результате их тления. Дымогенераторы бывают встроенными, монтируемыми внутри двери или сбоку от нее внутри камеры, а также отдельно стоящими — сбоку камеры. Универсальные термокамеры показаны на рис. 36.

*Термокамера КОН-5* состоит из корпуса и облицовки, между которыми расположен теплоизолирующий материал. Камера полностью выполнена из нержавеющей стали. Одностворчатая дверь камеры имеет правое или левое исполнение. Герметичность двери достигается уплотнением. Термокамера оснащена блоком электроннагревателей, центробежным вентилятором, тремя медными термопреобразователями для замера «сухой» температуры в камере, «влажной» температуры и температуры в центре продукта, соленоидным клапаном с форсунками и трубопроводом впрыска воды. На крыше камеры установлены фильтр очистки водопроводной воды и клапан управления системой водяной завесы в ды-



**Рис. 36. Универсальные термокамеры:**

*а* — камеры нагрева КОИ-5; *б* — установка термообработки колбасных изделий УТОКИ; *в* — термодымовая камера Я16-АФН; *г* — установка термообработки 225У278; 1 — термокамера; 2 — дымогенератор; 3 — пульт управления; 4 — рама для навешивания колбас

могенераторе. Термопреобразователь для замера «влажной» температуры одним концом опущен в ванночку с водой, установленной в камере. Во избежание получения неверных значений «влажной» температуры необходимо контролировать наличие воды в ванночке перед загрузкой рамы в камеру.

Рама с продуктом загружается в камеру по направляющим. Из дымогенератора дым поступает через проем в крыше. Продолжительность процесса подсушки 15—25 мин, обжарки 30—140, варки 30—100 мин, копчения 6—24 ч. Время разогрева камеры до температуры 90 °С составляет 10 мин.

Термообработка мясopодуктов проводится на раме, укомплектованной двумя видами поддонов со съемными трубками. Рама представляет собой сварной каркас на шести колесах. В зависимости от вида обрабатываемого продукта на кронштейны рамы можно устанавливать цельнометаллические или сетчатые поддоны. Для сбора жира служит поддон в нижней части рамы или на полу камеры.

Дымогенератор предназначен для беспламенного сжигания опилок с целью получения дыма и последующей его подачи в камеру. Перед загрузкой в кассету (вместимостью 12 дм<sup>3</sup>) опилки смачивают водой в соотношении 10 : 1 и поджигают, положив горстку сухих опилок. Тяга регулируется флажками, установленными на крыше. Концентрацию дыма изменяют, выдвигая поддон, увеличивая или уменьшая зазор между корпусом дымогенератора и передней панелью. Полное сгорание опилок при максимальной тяге воздуха происходит за 1,5 ч. При работе дымогенератора поддон должен быть заполнен водой на высоту 10—20 мм.

По воздуховоду дым поступает в камеру под центробежный вентилятор. Во время работы последнего под ним создается разрежение и происходит подсос дыма и воздуха из дымогенератора. Дымо-воздушная смесь, поступающая в камеру, направляется вентилятором в боковые воздушные отсеки, из которых через плоские сопла попадает в камеру. Пройдя полезное пространство камеры, дымо-воздушная смесь через решетку электронагревателей попадает на вход вентилятора и удаляется из камеры через шибер.

Относительная влажность поддерживается впрыскиванием воды через центробежную форсунку, расположенную между рядами электронагревателей, с которых происходит ее испарение. Относительная влажность среды при подсушке 25—35 %, обжарке 10—35, варке 80—100, копчении 50—65 % и соответственно температура при подсушке 60—95 °С, обжарке 70—195, варке 80—95, копчении 20—80 °С. Продолжительность процесса 6—24 ч.

*Автоматизированную термокамеру Д5-ФТГ* применяют для тепловой обработки колбасных изделий на крупных предприятиях. Она состоит из нескольких камер, гребенок, щитов управления, обеспечивающих единый технологический цикл тепловой обработки колбасных изделий. Камеры — это сборные конструкции, на панелях которых расположены калориферы напорных воздухопроводов и распределителей воздуха. На крыше камеры смонтированы вентиляторные установки для подсоса воздуха, дыма и выброса воздуха в атмосферу.

Для регулирования объема воздуха и дыма, а также влажной рабочей среды, которую необходимо удалить, установлены заслонки. Управление ими дистанционное, пневматическое. Их положение контролируется при помощи ламп, имеющихся на верхней двери фасада шкафа управления.

Загрузка в автоматизированную термокамеру колбасных изделий осуществляется на рамах — подвесных размерами 1200 × 1000 × 1650 мм и напольных размерами 1200 × 1000 × 2000 мм. Предусмотрено ручное дистанционное и автоматическое дистанционное управление для обработки сосисок, сарделек и других колбасных изделий диаметром 65, 80, 95, 100, 120 мм.

Аналогичным образом работают и другие термокамеры. Технологические характеристики термокамер и термошкафов приведены в табл. 27.

## 27. Технические характеристики универсальных термокамер

Термокамера	Производительность, кг/ч	Единовременная загрузка, кг	Вместимость, м <sup>3</sup>	Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	Установленная мощность, кВт	Масса, кг
КОН-5	200—450	—	1,6	3,0	20	650
Я16-АФН	—	150	—	2,25	—	1500
УТОКИ	110—450	—	—	4,5	36,0	1275
225У278	—	—	2,0	4,5	24,0	1000
Я5-ФТМ	180	—	—	6,06	5,0	3030
Д5-ФТГ	320—1420	—	—	26,7	48,0	1900
221ФТ150	—	200	—	1,3	24,0	525
Коптильная установка завода «Прибой»	—	—	0,8	1,2	4,0	450
ШК-2	—	150	2,8	3,0	23	1650
ЛС-1	90	—	—	0,8	9,5	190

*Термокамера К7-ФТВ* (рис. 37, а) представляет собой тупиковую камеру, в которой на монорельсе размещаются три клетки с обрабатываемым продуктом. Режимы обработки осуществляются последовательно после загрузки камеры. В процессе копчения дым поступает в вентиляционную систему и нижнюю часть камеры.

Мощность электропривода 8,82 кВт, расход пара 190 кг/ч, габаритные размеры камеры 4500 × 1740 × 4010 мм, масса 4500 кг.

*Автоматизированная термокамера РЗ-ФЛТ-12* (рис. 37, б) состоит из трех работающих независимо один от другого туннелей, которые вмещают по три клетки. Туннели с обеих сторон имеют двухстворчатые двери. Клетки закатываются по монорельсу. Туннель имеет ложный потолок с двумя размещенными в нем вентиляторами. На крыше туннеля размещен распределительный короб с тремя клапанами — для подачи воздуха, дыма и вывода использованной дымо-воздушной смеси. Все клапаны имеют дистанционное управление. Скорость движения потока смеси внутри туннеля 1—2 м/с.

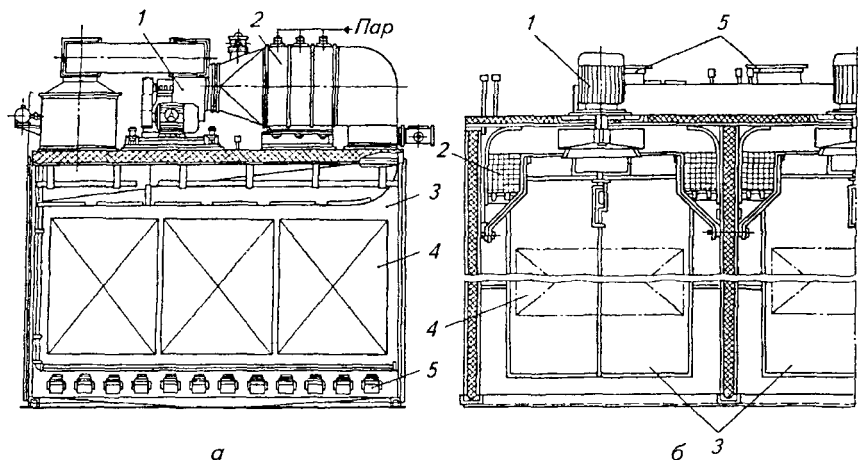


Рис. 37. Термокамеры:

а — К7-ФТВ; б — РЗ-ФЛТ-12; 1 — вентилятор; 2 — калорифер; 3 — камера; 4 — клеть; 5 — дымовод

Подсушка, копчение и проварка осуществляются циклично и последовательно. Имеется система контроля и регулирования температуры, влажности среды и давления пара. Туннель может работать в автоматическом режиме по заданным времени и температуре. Мощность установленных электродвигателей термокамеры 4,5 кВт, расход пара 450 кг/ч, габаритные размеры камеры 5100 × 5300 × 3610 мм.

## ЭЛЕКТРОКОПИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Электрокопильные установки (рис. 38) предназначены для горячего копчения рыбы различных видов длиной 150—180 мм и массой до 300 г. Производительность установки Киевского рыбокомбината (см. рис. 38, а) по готовой продукции составляет при копчении хека, сардины 1000—1200 кг, салаки 800, каспийской кильки 500 кг в смену.

Установка представляет собой вертикальную строительную конструкцию башенного типа высотой 16 м. В рабочем объеме установки располагается непрерывный цепной конвейер, на подвески которого навешивают шомпола с нанизанной рыбой. В установке имеется три зоны — подсушки, копчения и проварки. Копчение рыбы происходит в результате ионизации оседающих на поверхность рыбы частиц дыма, подаваемого в зону копчения. После окончания технологического цикла рыбу охлаждают. Установка работает в непрерывном режиме.

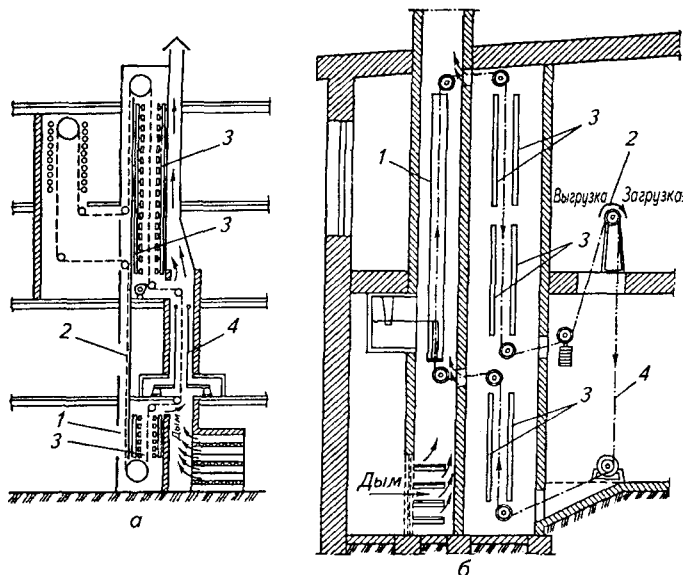


Рис. 38. Электрокопильные установки:

*а* — Киевского рыбокомбината: 1 — зона загрузки; 2 — конвейер; 3 — электронагреватели; 4 — электроды; *б* — Астраханского рыбокомбината: 1 — электроды; 2 — зона загрузки; 3 — излучатели тепловые; 4 — конвейер

Режимные параметры процесса регулируют, изменяя число включенных электронагревателей, напряжение в ионизирующей зоне, скорость движения цепного конвейера в пределах от 0,003 до 0,025 м/с.

Электрокопильная установка Астраханского рыбокомбината предназначена для горячего копчения каспийской кильки (см. рис. 38, б). Производительность установки составляет 500 кг в смену. Установка выполнена в башенном варианте с двумя параллельными шахтами. В первой располагаются зоны подсушки и пропекания, во второй — копчения. Через все зоны проходит цепной конвейер, на который навешивают шомпола с нанизанной рыбой. Длина шомполов 350 мм, диаметр 2 мм. На каждую траверсу конвейера навешивают по четыре шомпола.

Скорость движения цепного конвейера регулируется при помощи вариатора. При скорости конвейера 0,016 м/с продолжительность подсушки составляет 5 мин, копчения — 4,5 мин, пропекания — 10 мин, весь цикл обработки рыбы занимает 30 мин. Мощность панелей излучателей установки 150 кВт, общая электроустановочная мощность 166 кВт. Установка занимает площадь 36 м<sup>2</sup>.

Электрокопильная установка ЭКУ предназначена для копчения рыбы различных видов длиной до 300 мм и толщиной не бо-

лее 40 мм. Производительность установки по готовому продукту составляет около 250 кг/ч. Установка состоит из следующих основных узлов: коптильного туннеля с конвейером, тепловентиляционной системы, дымогенератора, электропривода и высоковольтного блока.

Коптильный туннель по длине разделен на четыре зоны: подсушки, копчения, проваривания и охлаждения. Через весь туннель проходит бесконечный цепной конвейер, движущийся по петлеобразной трассе; скорость движения конвейера регулируется от 0,003 до 0,016 м/с.

Вначале рыба поступает в зону подсушки, состоящую из двух секций: в первой секции конвейер с рыбой движется снизу вверх, во второй — сверху вниз и проходит между инфракрасными электроизлучателями. Далее рыба поступает в зону копчения, куда подается дым. В зоне проваривания рыба на конвейере проходит через три секции, двигаясь попеременно снизу вверх и наоборот. После проваривания рыба поступает в зону охлаждения, в которую наружный воздух подается вентилятором через жалюзи и выводится сверху через отдельный воздуховод.

Суммарная потребляемая мощность установки 85 кВт, габаритные размеры туннеля 6127 × 1200 × 3200 мм.

Установка «ИЖИЦА-1200» (рис. 39) предназначена для холодного копчения рыбы в электростатическом поле. Она состоит из

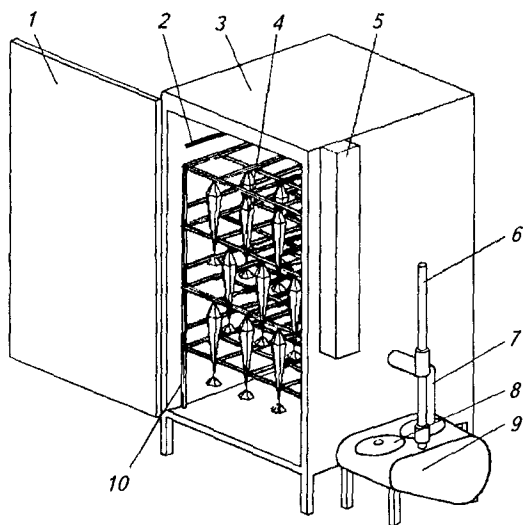


Рис. 39. Электроустановка «ИЖИЦА-1200» для дымовой обработки пищевых продуктов:

1 — дверь; 2 — электроды; 3 — коптильный шкаф; 4 — продукт; 5 — блок управления; 6 — рейка; 7 — дымовод; 8 — трибодымогенератор; 9 — кожух; 10 — рама

следующих основных частей: коптильного шкафа, электронного блока управления и трибодымогенератора.

Коптильный шкаф размерами  $1000 \times 1000 \times 1800$  мм имеет дверь и изготовлен из листовой нержавеющей стали толщиной 1,5 мм. Внутри шкафа размещаются: в верхней части на изоляторах — направляющие для подвешивания рамы с продуктом, на задней стенке перпендикулярно — электроды (ускорители). При этом электроды располагают между рядами подвешенного продукта, возможно их перемещение как по вертикали, так и по горизонтали. В нижней части шкафа установлен твердый циклон для осаждения твердых частиц.

Блок управления расположен на правой внешней стороне коптильного шкафа. На передней панели блока размещены выключатель сети, таймер со световой сигнализацией и индикатор наличия высокого напряжения. В нижней части блока управления расположен конечный выключатель, отключающий питание установки при случайном открывании двери. Остаточный электрический заряд снимается штангой, которая при открывании двери ложится на подвес.

Трибодымогенератор состоит из основания (металлической плиты), на котором установлен электродвигатель. На валу электродвигателя напрессована ступица рабочего диска с турбиной. Все это закрыто сверху кожухом. В кожухе имеется гнездо (отверстие), в которое вставляется деревянная рейка размером  $25 \times 25$  мм. Влажность древесины рейки не должна превышать 15 %. Трибодымогенератор устанавливают на пол с правой стороны коптильного шкафа и соединяют с ним при помощи виброгасящего рукава. Принцип работы трибодымогенератора заключается в следующем: после включения электродвигателя в гнездо вставляют деревянную рейку с грузом. При соприкосновении рейки с вращающейся турбиной (за счет трения) образуется дым. Под действием электрического поля дым равномерно распределяется внутри шкафа и осаждается на поверхности продукта.

Рыбное сырье после подготовки накалывают на шомпола, которые навешивают на раму. Раму с рыбой вдвигают в направляющие и подвешивают внутри коптильного шкафа. Электроды устанавливают таким образом, чтобы они были равноудалены от навешенного продукта и располагались не ближе 30 мм от элементов конструкции рамы. Загружать и выгружать продукт необходимо при отключенном сетевом выключателе. После загрузки продукта дверь шкафа закрывают. При этом срабатывают контакты конечного выключателя. Выключателем «Сеть» и таймером задают продолжительность цикла копчения. Запускают трибодымогенератор, и в гнездо без удара вставляется деревянная рейка с грузом. Продолжительность копчения составляет 20—25 мин. Для его увеличения необходимо многократно включать таймер. Для предотвращения перегрева двигателя и осаждения дыма внутри шкафа после



окончания копчения необходимо вынуть из гнезда рейку с грузом и включить на 5 мин таймер. После окончания копчения автоматически отключается электропитание установки.

*Техническая характеристика установки «ИЖИЦА-1200»*

Вместимость коптильного шкафа, м <sup>3</sup>	1,2
Длина подвеса одного яруса, м	4,2
Максимальное число ярусов	4
Расстояние между ярусами при загрузке, м:	
на два яруса	0,6
на четыре яруса	0,3
Потребляемая мощность, кВт	0,6
Расход древесины, мм/ч	1000
Габаритные размеры, мм	1000 × 1000 × 1800
Масса, кг	200

## ПОТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

В настоящее время для производства копченой рыбопродукции наряду с отдельным коптильным оборудованием выпускают и эксплуатируют комплексно-механизированные линии. Например, *комплексно-механизированная линия Н10-ИЛД-4* с печью конвейерного типа предназначена для холодного копчения рыбы длиной 25 см.

На линии Н10-ИЛД-4 механизированы размораживание и посол рыбы, приготовление тузлука, подача соленого полуфабриката с формированием слоя рыбы, приготовление и очистка дыма, подсушка, копчение и сушка рыбы, приготовление и подача моющего раствора.

Линию применяют на береговых рыбообработывающих предприятиях.

Линия Н10-ИЛД-4 непрерывного действия представляет собой комплекс технологического оборудования, обеспечивающего производство вяленой и копченой рыбопродукции из размороженной рыбы в автоматическом и ручном режимах. Схема расположения оборудования линии Н10-ИЛД-4 показана на рис. 40.

Работа линии при холодном копчении мелкой рыбы и вялении состоит в следующем. Поваренную соль загружают конвейером в солеконцентратор, в который снизу подается холодная вода. Солевой раствор из солеконцентратора сливается в емкость для тузлука, а из нее самотеком — в ванну устройства для размораживания и посола рыбы. Ящики с блоками мороженой рыбы распаковывают, и блоки вручную по одному закладывают в направляющие ворошителя. Просоленная рыба конвейером выгружается из ванны в загрузчик для накопления и формирования слоя рыбы толщиной в 1—2 шт. С загрузчика соленый полуфабрикат поступает на конвейер для ручного сортирования и удаления остатков

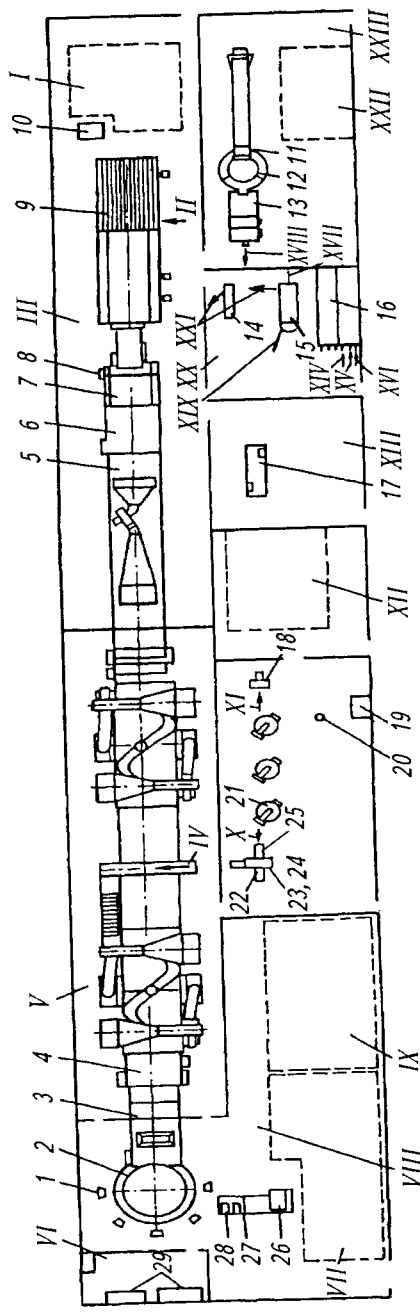


Рис. 40. Схема технологической линии Н10-ИЛД-4 для холодного копчения рыбы длиной до 25 см:

1, 20 — поворотные стулья; 2, 10, 19, 27 — столы; 3, 5, 6 — конвейеры; 4 — конвейерная печь Н10-ИЛД-4; 7 — загрузчик; 8, 29 — пульта управления; 9 — устройство для размораживания и посола рыбы в тузлуке; 11, 24 — блоки санобработки; 12 — солеконцентратор; 13 — емкость для тузлука; 14 — насосная установка; 15 — бак для приготовления щелочи; 16 — бак для моющего раствора; 17 — кондиционер; 18, 23 — вентилятор; 19 — дымогенераторы; 22, 25 — смолосборники; 26, 28 — весы; 1 — место для сырья; 11 — место для сырья; 12 — место для сырья; 13 — сырьевое отделение; 14 — подача дыма; 15 — котильное отделение; 16 — центральный пост управления; 17 — место складирования готовой продукции; 18 — место складирования ваналя опилок; 19 — место складирования тары; 20 — отвод дыма от дымогенератора; 21 — выброс дыма в атмосферу; 22 — место складирования ваналя опилок; 23 — вентиляционная камера; 24 — отвод горячей воды; 25, 26, 27, 28, 29 — отвод пара, холодной воды, тузлука, горячей воды; 29 — отвод стоков в канализацию и моющего раствора; 30 — отделение приготовления моющего раствора; 31 — место для соли; 32 — тузлучное отделение

тузлука, а затем на полотно конвейера подсушки для удаления поверхностной влаги путем обдувания нагретым воздухом.

С конвейера подсушки рыба попадает через загрузочный бункер на верхнее полотно конвейера коптильной печи (конвейер состоит из 9 полотен), в которой обдувается дымо-воздушной смесью при копчении или воздухом при вялении. Время пребывания рыбы в печи зависит от ее вида и качественных показателей (жирности, влажности и т. п.), а также от типа обработки; для регулирования времени предусмотрено 6 ступеней скорости движения конвейерных полотен. Копченая или вяленая рыбопродукция поступает с нижнего конвейера печи на выносной конвейер и выгружается на фасовочный стол для ручного упаковывания в потребительскую тару. Дым поступает из дымогенераторов, очищается в смолосборниках и подается в печь вентилятором.

Стабилизация теплового режима копчения и вяления обеспечивается за счет использования кондиционера, подающего в коптильную камеру воздух температурой 20 °С и относительной влажностью около 50 %.

Работа линии при холодном копчении рыбы длиной до 25 см имеет отличие. Солёный полуфабрикат производят в соответствии с действующей нормативно-технической документацией в посольном цехе предприятия и доставляют к линии погрузчиком в контейнерах, из которых перегружают в загрузчик с дозатором. Дальнейшее формирование слоя рыбы, подсушка и копчение происходят аналогично работе линии при копчении мелкой рыбы. Готовую продукцию из рыбы длиной до 25 см упаковывают в крупную тару — пачки и ящики.

#### *Технические характеристики комплексно-механизированной линии*

Техническая производительность по готовому продукту (не менее), т/сут:

при холодном копчении:	
ставриды океанической длиной до 25 см	1,5
мойвы жирной	4
кильки каспийской и черноморской, мелочи третьей группы (ставрида океаническая)	2
при вялении мойвы жирной	0,6
Давление пара, МПа (кг/см <sup>2</sup> )	0,2—0,3(2—3)
Расход:	
пара, кг/ч	100
воды, м <sup>3</sup> /ч	3
опилок, кг/ч	40
Установленная мощность, кВт	231
В том числе:	
электроприводов	116
электронагревателей	115
Габаритные размеры, мм	49700 × 4100 × 4390
Масса, кг	45500

*Линия ИТЛ-1* предназначена для холодного копчения рыбы. В состав линии входят башенные коптильные печи, машина для нанизывания рыбы на прутки, конвейер, установка для раскрытия и фиксации жабр, машина для съема рыбы с прутков, машина для мойки прутков, а также передвижные площадки, электрооборудование, контрольно-измерительные приборы и средства автоматики.

Подготовленную к копчению рыбу загружают вручную в машину для нанизывания на прутки. Из машины прутки с нанизанной рыбой через каждые 12 с передаются на конвейер, откуда они снимаются специальными захватами и поступают в установку для раскрытия и фиксации жаберных крышек рыбы. На выходе из установки прутки группируются по два и перегружателем передаются на подвески башенной коптильной печи.

В зависимости от вида и размера рыбы копчение продолжается от 27 до 32 ч. После копчения рыба на прутках попарно перегружается съемным устройством в бункер машины для снятия прутков. Прутки без рыбы направляют в моечную машину, а копченую рыбу — на сортирование и упаковывание в тару.

Известны и другие поточные технологические линии холодного и горячего копчения мелкой рыбы. В состав линии горячего копчения мелкой рыбы входят рыбомоечная машина, агрегат для сортирования кильки на размерные фракции, две посолочные ванны, две машины для ориентации и нанизывания рыбы на прутки, машины для мойки прутков, туннельные коптильные печи типа СА-1. Эту линию можно использовать для производства мелкой рыбы горячего копчения, готовой к реализации, а также в составе технологической линии производства консервов «Шпроты в масле».

## **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОПЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ И В БЫТУ**

В системе общественного питания (кафе, рестораны и т. д.) применяется различное коптильное оборудование (термошкафы, коптильные шкафы, коптильни, электрокоптильни и др.). Основными требованиями, предъявляемыми к этому оборудованию, являются компактность конструкции, надежность, ремонтпригодность, простота в обслуживании, отсутствие в помещении дымовых выбросов, возможность проведения в нем других технологических операций (запекания, обжаривания и др.). Копчение пищевых продуктов осуществляется дымовым и бездымным способами.

*Коптильня ЭК-5* предназначена для жарения, запекания и горячего копчения цыплят-бройлеров, мясных изделий и рыбы

(рис. 41). Она представляет собой прямоугольный ящик с теплоизолированными стенками и герметично закрывающейся крышкой. Вместимость рабочей камеры копильни составляет 0,1 м<sup>3</sup>. В нижней части рабочей камеры установлены ТЭНы мощностью 5 кВт. Удельный расход электроэнергии на приготовление 1 кг готовой продукции при максимальной загрузке равен 0,25 кВт · ч/кг.

Копильня оборудована устройством, обеспечивающим отсутствие в помещении дыма и запахов при копчении пищевых продуктов.

Оно состоит из барботажно-абсорбирующей колонки со шлангами подвода и отвода воды. Удельный расход охлаждающей воды составляет 1,5 л/мин.

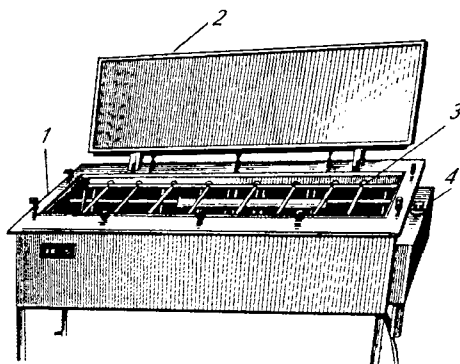


Рис. 41. Копильня ЭК-5:

1 — рабочая камера; 2 — крышка; 3 — клеть;  
4 — барботажно-абсорбирующая колонка

*Техническая характеристика копильни ЭК-5*

Разовая загрузка продукта, кг	18
Продолжительность копчения, мин	50
Габаритные размеры, мм	1360 × 570 × 800
Масса, кг	90

*Термошкафы фирмы Н. Ossa* (рис. 42) используют для горячего, холодного копчения и обжаривания. Они представляют собой шкафы с герметично закрывающейся дверью. Внутри шкафа имеются полки, на которые укладывают продукт. В нижней части шкафа установлен ящик для опилок. Нагрев воздуха внутри шкафа осуществляется ТЭНами. Температурные режимы копчения (холодного или горячего) устанавливаются таймером, обеспечивающим включение или выключение ТЭНов. Дым после копчения пищевых продуктов выводится из шкафов за пределы производственного помещения. Аналогичное назначение имеет *копильный шкаф фирмы Josef Stegherr* (рис. 43).

Электростатический способ ускоряет копчение пищевых продуктов по сравнению с традиционными способами. На рис. 44 показано устройство «Идиллия», предназначенное для обработки мяса, рыбы, птицы, шпика и т. п.

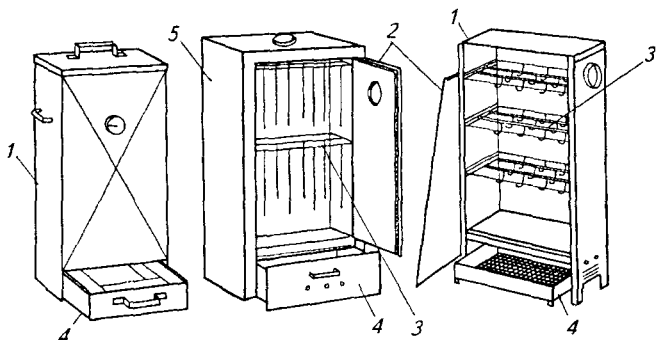


Рис. 42. Термошкафы фирмы Н. Ossa:

1 — шкаф; 2 — дверь; 3 — полки; 4 — ящик для опилок

*Техническая характеристика устройства «Идиллия»*

Разовая загрузка продукта, кг	4
Продолжительность копчения, мин	15—30
Установленная мощность, кВт	0,54
Габаритные размеры, мм	610 × 300 × 720
Масса, кг	20

Копчение пищевых продуктов в быту широко распространено. Для этой цели приспособляют и изготовляют различные устройства и коптильни. Проведение копчения в бытовых условиях требует соблюдения условий санитарии и безопасности.

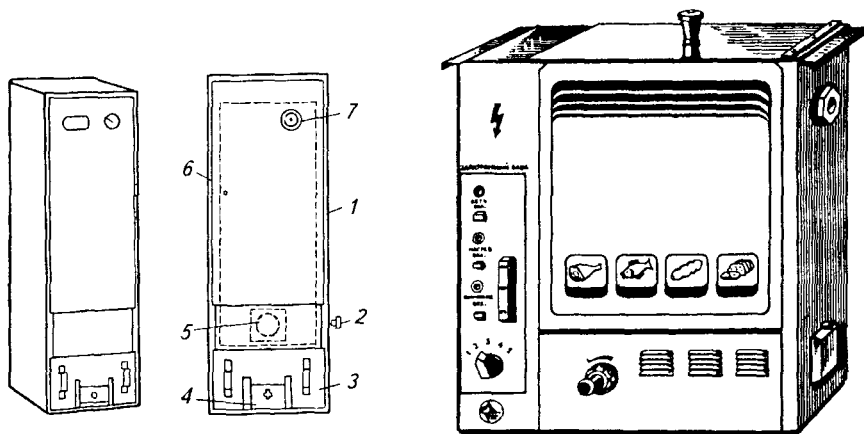


Рис. 43. Коптильный шкаф фирмы Josef Stegherr:

1 — корпус; 2 — шибер; 3 — ящик для опилок; 4 — заслонка воздушная; 5 — дымоотвод; 6 — дверь; 7 — термометр

Рис. 44. Устройство «Идиллия» для электростатического копчения

Простейшая коптильная печь состоит из металлических бочек, например, из-под масла (рис. 45, а), водогрейной колонки (рис. 45, б), канистры или даже ведра. При помощи этих устройств можно коптить рыбу прямо на месте ловли или у себя на даче. Отапливаются они опилками, стружками, дровами, обязательно древесиной лиственных пород. Для предотвращения загрязнения продукции смолами необходимо увлажнять дым водой, например из пульверизатора, встроенного в стенку или крышку.

Для копчения можно использовать трубу (рис. 46) из оцинкованного железа или стали, согнув в рулон листовое железо и соединив его внахлест на 2—3 см. В трубе проделывают отверстия на расстоянии примерно 25 см друг от друга и скрепляют обе части винтами. Такую трубу можно использовать как при вертикальном, так и горизонтальном копчении.

Для вертикального копчения на верхнем конце трубы ножницами по металлу делают по два надреза напротив друг друга таким образом, чтобы в них можно было вставлять деревянную кресто-

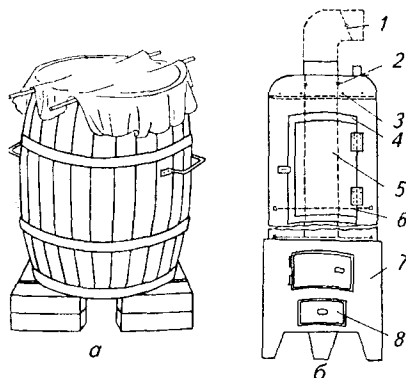


Рис. 45. Простейшие коптильни, выполненные из бочки (а) и водогрейной колонки (б):

1 — заслонка; 2 — съемная труба; 3 — кольцо для установки прутков с продуктом; 4 — рамка дверцы; 5 — отверстие с дверцей; 6 — сетка; 7 — камера сгорания; 8 — зольная камера

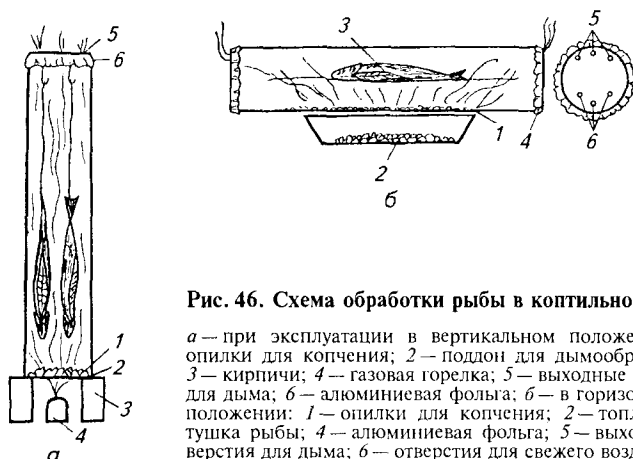


Рис. 46. Схема обработки рыбы в коптильной трубе:

а — при эксплуатации в вертикальном положении: 1 — опилки для копчения; 2 — поддон для дымообразования; 3 — кирпичи; 4 — газовая горелка; 5 — выходные отверстия для дыма; 6 — алюминиевая фольга; б — в горизонтальном положении: 1 — опилки для копчения; 2 — топливо; 3 — тушка рыбы; 4 — алюминиевая фольга; 5 — выходные отверстия для дыма; 6 — отверстия для свежего воздуха

вину для подвешивания рыбы на бечевках. Для нижнего конца трубы изготовляют поддон из листовой стали с загнутыми вверх краями для опилок. Верхний конец прикрывают алюминиевой фольгой, в которой проделывают вытяжные отверстия для дыма. В качестве нагревателя для коптильной трубы можно использовать газовую горелку. Перед нагреванием трубу следует установить на кирпичи, чтобы подвести под нее источник нагревания.

Для горизонтального копчения, предназначенного в первую очередь для рыбы небольших размеров или филе, необходимо иметь оцинкованную проволочную решетку с крупными ячейками. Размер решетки должен соответствовать диаметру трубы. Обрезанные концы проволоки следует отогнуть назад клещами, чтобы решетка беспрепятственно могла войти в трубу. Прочность решетки должна быть такой, чтобы при нагрузке она не деформировалась.

*Коптильные шкафы* позволяют коптить и жарить рыбу на гриле без дымообразования. На рис. 47 показаны конструкции цилиндрической формы. На шести металлических прутьях, смонтированных звездообразно в верхней части цилиндра, можно разместить как минимум шесть рыб массой 500—700 г, нанизанных на прутки под жабры. Конструкция имеет съемную, плотно закрывающуюся крышку. Во избежание падения рыбы на дно цилиндра следует пользоваться специальным предохранительным крючком. Если предполагается использовать устройство для жарения на решетке, то в комплект поставки войдет гриль-решетка с щитком от ветра, которым окружают спиртовку.

Устройство в сложенном виде имеет размеры 44 × 25 см, в смонтированном — его высота увеличивается в 2 раза. Нагрев и дымообразование осуществляют при помощи спиртовки.

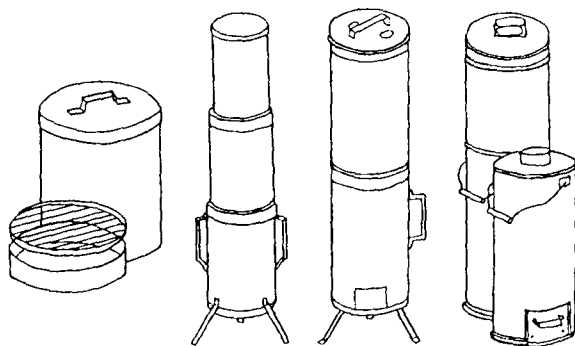


Рис. 47. Коптильные шкафы для гриль-обработки пищевых продуктов



В большинстве коптилок для домашнего копчения применен электрический принцип сжигания опилок. Они имеют форму ящика минимальной вместимостью 6—8, максимальной — 300 рыб. При их изготовлении необходимо, чтобы снаружи они были покрыты антикоррозийным лаком или выполнены из нержавеющей стали. Внутри ящики должны быть полностью эмалированы. Электрическую плитку или нагревательные элементы размещают внизу, а сверху располагают поддон, на который насыпают опилки.

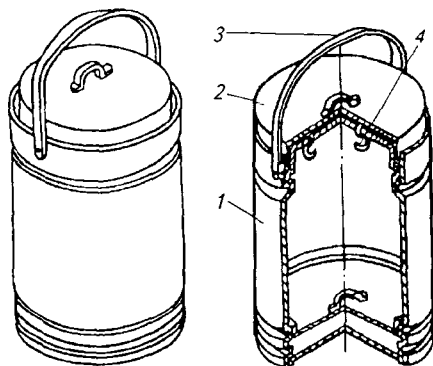


Рис. 48. Коптильня переносная КП-1:

1 — корпус; 2 — крышка; 3 — ручка; 4 — крючок

Коптильня переносная КП-1 предназначена для горячего копчения мясных и рыбных продуктов (рис. 48). Она состоит из корпуса цилиндрической формы, крышки, ручки для переноса. Внутри корпуса в верхней части имеются крючки для подвешивания продукта. Конструкция коптильни обеспечивает отсутствие дыма и иных запахов при приготовлении продукции.

#### Техническая характеристика коптильни КП-1

Разовая загрузка продукта, кг	4
Продолжительность копчения, ч	1—2
Габаритные размеры, мм	283 × 460 × 283
Масса, кг	5,4

Коптильная печь *Mirella* (Германия) для домашнего копчения состоит из широкой трубы, внутренняя часть которой эмалирована, и корпуса из нержавеющей стали или защищенного слоем пластмассы. Перед копчением печь следует прогреть в течение 15 мин. Процесс горячего копчения рыбы, разделанной на кусок, продолжается около 20 мин. Конструкция коптильной печи обеспечивает постоянную турбулентность коптильного дыма и тем самым равномерное копчение при его интенсивном воздействии. Дополнительно может применяться этажерная решетка, которую можно использовать для второго коптильного устройства и складывания решеток.

## 10. Эколого-гигиенические аспекты производства копченых продуктов

---

Безусловно, рыбокопильные комплексы нельзя отнести к предприятиям, наносящим значительный ущерб внешней среде и в конечном итоге здоровью населения. В то же время эколого-гигиеническая ситуация при изготовлении данной продукции выходит за рамки частных проблем, поскольку в РФ ежегодно производится около 150 тыс. т традиционной для нашего населения копченой рыбы, что составляет более 25 % мирового объема выпуска данной продукции. Копильные комплексы располагаются в основном в индустриальных зонах крупных городов с высоким уровнем промышленных, автотранспортных и иных выбросов, где содержание соединений, не свойственных чистому воздуху, систематически превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) в десятки, а иногда и сотни раз.

Влияние компонентов дыма на здоровье человека варьируется от пренебрежимо малого раздражения до полной интоксикации организма и заключается в онкологическом, токсическом, мутагенном, аллергенном и иных воздействиях. Важнейшим показателем опасности копченой продукции и дыма-воздушной смеси является наличие в них канцерогенных соединений, оценку онкологического воздействия которых осуществляет Международное агентство по изучению рака (МАИР). Из соединений, возможно канцерогенных для человека и входящих по классификации МАИР соответственно в группы 2А и 2Б, в копильном дыме обнаружены ацетальдегид, бензо(а)антрацен, бензо(а)пирен, бензо(б)флуорантен, бензо(к)флуорантен, бензо(а,а)пирен, 1,3-бутадиеп, б-бутиролактон, дибензо(а,а)антрацен, дибензо(а,е)пирен, дибензо(а,а)пирен, дибензо(а,а)пирен, индено(1,2,3-с,д)пирен, 5-метилхризен, N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин, формальдегид. По мнению экспертов МАИР, все вещества, входящие в данные группы, в практических целях рассматриваются как агенты, представляющие канцерогенную опасность для человека, поскольку имеются достаточные доказательства канцерогенности данных соединений для лабораторных животных и ограниченные (2А) или неадекватные (2Б) доказательства онкологической опасности для людей.

Из приведенного перечня соединений наиболее опасными являются ПАУ, канцерогенное действие которых проявляется при концентрациях на 1—2 порядка ниже, чем у других агентов, в связи с чем вещества данного класса всегда вызывают наиболее пристальное внимание у специалистов.

Среди ПАУ самым опасным канцерогеном до недавнего времени было принято считать бензо(а)пирен (БП), который обнаруживается в дыме среди соединений данного класса в наибольших количествах. По данным НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова (г. Санкт-Петербург), концентрация БП в копильном дыме в зависимости от вида используемой древесины, способа и условий пиролиза опилок может достигать  $7 \text{ мкг/м}^3$ .

Попадание канцерогенных ПАУ в готовые изделия, безусловно, является основным недостатком данного способа копчения и происходит в результате их осаждения из дымо-воздушной смеси. Образование НА в продукте осуществляется в процессе взаимодействия нитрозирующих оксидов азота ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ) дымо-воздушной смеси с нитрозируемыми аминами полуфабриката.

В настоящее время в ряде стран в законодательном порядке введено ограничение содержания канцерогенных соединений в копченых продуктах. Например, в Германии содержание ПАУ в съедобной части копченых изделий не должно превышать  $1 \text{ мкг/кг}$  по БП, а НА —  $3 \text{ мкг/кг}$  по N-нитрозодиметиламину.

В нашей стране содержание НА в копченых продуктах также ограничивается  $3 \text{ мкг/кг}$ , однако по данному показателю практически отсутствует контроль со стороны соответствующих органов. Концентрация БП в копченых продуктах пока не нормируется, поскольку предприятия не обеспечены соответствующей приборно-методической базой.

Исследования в НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова показали, что в съедобной части рыбы холодного копчения содержание канцерогенных соединений в основном соответствовало принятым в Германии нормам, однако у некоторых образцов концентрация БП и НА превышала допустимые ограничения и достигала соответственно  $1,9$  и  $9,8 \text{ мкг/кг}$ .

В съедобной части продуктов горячего копчения, особенно рыбы с мощным чешуйчатым покровом, содержание канцерогенных соединений коррелировало с их концентрацией в продуктах холодного копчения, однако в коже их содержание варьировалось в широких пределах, превышая у некоторых образцов международные стандарты в сотни раз. В частности, в кожном покрове мелкой рыбы горячего копчения содержание БП и НА достигало соответственно  $728$  и  $172,1 \text{ мкг/кг}$ . Данное обстоятельство остро ставит вопрос о безопасности мелкой рыбы горячего копчения, потребление которой по традиции осуществляется вместе с кожным покровом, а также ее использование в качестве полуфабриката для приготовления консервов типа шпрот, поскольку в процессе хранения происходит диффузия компонентов дыма, в том числе и канцерогенных соединений, в глубь мышечных тканей рыбы и в жидкую часть.

Высокие концентрации канцерогенных соединений в образцах холодного копчения объясняются длительной интенсивностью

обработки дымом. Согласно действовавшим в бывш. СССР нормативным актам реализация рыбы холодного копчения, хранившейся, как правило, без вакуумной упаковки, допускалась в течение 2 мес с даты изготовления. Консервирующий эффект обеспечивался высоким уровнем прокопченности, а также обезвоженности и солёности рыбокопченостей (соответственно содержание воды и соли 50—60 и 5—8 %).

Особо следует выделить существенные различия в содержании канцерогенных БП и НА в изделиях холодного и горячего копчения, что, очевидно, объясняется следующим. При температуре дымо-воздушной смеси выше 20 °С БП распределяется между дисперсной фазой и дисперсионной средой, причем с увеличением температуры его паровая часть увеличивается. При температуре 80—90 °С, при которой обычно ведется дымовая обработка полуфабриката при горячем копчении, содержание БП в паровой среде достигает 25 % от общего содержания в дыме. Более высокой концентрацией БП в паровой среде при горячем копчении, очевидно, объясняется и повышенное его содержание в готовых изделиях, поскольку процесс отложения компонентов дыма на полуфабрикат осуществляется преимущественно диффузионными силами.

Основной фактор, влияющий на образование НА в полуфабрикate, — температура обработки его дымо-воздушной смесью, с повышением которой увеличивается содержание данных соединений в готовом продукте. Следовательно, высокая температура дымо-воздушной смеси при горячем копчении способствует интенсивному образованию НА в готовом изделии.

Надо также отметить, что в ходе исследования выявлено повышенное содержание канцерогенных соединений в продуктах, изготовленных в коптильных камерах с открытым источником образования дыма. В данном оборудовании пиролиз опилок осуществляется в курах, где термический распад древесины происходит нерегулируемо. В зоне тления опилок периодически возникают локальные очаги пламени температурой около 1000 °С и выше, что способствует повышенному содержанию канцерогенных соединений в дыме. Поскольку в данном оборудовании дым образуется в непосредственной близости от полуфабриката, как правило, на полу камеры, то, естественно, на поверхность рыбы интенсивно осаждаются смолистые вещества — носители канцерогенных соединений.

Данный аспект в настоящее время особенно актуален, так как для большинства малых предприятий производство копченых продуктов подобным образом наиболее распространено, поскольку можно без полного комплекта коптильного оборудования получать деликатесные изделия.

Наиболее благоприятными с точки зрения канцерогенной безопасности были признаны образцы копченой рыбы, приготовленные с использованием коптильных препаратов Вахтоль и

ВНИРО. Например, содержание БП в съедобной части рыбы горячего копчения, полученной в парах препарата Вахтоль, не превышало 0,07 мкг/кг, а в коже составляло 0,39 мкг/кг. В образцах сельди холодного копчения, выработанной с применением коптильного препарата ВНИРО, БП не обнаружен, а содержание НА составило 0,18 мкг/кг.

Вторым по значимости недостатком традиционного дымового копчения является загрязнение окружающей среды. В бывш. СССР Закон об охране окружающей среды был принят в 1980 г., в соответствии с которым в дымовых выбросах коптильных камер содержание вредных веществ не должно превышать допустимые ограничения. Однако принятый закон носил декларативный характер, поскольку развитие коптильного производства происходило на основе создания крупных комплексов с использованием ресурсорасточительных технологий, рассматривающих процесс копчения только как способ консервирования пищевых продуктов.

В соответствии с данной тенденцией рыбокоптильные комплексы оснащались оборудованием с большой единовременной загрузкой по сырью. Например, в башенной установке холодного копчения конструкции Гипрорыбпрома в зависимости от видаготавливаемого продукта размещают до 6 т полуфабриката. В процессе эксплуатации данного оборудования, имеющего низкий коэффициент использования объема камеры, не предусматривается рециркуляция дымо-воздушной смеси, а расход коптильного дыма на 1 т готовой продукции достигает 10 000 м<sup>3</sup>.

Столь существенный расход дымо-воздушной смеси значительно увеличивает вероятность накопления канцерогенных соединений в готовой продукции, а также приводит в местах расположения рыбокоптильных комплексов к появлению зон повышенной экологической опасности. В частности, при оценке воздействия башенной установки холодного копчения на окружающую среду установлено, что валовой выброс основных коптильных компонентов — фенолов, кислот и карбонильных соединений — в отходящих дымовых газах составил соответственно 0,063—0,020, 0,246—0,062 и 0,168—0,046 кг/ч.

В мировой практике технология защиты атмосферы от дымовых выбросов основана на выявлении отрицательных факторов и определении оптимальных технических и экономических решений по их устранению или ограничению. Например, в Германии соединения дымовых выбросов по степени опасности разделены на три класса и ограничены по концентрации при валовом выбросе в атмосферу. Поскольку определение отдельных соединений связано с большими трудностями, а полученные результаты зачастую несопоставимы, мерой выбросов условно принято содержание органически связанного углерода (общий углерод). При содержании общего углерода в валовом выбросе до 0,05 кг/ч его кон-

центрация не лимитируется, а при содержании 0,05 — 0,3 кг/ч концентрация общего углерода не должна превышать 120 мг/м<sup>3</sup>. Для установок, в которых массовая концентрация и валовой выброс превышают указанные выше пределы, требуется очистка дымовых выбросов, причем содержание общего углерода в очищенном дыме не должно превышать 50 мг/м<sup>3</sup>. Предлагаемые ограничения гарантируют в отходящих дымовых газах допредельные концентрации веществ первого класса опасности (БП, формальдегид, фенол и др.) и отсутствие постороннего запаха.

Применительно к нашим условиям элементарный подсчет показывает, что содержание только основных копильных компонентов в валовых выбросах башенной установки холодного копчения значительно превышает допустимые в Германии нормы.

Учитывая, что в нашей стране общая концентрация органических соединений в дымовых выбросах копильных производств достигает 2000 мг/м<sup>3</sup> (например, при приготовлении продукции горячего копчения), необходимая степень очистки должна быть более 97 %, чтобы достичь принятых в Германии норм. Это в настоящее время не обеспечит ни одна из эксплуатируемых в мясной и рыбной промышленности систем очистки отходящей в атмосферу дымо-воздушной смеси. Следовательно, при подбore системы очистки дымовых выбросов речь должна идти о коренном изменении политики в данном вопросе, в том числе и на государственном уровне. В противном случае можно говорить только о снижении воздействия копильных камер на окружающую среду.

Учитывая, что дымовые выбросы копильных камер являются аэрозолем средней дисперсности, дисперсная фаза дыма активно участвует в формировании уровня загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов, поскольку частицы диаметром более 1 мкм находятся в зоне дыхания человека до нескольких дней, а частицы размером менее 1 мкм — до 1,5 мес.

В атмосферном воздухе ПАУ, и в частности БП, в молекулярном состоянии могут находиться лишь в ничтожно малых дозах, а основная их часть легко сорбируется частицами сажи и пыли. Повсеместная распространенность БП и оценка его значимости в раковых заболеваниях населения предопределили установление для него гигиенических регламентов: ПДК в атмосферном воздухе — 0,1 мкг/100 м<sup>3</sup>, ПДК в производственных помещениях — 15 мкг/100 м<sup>3</sup>.

В то же время БП может быть только качественным показателем канцерогенности воздуха, поскольку его наличие всегда говорит о присутствии целой группы ПАУ, обладающих заметной канцерогенной активностью. По мнению специалистов, доля БП в общей канцерогенной опасности продукта обычно ограничивается 6—7,05. Соотношения концентраций БП и других ПАУ еще

не дают представления об их относительном вкладе в суммарную канцерогенную активность. При определении эффективности различных доз ПАУ было принято, что канцерогенные ПАУ высокой [бензо(а)пирен, дибензо(а, h)антрацен, дибензо(а, l)пирен], средней [дибензо(а, l)флуорантен] и слабой [бензо(а)антрацен, дибензо(а, с)антрацен, индено(1, 2, 3-с, d)пирен, 5-метилхризен] степени активности могут находиться в соотношениях 1 : 0,1 : 0,01.

В последнее время появились сведения, доказывающие, что содержащийся в копильном дыме дибензо(а, l)пирен (ДБП) по канцерогенной активности на порядок превосходил БП и другие высококанцерогенные ПАУ. Усугубляет данное обстоятельство то, что ДБП образуется при пиролизе древесины в сопоставимых с БП количествах.

Наличие наиболее сильного по канцерогенной активности соединения в копильном дыме требует кардинального пересмотра существующих по данной проблеме взглядов. Прежде всего следует ввести законодательное ограничение содержания канцерогенных соединений в копченых продуктах, а при анализе образцов необходимо определять качественный состав и количественное содержание индивидуальных ПАУ и по специально разработанной методике рассчитывать суммарную канцерогенную опасность пищевого продукта. Безусловно, при определении канцерогенной активности ПАУ расчет следует вести прежде всего с учетом ДБП, т. е. данное соединение должно быть принято своеобразным «индикатором» канцерогенности копченого продукта.

Введение ограничения содержания канцерогенных соединений в продуктах потребует от предприятий кардинального пересмотра существующих технологий копченой рыбопродукции и быстрого перехода на международные стандарты, рассматривающие копчение прежде всего как способ придания обрабатываемым изделиям пикантных аромата и вкуса. В этой связи при усовершенствовании традиционных технологий копчения следует ориентироваться в основном на производство продукции слабого копчения, что неизбежно приведет к сокращению цикла дымо-воздушной обработки полуфабриката, уменьшению концентрации и объема выбросов копильных камер. Особое внимание необходимо уделить разработке систем очистки дымо-воздушной смеси от дисперсной фазы до копильной камеры, что позволит исключить из процесса копчения основную массу ПАУ, содержащихся, как правило, в составе дымовых частиц.

Следует также широко использовать малогабаритное копильное оборудование, предусматривающее порционную подачу дымо-воздушной смеси в установку и максимальное использование копильных компонентов в процессе копчения путем их мно-

гократной рециркуляции. Например, в жарочно-копильной печи ПЖК-5 для приготовления 100 кг рыбы горячего копчения расходуется всего 0,3 кг древесных опилок или стружек.

В находящихся на балансе предприятий большинстве копильных камер невозможно без дорогостоящей модернизации использовать прогрессивные способы копчения, например с применением копильного препарата. Следовательно, при дальнейшей эксплуатации данные камеры необходимо дооборудовать очистными устройствами, что позволит резко повысить экологическую безопасность производства. Значительного снижения стоимости очистки можно достичь использованием дымовых выбросов копильных камер для получения копильного препарата типа «жидкого дыма» (например, препарата ВНИРО).

При апробации препарата ВНИРО для приготовления копченой рыбы объем дымовых выбросов по общему углероду сокращался в 40 раз по сравнению с этим показателем при дымовом копчении, а концентрация компонентов в отходящей в атмосферу дымо-воздушной смеси соответствовала предельно допустимому выбросу.

## **11. Очистка и утилизация копильного дыма**

---

Копильный дым до копчения и после (дымовые выбросы) содержит целый ряд органических и неорганических соединений, включенных в перечень потенциально токсических. Предприятия по производству копченых пищевых продуктов, как правило, расположены в крупных населенных пунктах, и поэтому очистка и утилизация дымовых выбросов от копильного оборудования приобретают первостепенное значение.

### **СОСТАВ ДЫМОВЫХ ВЫБРОСОВ**

В состав копильного дыма входит более 1000 индивидуальных органических соединений, из которых в настоящее время идентифицировано около 300. Важнейшими классами химических соединений, обнаруженных в дыме, являются фенолы, кислоты, карбонильные соединения, спирты, эфиры, амины, ПАУ и другие различные соединения.

Исследованиями отечественных и зарубежных ученых в копильном дыме идентифицировано более 120 фенольных соединений, около 25 органических кислот, более 70 карбонильных со-



единений, 11 фуранов, 13 спиртов, 13 лактонов, 5 аминов, около 30 ПАУ.

Из органических соединений дыма наибольшую опасность для здоровья человека представляют ПАУ. В настоящее время установлено, что в копильном дыме может присутствовать до 65 ПАУ, из которых идентифицировано около 30. К наиболее токсичным ПАУ относят бензо(а)пирен, дибензоантрацен, 1,12-бензопирелен, 3,4-флюорантен. Из ПАУ в дыме в наибольших количествах обнаружен бензо(а)пирен (ПДК<sub>р.з</sub> 0,00015 мг/м<sup>3</sup>, ПДК<sub>с.с</sub> 0,000001 мг/м<sup>3</sup>)\*, который, по выражению некоторых авторов, является своеобразным «индикатором канцерогенности» копченого продукта.

Во всех образцах рыбы дымового копчения обнаружен бензо(а)пирен, причем в рыбе холодного копчения его содержание значительно меньше, чем в рыбе горячего копчения.

В состав копильного дыма входят также многие вредные для здоровья человека соединения, обладающие суммарным эффектом действия:

- ацетон и ацетофенол;
- ацетон и фенол;
- ацетальдегид и винилацетат;
- бензол и ацетофенол;
- валериановая, капроновая и масляная кислоты;
- озон, диоксид азота и формальдегид;
- оксид углерода, диоксид азота, формальдегид и гексан;
- сернистый ангидрид и диоксид азота;
- сернистый ангидрид, оксид углерода и фенол;
- сернистый ангидрид и фенол;
- аммиак, оксиды азота, серный и сернистый ангидриды;
- уксусная кислота и уксусный ангидрид;
- фенол и ацетофенол;
- циклогексан и бензол;
- сернистый ангидрид, оксид углерода, фенол и диоксид азота.

При копчении рыбы до 95 % копильного дыма выбрасывается в атмосферу, загрязняя ее. При этом многие компоненты дыма, являясь высокотоксичными соединениями и дурнопахнущими веществами, содержатся практически в тех же количествах и соотношениях, что и в исходном дыме. В табл. 28 приведены данные о содержании наиболее характерных компонентов дымо-воздушной смеси, выбрасываемой в атмосферу из камер холодного и горячего копчения, а также указаны классы опасности этих соединений согласно санитарной оценке воздушной среды по ПДК в воздухе рабочей зоны.

---

\*ПДК<sub>р.з</sub> — предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны; ПДК<sub>с.с</sub> — предельно допустимая среднесуточная концентрация вредных веществ в воздухе населенных мест.

## 28. Параметры дымовых выбросов

Компоненты дымовых выбросов	ПДК <sub>р,в</sub> в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>		Класс опасности
		Камера холодного копчения (температура 22—30 °С)	Камера горячего копчения (температура 50—95 °С)	
Конденсат	—	8300—30000	30000—56000	—
Смолистые вещества	—	40—120	550—1640	—
Канцерогенные ПАУ:				
бензо(а)пирен	0,1	0,0004	0,0009	1 — чрезвычайно опасные
1,12-бензопирен	0,1	0,0003	0,0007	То же
1,2,3,4-дибензопирен	0,1	0,0042	0,011	»
Фенолы (по фенолу)	0,1—1,0	8,7—20,3	47—74	2 — высокоопасные
Органические кислоты (по уксусной кислоте)	1,0—10,0	10—93	205—312	3 — умеренно опасные
Амины (по диэтиламину)	1,0—10,0	1,3—1,6	23—46	То же
Карбонильные соединения (по фурфуролу)	Более 10,0	140—200	250—400	4 — малоопасные

Из приведенных данных следует, что содержание неорганических и органических соединений, представляющих опасность для здоровья человека, в дымовых выбросах коптильных камер значительно. При этом дымовые выбросы камер горячего копчения больше насыщены органическими соединениями, особенно высококотоксичными, чем выбросы камер холодного копчения.

При изучении отдельных аспектов копчения, а также проблемы очистки отходящих газов важно характеризовать дым не только по химическому составу, но и по показателям аэрозольной системы. В физическом отношении коптильный дым представляет собой аэрозоль конденсационного типа, образующийся при неполном сжигании углеродсодержащих органических веществ древесины.

Дисперсионная среда дыма на 70—90 % представлена неконденсирующимися газами, т. е. составными частями воздуха и продуктами неполного сгорания древесины — CO и CO<sub>2</sub>. Доля воды составляет в среднем 9—19 %. Органические соединения представлены продуктами термического разложения древесины, находящимися в парообразном состоянии. Дисперсная фаза дыма состоит в основном из тех же органических соединений, которые содержатся в дисперсионной среде.

Распределение коптильных компонентов между дисперсионной средой и дисперсной фазой зависит от температуры дымовоздушной смеси, а также температуры кипения отдельных органических соединений. Низкокипящие компоненты типа мети-

лового спирта, формальдегида, муравьиной кислоты и ряд других сосредоточены преимущественно в дисперсионной среде. В дисперсной фазе наиболее значительным по количеству является смола, выход которой при пиролизе хвойных пород древесины выше, чем при пиролизе лиственных пород. При быстром пиролизе выход смолистых соединений увеличивается за счет вторичных реакций полимеризации, протекающих с большой скоростью в период интенсивного разложения древесины. Выход смолы может уменьшаться от повторной конденсации и последующего испарения, что возможно при пиролизе больших масс древесины и движении парогазовой смеси из зон с высокими температурами через зоны необугленного топлива при низкой температуре. Выделение смолы при пиролизе древесины заканчивается приблизительно при 450 °С. При дальнейшем повышении температуры выделяются в основном неконденсируемые газы.

Одним из важных показателей копильного дыма является дисперсный состав, поскольку частицы отдельных размеров при осаждении подвергаются действию различных физических сил. Дымовые частицы радиусом около 0,1 мкм оседают при копчении в основном за счет термофореза и диффузии, а частицы радиусом 0,5 мкм и выше — под действием сил тяжести.

При исследовании дисперсного состава дыма из различных дымогенераторов установлено, что копильный дым является аэрозольной системой средней дисперсности со средним радиусом частиц от 0,1 до 3,5 мкм, причем относительная доля частиц радиусом 0,1—0,75 мкм независимо от способа получения дыма составляет 85—87 %. В табл. 29 приведен средний дисперсный состав копильного дыма, полученного при пиролизе сосны в дымогенераторах ПСМ, «Квернер-Брук» и фрикционном.

**29. Дисперсный состав копильного дыма, полученного при пиролизе сосны**

Тип дымогенератора	Содержание (%) частиц дыма при среднем их радиусе, мкм					
	0,1	0,35	0,75	1,2	2,0	3,5
ПСМ	18,9	28,9	36,2	6,7	5,0	1,4
«Квернер-Брук»	8,1	30,9	46,8	7,3	5,5	1,4
Фрикционный	20,3	41,2	23,8	6,1	6,0	1,3

Из приведенных данных видно, что наиболее высокодисперсный дым образуется во фрикционном дымогенераторе, где на долю частиц радиусом до 0,35 мкм приходится 61,5 %. Знание состава копильного дыма и закономерности распределения его компонентов в процессе копчения может способствовать обоснованному выбору способа очистки при обезвреживании дымовых выбросов копильных камер.

## ОЧИСТКА ДЫМА ПЕРЕД КОПЧЕНИЕМ

Количественное содержание ПАУ, а также других органических соединений в коптильном дыме в первую очередь определяется типом используемого дымогенератора. В настоящее время существует три типа генерации дыма — тления, трения и парогенерации. За рубежом существуют дымогенераторы всех трех типов, а в нашей стране — только дымогенераторы тления древесины.

Дымогенераторы, работающие на принципе тления опилок, подразделяют на две группы: с подогреваемой поверхностью нагрева и без внешнего подвода теплоты.

Применение дымогенераторов с подогреваемой поверхностью, в которых дымообразование осуществляется при термическом распаде опилок в тонком слое на подах с температурой 360—450 °С (например, ПСМ-2), позволяет в 2—3 раза снизить содержание ПАУ в дыме по сравнению с дымом, полученным в дымогенераторе без внешнего подвода теплоты.

При работе дымогенератора без внешнего подвода теплоты (например, Н2О-ИХА.03, Н10-ИДГ-1) термический распад древесины происходит в толстом слое и в зоне тления возникают температуры около 1400 °С и выше. Это приводит к повышенному содержанию бензо(а)пирена в коптильном дыме.

Снижения содержания ПАУ в рабочей коптильной среде можно достичь при помощи фрикционного дымогенератора, получение дыма в котором осуществляется в результате трения между древесиной и рабочим диском. Однако фрикционный дымогенератор не нашел широкого применения в коптильном производстве из-за недостаточной производительности, большого расхода электроэнергии, значительного шума, а также невозможности получить копченые продукты, идентичные изделиям традиционного копчения.

Уменьшение содержания ПАУ в дыме также достигается при использовании «парового» генератора Germos, в котором термическое разложение древесных опилок или щепы осуществляется перегретым паром низкого давления температурой от 300 до 400 °С. Полученный дым характеризуется низким содержанием смолы и ПАУ, имеет повышенную влажность и используется преимущественно для горячего копчения. Однако качество изделий, изготовленных с применением коптильной среды, полученной в дымогенераторе Germos, существенно отличается от качества изделий, обработанных дымом из обычных дымогенераторов. Например, только после нескольких дней хранения продукция холодного копчения по аромату приближается к продукции традиционной выработки.

Дым от парогенератора легко конденсируется в скрубберах, в связи с чем в коптильных установках с парогенератором относительно легко решается проблема очистки дымовых выбросов. Од-

нако для получения коптильной среды в парогенераторах требуется длительный предварительный нагрев древесного топлива.

Для снижения содержания канцерогенных и проканцерогенных веществ в готовой продукции следует свести до минимума наличие ПАУ в дыме. В настоящее время предлагается несколько путей предотвращения попадания канцерогенных соединений в готовые копченые изделия. Одним из таких способов является предварительное осаждение определенной части дисперсной фазы дыма в электростатическом осадителе. При этом достигается существенное уменьшение содержания бензо(а)пирена в готовой продукции. В дыме, направляемом в коптильную камеру, значительно уменьшается содержание активных коптильных компонентов и, по-видимому, нарушается соотношение между ними, поскольку цвет и интенсивность аромата готового продукта не полностью идентичны с продуктом, обработанным исходным дымом.

Другое предложение заключается в предварительном пропускании дыма через циклон с такой скоростью, при которой отделяются наиболее крупные частицы капельно-жидкой фазы, содержащие большую часть канцерогенных соединений. Для улавливания циклоном максимального количества этих веществ температура дыма при прохождении через циклон не должна превышать 149 °С.

В определенной степени очистка дыма от канцерогенных соединений достигается совершенствованием способов фильтрации дыма в устройствах, входящих обычно в конструкцию дымогенераторов.

Для снижения содержания канцерогенных соединений в дыме, получаемом в дымогенераторе «ЕЛРО» и направляемом в коптильную камеру, использовали кольца Рашига. Установлено, что кольца Рашига задерживают значительную часть крупных частиц дисперсной фазы, а в области мелких частиц их действие малоэффективно. Таким образом, кольца Рашига являются эффективным фильтром по улавливанию бензо(а)пирена только для частиц радиусом более 2 мкм.

Для более эффективной очистки в дымогенераторе Н10-ИДГ-1 используют водоинерционный способ. Сущность его заключается в следующем (рис. 49). Поток дыма, образующийся в камере дымообразования, направляется по центральной трубе и по инерции ударяется о зеркало воды, вытесняя часть ее из-под торца трубы. Далее дым попадает в колено и вновь ударяется о поверхность воды. На участках соприкосновения дыма с водой происходит ее завихрение и образуется водно-дымовая смесь. Благодаря инерции и эффективному контакту с водой тяжелые частицы дыма (сажа, зола, смола) улавливаются ею. Проточная вода уносит частицы сажи и золы, а смола оседает на дно устройства и периодически удаляется через люк в специальную емкость.

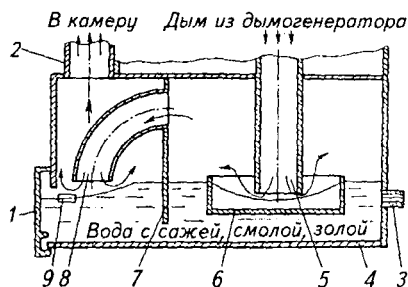


Рис. 49. Схема устройства водонерционного типа в дымогенераторе Н10-ИДГ-1:

1 — крышка люка; 2 — вытяжная труба; 3, 5 — патрубки для подвода воды и дыма; 4 — корпус; 6 — ограничительная стенка; 7 — перегородка; 8 — колено; 9 — лоток для слива воды

Уменьшить содержание ПАУ в копильном дыме и соответственно в обрабатываемых изделиях можно с помощью других решений. Например, в дымогенераторе Н20-ИХА.03 предусмотрена водяная завеса. Известны также способы удаления ПАУ из дыма путем снижения температуры, пропускания его через металлическую стружку, древесные опилки и слой воды или путем получения конденсата дыма, который перед направлением в копильную камеру переводят в состояние, близкое к исходному дыму. При переводе конденсатов в парообразное состояние значительную роль в уменьшении содержания ПАУ играет температура нагрева. Так, при температуре в пределах 294—316 °С содержание бензо(а)пирена во вновь образуемой копильной среде уменьшается в 14—17 раз по сравнению с исходным дымом, а при температуре 371—427 °С — более чем в 100 раз.

Все рассмотренные способы имеют общий недостаток — не решают главной задачи полного исключения возможности загрязнения копченой продукции ПАУ. Следует отметить, что в настоящее время проводят исследования по предотвращению образования ПАУ в дыме путем предварительной обработки опилок химическими реагентами, снижающими температуру термического распада древесины.

## ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ВЫБРОСОВ

Для очистки дымовых выбросов применяют термический, электрический, сорбционный и биологический методы, а также их сочетание (комбинированные методы).

**Термические методы очистки.** Они основаны на окислении кислородом воздуха органических соединений при высоких температурах. В зависимости от условий режима окисления и состава отходов термические методы подразделяют на огневое обезвреживание, термическое окисление и каталитическое дожигание.

*Огневое обезвреживание дымовых выбросов* обычно ведут непосредственно в пламени при температуре 800—1500 °С. Установка

огневого обезвреживания состоит из узла приема и подачи отходов, печи, устройств для ввода в печь и распределения в ней отходов, системы очистки дымовых выбросов. На полноту обезвреживания влияют температура, удельная нагрузка рабочего объема печи, коэффициент избытка воздуха и т. п.

В установке термического обезвреживания выбросы копильных камер при помощи системы вытяжной вентиляции проходят через емкость предварительного отделения смолы и вентилятором через дымоход подаются в воздушный тракт газомазутной горелки, установленной в топке котла, где и происходит их обезвреживание. Дымоход одновременно служит конденсатором смолы и монтируется с уклоном в сторону смолосборника. Смола в смолосборнике периодически подогревается для снижения вязкости и насосом подается в жидкостный тракт газомазутной горелки для сжигания.

Топливом в установках для термического обезвреживания обычно служат газ или мазут, при сгорании которых образуются высокотоксичные соединения, причем концентрация их в очищенных выбросах может во много раз превышать допустимые санитарные нормы. Например, длительное выдерживание газа при высокой температуре и избытке воздуха приводит к образованию оксидов азота.

При использовании в качестве топлива мазута имеющаяся в нем сера образует диоксид серы, и при сжигании дыма сравнительно небольшой густоты количество образующегося диоксида может быть выше количества сжигаемого органического углерода. Следовательно, устраняя загрязняющие вещества одного типа, процесс огневого обезвреживания становится источником загрязняющих веществ другого типа. Поэтому огневое обезвреживание используют только в тех случаях, когда отходящие газы обеспечивают подвод значительной части энергии, необходимой для осуществления процесса.

Следует также отметить, что огневое обезвреживание эффективно удаляет запахи из дымовых потоков. Однако в процессе обезвреживания необходимо следить за полнотой сжигания, поскольку при неполном сжигании может усиливаться запах, например, вследствие превращения спиртов в весьма пахучие карбоновые кислоты.

В некоторых странах в связи с известным дефицитом топлива от способов огневого обезвреживания дымовых выбросов копильных камер отказываются.

*Термическое окисление* применяют при низких концентрациях горючих примесей, обеспечивающих подвод лишь небольшой доли теплоты, необходимой для поддержания пламени.

При использовании этого способа обезвреживания поток дымовых газов обычно подогревается в теплообменнике, а затем проходит рабочую зону горелки, в которую дополнительно вводят

топливо. При этом компоненты дымовых выбросов сгорают при температуре, превышающей их точки самовоспламенения. Главное преимущество данного процесса связано с тем, что температурное окисление обычно осуществляют при температуре 500—800 °С. Относительно низкая температура позволяет сократить затраты на изготовление камеры сжигания и избежать значительного образования оксидов азота.

Важнейшими параметрами метода термического окисления являются продолжительность контакта, температура и турбулентность дымового потока. Для полного сгорания дымовых компонентов обычно достаточно 0,2—0,8 с. Степень турбулентности влияет на эффективность контакта кислорода с топливом и продуктами сгорания и играет особо важную роль при обезвреживании сильнодействующих соединений. Обеспечение полного смешения и применение короткого пламени позволяют сократить продолжительность термического окисления. Увеличение всех трех параметров или каждого из них в отдельности усиливает вероятность достаточно полного удаления горючих отходов из отработанных газов. Наиболее простой и экономически выгодный подход к модификации системы сжигания основан на увеличении турбулентности за счет правильного проектирования горелки и подводящего дымохода при минимальной рабочей температуре.

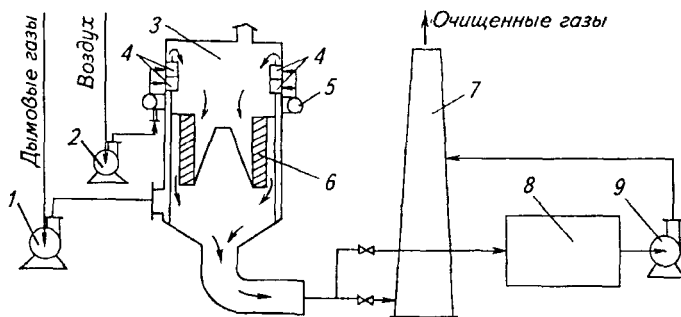
*Каталитическое дожигание (обезвреживание) дымовых выбросов* заключается в проведении окислительно-восстановительных процессов при температуре 100—500 °С на поверхности катализаторов. Катализатор ускоряет химическую реакцию, не претерпевая при этом химических превращений, вследствие чего для каталитического проявления достаточно нескольких сотых долей секунды.

На эффективность процесса обезвреживания влияют начальная концентрация дыма, температура, продолжительность контакта и качество катализатора. Как катализаторы обычно используют платину, палладий, никель, медь, цинк и другие металлы, нанесенные на носитель, например на оксид алюминия.

В процессе обезвреживания дымовых выбросов каталитический слой должен создавать незначительный перепад давления, обеспечивать структурную целостность и долговечность катализатора.

Способ каталитического дожигания дымовых выбросов был испытан в условиях Ялтинского рыбокомбината (рис. 50). В качестве катализаторов использовали алюмоплатиновые контакты АП-56 (0,56 % платины на оксиде алюминия) и ШПК-2 (0,2 % платины на шариковом носителе ШН-2), а также металлический контакт М-2, представляющий собой нанесенную на хромоникелиевую спираль активную пленку с содержанием тысячных долей платины. Испытания показали, что при температуре 350—450 °С и объемных скоростях 5000—10 000 м<sup>3</sup>/ч активность контактов сни-





**Рис. 50. Схема установки каталитического дожигания выбросов копильных камер:**

1, 2 — вентиляторы подачи дыма и воздуха; 3 — реактор; 4 — горелка ГБПш; 5 — коллектор; 6 — каталитизаторная корзина; 7 — дымовая труба; 8 — котел-утилизатор; 9 — дымосос

жается вследствие блокировки их поверхности углеродистыми отложениями.

При использовании катализатора М-2 полное обезвреживание всех токсичных соединений дымовых выбросов камер холодного копчения осуществляется уже при температуре  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$  и объемной скорости  $20\ 000\ \text{м}^3/\text{ч}$ . Для достижения полной очистки дымовых выбросов печей горячего копчения с использованием того же катализатора оптимальными условиями являются температура  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  и объемная скорость  $1500\ \text{м}^3/\text{ч}$ .

Известно, что каталитическая активность катализаторов для различных органических соединений различна. Поэтому 100%-ная очистка канцерогенных и токсичных компонентов дымо-воздушных выбросов невозможна, так как помимо ПАУ типа бензо-(а)пирена в отходящих дымовых выбросах содержатся и другие органические соединения, характеризующиеся различными свойствами и, следовательно, имеющие различную каталитическую активность.

В установках каталитического обезвреживания степень сжигания обычно составляет  $75\text{--}97\%$ , так что отходящие газы этого процесса состоят в основном из диоксида углерода, пара и азота.

К недостаткам каталитического обезвреживания следует отнести сокращение срока службы катализатора вследствие отравления, инактивации поверхности катализатора за счет отложений угля или уменьшения поверхности катализатора за счет ее истирания дымовыми частицами в газовом потоке. Для продления срока эксплуатации катализаторов дымовые выбросы перед вводом в установку необходимо тщательно отфильтровывать от твердых частиц, осаждение которых в слое уменьшает площадь поверхности, дос-

тупной для проведения каталитической реакции, и ведет к распаду катализатора.

**Электрический метод очистки.** Применение электростатических полей высокого напряжения для очистки дымовых выбросов обусловлено их универсальностью и высокой степенью улавливания дымовых частиц, в том числе и субмикронных, малым перепадом давления и возможностью одновременного обезвреживания значительных объемов отходящих в атмосферу дымовых газов с высокой скоростью при сравнительно низких энергозатратах.

Отличительной особенностью электрического метода очистки является целенаправленное использование всей энергии процесса на перемещение дымовых частиц, в то время как при других способах очистки энергия передается всему дымовому потоку. Дымовые выбросы очищают в системе, состоящей из заземленного (осадительного) и коронирующего электродов. К коронирующему электроду подводят ток высокого напряжения, в результате чего у поверхности электрода образуются ионы, которые под действием сил электростатического поля движутся в направлении осадительного электрода.

Сущность процесса электрической очистки дымовых выбросов заключается в ионизации частиц дыма, осаждении их на противоположном по знаку электроде, образовании заряда на дымовых частицах в результате сорбции отрицательно заряженных ионов и перемещении (дрейфе) заряженных дымовых частиц к электроду осаждения. Скорость дрейфа зависит от электрических сил трения, возникающих при движении частиц к электроду осаждения перпендикулярно основному газовому потоку.

Важное значение при электрической очистке имеет дисперсный состав дымовых выбросов, так как число столкновений между ионами и дымовыми частицами пропорционально радиусу последних. Максимальная величина электрического заряда, получаемая дымовой частицей радиусом более 1 мкм, пропорциональна квадрату радиуса, а для частиц радиусом менее 1 мкм — радиусу частицы. Следовательно, крупные частицы быстрее получают электрический заряд и в первую очередь оседают на осадительном электроде.

При очистке электрическим методом содержание органического углерода в дымовых выбросах снижается с 1400 до 500 мг/м<sup>3</sup> при расходе электроэнергии около 1 кВт.

Компоненты дыма, находящиеся в капельно-жидком состоянии в виде смол, при осаждении на осадительном электроде стекают под действием силы тяжести, образуя на поверхности электрода неравномерный слой смолы, который невозможно удалить известными способами. Это приводит к отклонениям от заданных режимов очистки электрическим методом.

Таким образом, использование электрических полей высокого напряжения при очистке дымовых выбросов не удовлетворяет

предъявляемым санитарно-гигиеническим требованиям. Для повышения эффективности данного способа очистки необходимо его использование в комбинации с другими способами очистки, например электрофильтра со скруббером мокрого типа, получившего название мокрого электрофильтра.

Использование мокрого электрофильтра позволило добиться ощутимых результатов при очистке дымовых выбросов коптильных камер.

Дымовые выбросы, проходя через систему распылительных сопел в камере предварительной обработки, частично конденсируются и укрупняются, а затем подаются на электрический осадитель, в котором осадительный электрод покрыт водной пленкой и является как бы самоочищающимся, так как дисперсные частицы дыма, осаждаясь на нем, тут же удаляются вместе с водой. Производительность установки составляет 220 м<sup>3</sup>/мин при расходе воды 23 л/мин. Эксплуатация установки обеспечивает удаление из выбросов коптильных камер частиц размером менее 10 мкм до 99,9 %, а частиц размером более 10 мкм — 100 %.

К недостаткам электрического метода очистки следует отнести высокую чувствительность процесса очистки к отклонениям от заданного технологического режима, значительные капитальные затраты на сооружение установок, сложность электротехнического оборудования, а также невозможность удаления дурнопахнущих веществ, находящихся преимущественно в дисперсионной среде.

**Сорбционный метод очистки.** Адсорбция, или сухая очистка, основана на поглощении различных компонентов твердым веществом (адсорбентом). Скорость адсорбции зависит от концентрации, природы и структуры поглощаемых соединений, температуры и рН среды, вида и свойств адсорбента. Процессы адсорбции можно интенсифицировать, применяя псевдоожиженный слой адсорбентов.

В общем случае процесс адсорбции складывается из переноса соединений к поверхности адсорбента, собственно адсорбции и переноса соединений внутри звена адсорбента. В качестве адсорбентов могут быть использованы практически любые твердые материалы, имеющие развитую поверхность. Адсорбент в процессе очистки используют многократно, после чего его подвергают регенерации. Обычно органические вещества с поверхности адсорбента удаляют вытеснительной десорбцией, в качестве десорбирующего агента служат воздух, инертные газы, насыщенный и перегретый пар.

В коптильной практике адсорбционная очистка дымовых выбросов имеет ограниченное применение. В качестве адсорбентов при этом обычно применяют активный уголь, карбонат натрия, гидроксид кальция, известь и т. п.

Датской фирмой Niro Atomizer предложен способ очистки дымовых выбросов, принцип которого заключается в следующем. Водный раствор адсорбентов или их взвесь насосом подается к центробежному распылителю, установленному в верхней части рабочей камеры. Адсорбент разбрызгивают, смешивая с дымовыми выбросами, поступающими в камеру. В результате испарения воды образуется сухой остаток, который собирается и выводится для дальнейшей обработки. Остаточные мелкие частицы сухой пыли восстанавливаются на обычном оборудовании для регенерации пыли. Опыт эксплуатации таких установок показал, что на них возможно удаление до 90 % нежелательных примесей из дыма при оптимальных условиях эксплуатации.

Для адсорбции дурнопахнущих веществ из дымового потока иногда используют фильтры из активного угля. Однако это требует дорогостоящей и тщательной предварительной очистки дымовоздушной смеси для предотвращения блокировки поверхности угля.

Высокая стоимость адсорбционной очистки не позволяет широко использовать этот способ в копильном производстве при обезвреживании дымовых выбросов.

Абсорбционный способ очистки заключается в контактировании дымового потока с поглотителем и последующем отделении очищенного дыма от отработанного поглотителя. В качестве поглотителей обычно используют воду, водные растворы солей, а также органические растворители.

Процесс абсорбционной очистки включает ряд стадий: диффузию улавливаемого компонента из газовой смеси к границе раздела газообразной и жидкой фаз; диффузию компонента в пленке, сопровождаемую растворением этого компонента в жидкой фазе; диффузию компонента от пленки в объем жидкой фазы.

Движущей силой абсорбции является разность концентраций на границе раздела фаз дым — жидкость. С увеличением поверхности раздела фаз, турбулентности потоков и коэффициентов диффузии скорость сорбции увеличивается. Поэтому при проектировании абсорберов необходимо максимально увеличивать поверхность жидкости при минимальном сопротивлении дымовому потоку.

Абсорбция может быть разомкнутым или циркуляционным процессом. При разомкнутом процессе жидкий поглотитель используют однократно без десорбции уловленных компонентов. Во втором случае поглотитель циркулирует в цепи абсорбция — десорбция. Выбор схемы очистки обычно определяется растворимостью поглотителя, от величины которого зависят расход энергии и теплоты на проведение процесса сорбции, габаритные размеры аппарата.

Физическая абсорбция газов обычно не обеспечивает санитарных требований при очистке токсичных соединений. Поэтому для достижения этих целей ее используют совместно с другими способами очистки, например хемосорбцией.

Для очистки дымо-воздушной смеси и удаления запаха на Коровинском рыбокомплексе (г. Москва) эксплуатируется *абсорбционная установка фирмы Flåkt (Дания)*, состоящая из следующих основных элементов: скруббера, систем химической дозировки, нейтрализации, рециркуляции и распыления жидкости, вентиляторов, приборов автоматики и контроля.

Скруббер горизонтального исполнения изготовлен из полиэфира, усиленного стекловолокном, и состоит из двух ступеней, в нижней части которых установлены баки с промывной жидкостью. Между ступенями скруббера расположен каплеотделитель, предотвращающий попадание капель жидкости в следующую ступень. Для оптимального распределения дыма на входе в скруббер установлены направляющие пластины и распределительные решетки.

Первая ступень скруббера предназначена для удаления из дымо-воздушной смеси твердых частиц путем обработки ее рециркуляционной промывной жидкостью, разбрызгиваемой душирующими устройствами. При этом промывная жидкость фильтруется до поступления к душирующим устройствам. Вторая ступень является продолжением первой и предназначена для окончательной очистки дымовых выбросов.

Система рециркуляции представляет собой комплекс устройств и узлов, обеспечивающих замкнутую циркуляцию промывной жидкости. Нейтрализация промывной жидкости осуществляется 98%-ной серной кислотой, добавление которой осуществляется автоматически до требуемого значения pH, после чего она выводится в канализационную сеть. Установка снабжена также системой подогрева из двух нагревательных элементов и вентилятора.

Система автоматики осуществляет контроль за добавлением требуемого количества гидроксида натрия, которое соответствует загазованности выбросов копильных установок в каждом конкретном случае. В процессе очистки дымовых выбросов копильных камер гидроксид натрия гидролизует сложные эфиры дыма, преобразует фенолы и органические кислоты в легкорастворимые феноляты и натриевые соли.

#### *Техническая характеристика абсорбционной установки фирмы Flåkt*

Расход:

воздуха, м <sup>3</sup> /ч	80 000
воды, м <sup>3</sup> /ч	2—4
20%-ного NaOH, л/ч	20—30
98%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , л/ч	1—2
Температура дыма, °С	До 60
Габаритные размеры скруббера, мм	14 000 × 3000 × 3700

За рубежом при конструировании установок для очистки дымовых выбросов наблюдается тенденция к более широкому применению скрубберов с легким пластмассовым наполнителем, конструкционным материалом для которых служат главным образом пластмассы.

В отработанных дымовых выбросах помимо канцерогенных газообразных соединений зачастую содержатся пыль и капельки жидкости, которые также должны быть отделены. В то время как электростатические и тканевые фильтры, циклоны, адсорберы и установки для термической нейтрализации отработанных газов путем сжигания пригодны для улавливания только каких-либо определенных компонентов, скрубберы показали себя более универсальными и более эффективными при отделении газообразных, пылевидных и аэрозольных примесей. Известны скрубберы различных типов: с перекрестным потоком, противоточные, прямоточные, распылительные, ионизирующие, скрубберы Вентури. Все они различаются по конструктивному исполнению и предназначены для отделения определенных компонентов из газовых выбросов.

*Скрубберы с перекрестным потоком* хорошо зарекомендовали себя в тех случаях, когда абсорбирование газов и отделение пыли происходят параллельно. Особенно эффективно отделяются частицы размером до 10 мкм. В скрубберах этого типа поток подлежащего очистке газа проходит сквозь слой наполнителя в горизонтальном направлении, в то время как промывная жидкость подается из форсунок сверху и стекает в поддон в нижней части рабочей камеры. Из поддона вода насосом подается на рециркуляцию. Перед тем как выйти из камеры, дымовые выбросы проходят еще через один слой наполнителя, который не смачивается жидкостью и служит для отделения капелек жидкости от очищенного газа. Скрубберы такого типа могут быть выполнены многоступенчатыми и использоваться для селективной (избирательной) абсорбции газовых смесей. Все ступени, включая предварительный отделитель, могут быть смонтированы внутри общего корпуса аппарата. Благодаря прямоугольной форме скрубберы компактны и занимают малые производственные площади.

В *противоточных скрубберах* подлежащий очистке газ подается снизу вверх в противотоке к поступающей сквозь слой наполнителя промывной жидкости. В слое наполнителя толщиной от 800 до 1500 мм обеспечивается эффективное (до 98 %) отделение легкорастворимых токсичных газов, а также мелкодисперсных капелек размером не более 5 мкм. Для отделения труднорастворимых газов, которые плохо абсорбируются, высота слоя наполнителя должна составлять от 1 до 10 мм (без перекачивания промывной жидкости). В скрубберах этого типа над форсунками обычно предусматривается слой наполнителя толщиной около 200 мм в качестве

каплеотделителя. Противоточные скрубберы обеспечивают эффективное абсорбирование таких соединений, как  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{ClO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$  и др.

В *прямоточных скрубберах* очищаемый газ подается в нижнюю часть аппарата, причем он сразу проходит сквозь слой наполнителя, который орошается снизу промывной жидкостью, т. е. в прямотоке с газом. Промывная жидкость стекает в поддон, расположенный в нижней части скруббера, и при помощи насосов вновь подается для орошения слоя наполнителя до тех пор, пока она пригодна для промывки. Прямоточные скрубберы имеют производительность от 500 до 50 000 м<sup>3</sup>/ч.

В *распылительных скрубберах* промывная жидкость поступает в прямотоке или противотоке с отработанными дымовыми выбросами. Эти скрубберы выпускают либо с дефлекторами, либо без них. Жидкость распыляют до мелкодисперсного состояния, за счет чего достигается максимально возможный для этого способа коэффициент вымывания примесей.

Для отделения мелкодисперсных капель или твердых частиц с размерами от 0,1 до 5 мкм целесообразно использовать *скрубберы Вентури*. В качестве абсорберов их обычно применяют только с одновременным отделением мелкодисперсных включений, что связано с высоким потреблением энергии.

В *ионизирующем скруббере* частицы примесей в потоке очищаемого газа под действием высокого напряжения получают электростатический заряд и только затем проходят сквозь слой наполнителя. В последнем частицы примесей отделяются от потока дымовых выбросов в процессе их соударения с элементами наполнителя или же притягиваются к их нейтральной в электрическом отношении поверхности и таким образом также отделяются от потока. В ионизирующем скруббере примеси улавливаются элементами наполнителя, который благодаря особой форме обладает большой удельной поверхностью. Капли промывной жидкости на поверхности наполнителя также выступают в качестве активной поверхности, на которую налипают частицы практически любого размера. Газообразные примеси отделяются в процессе физической абсорбции или абсорбции с одновременной химической реакцией (хемосорбции) и уносятся с потоком промывной жидкости. По мнению зарубежных специалистов, потеря давления в одноступенчатом ионизирующем скруббере составляет не более 40 мм вод. ст. Затраты энергии на ионизацию частиц примесей также невелики — от 0,1 до 0,25 кВт на 1000 м<sup>3</sup>/ч. Для более эффективной очистки выбросов целесообразно использовать многоступенчатые установки.

На Сочинском мясокомбинате смонтирована установка, состоящая из двух последовательно работающих скрубберов из стеклопластика, бака для приготовления раствора окислителя, насоса подачи раствора на орошение, вентилятора. Скрубберы первой и

второй ступеней очистки идентичны по конструкции, имеют трехъярусную систему орошения и снабжены каплеуловителем.

На Вознесенском мясокомбинате работает двухступенчатая установка для очистки дымовых выбросов, в которой в качестве первой ступени используется барометрический конденсатор, а в качестве второй — скруббер.

Следует отметить, что данные установки занимают большие производственные площади. В этом плане более компактными являются установки, в которых все ступени размещены в одном корпусе.

На рис. 51 приведена принципиальная схема работы трехступенчатого скруббера башенного типа фирмы Fläkt. На первой ступени происходит очистка дымовых выбросов от твердых частиц и абсорбция соединений азота, например аммиака, аминов. Вторая ступень предназначена для абсорбции и окисления соединений серы (сернистый водород и меркаптаны), а также альдегидов, кетонов и жирных кислот. Абсорбции этих, в основном кислотных, соединений способствует высокий уровень рН, но эффективность добавляемого гипохлорида начнет уменьшаться при больших значениях рН. Лучшие результаты были получены при рН 8,5—9,5 и концентрации активного хлора 20—60 мг/л. На третьей ступени выводится избыточный хлор и абсорбируются остатки кислотных соединений. Этот процесс более эффективен при высоком уровне рН. Если добавляется жесткая вода, то будет образовываться  $\text{CaCO}_3$ . Если процесс проходит при рН 9,5—10,5, следует добавлять мягкую воду.

В ФРГ запатентовано устройство для мокрой очистки дымовых выбросов при производстве копченых колбасных изделий. Оно состоит из двух отдельных фильтровальных блоков, соединенных дымоходом. Первый блок включает две камеры, в каждой из которых установлен матерчатый фильтр, орошаемый водой. Камеры работают поочередно за счет регулируемых клапанных заслонок, размещенных со стороны подающего дымохода. После первого блока газ направляется во второй, представляющий собой два параллельных вертикальных слоя фильтрующих элементов, например стеклянных шариков, расположенных на опорных стенках и орошаемых сверху промывной жидкостью. Фильтровальные слои смонтированы так, что очищаемый газ проводит их последовательно в противоточном направлении относительно подачи промывной жидкости.

В бывшем Ленинградском технологическом институте холодильной промышленности проведены исследования дезодорации дымовых выбросов высокоэффективными циклонно-пенными аппаратами. Изучали возможность применения электрохимического хлоратора, предназначенного для получения окислителя из концентрированного раствора поваренной соли, а также процесс дехлорирования сточных вод активным углем. Опытная установка



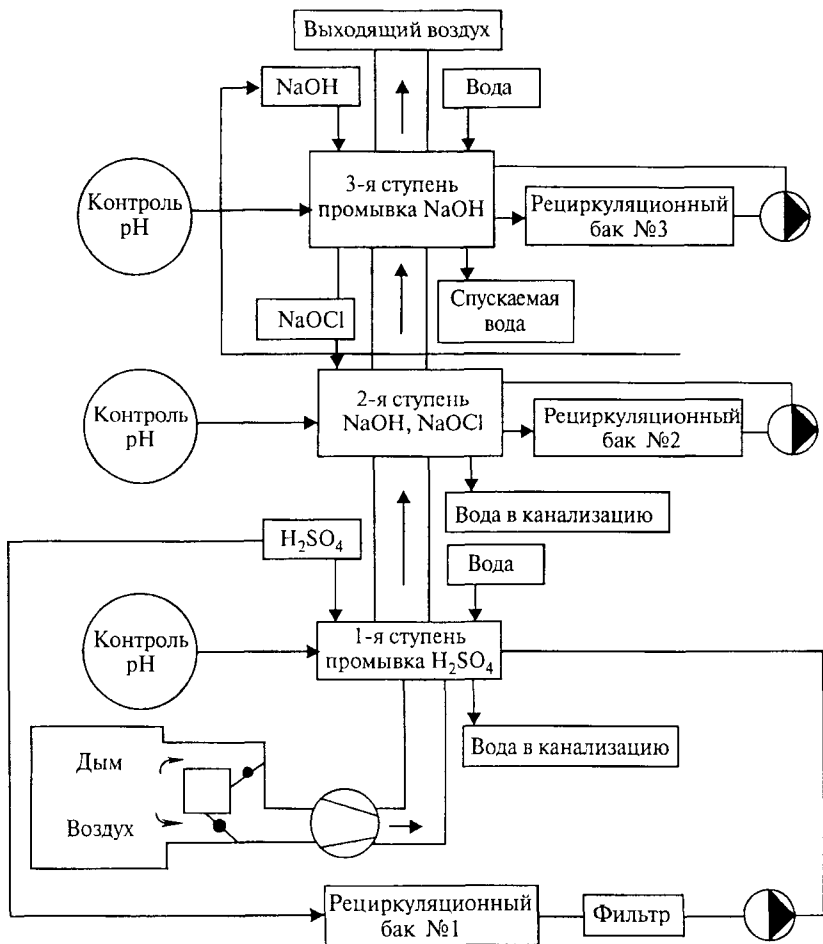


Рис. 51. Схема работы трехступенчатого скруббера башенного типа фирмы Fläkt (Дания)

производительностью 2000 м<sup>3</sup>/ч включала два циклонно-пенных аппарата, хлоратор, выпрямительный агрегат и высоконапорный вентилятор. Работала установка следующим образом. Дымовые выбросы подавали на первую ступень обработки в циклонно-пенный аппарат, где их обрабатывали водой в слое динамической пены с целью поглощения легкорастворимых примесей и твердых частиц, а также охлаждения дыма. Затем в обрабатываемые дымовые выбросы добавляли газообразный хлор, получаемый электро-

химическим методом в хлораторе. Смесь газов поступала во второй циклонно-пенный аппарат непроточного типа с подвижным слоем активного угля, где происходило их жидкофазное окисление активным хлором. Очищенный воздух вентилятором выбрасывался в атмосферу.

Таким образом, эффективная очистка дымовых выбросов абсорбционным методом возможна лишь при использовании химически активных жидких поглотителей. Однако в результате такой очистки дымовых выбросов в больших количествах образуются водные растворы солей, которые невозможно утилизировать без дополнительной дорогостоящей переработки.

**Биологические методы очистки.** При данном способе очистки вредные и пахнущие вещества выбросов перерабатываются микроорганизмами до безвредного состояния, при этом запах в отходящих газах либо отсутствует, либо становится едва уловимым.

В зависимости от конструкции различают биомасочные и биофильтрующие устройства. Для очистки копильного дыма в настоящее время с успехом применяют биофильтры. Их используют в комбинации с другими способами очистки дыма, обеспечивающими удаление смолы и аэрозольных частиц, так как микроорганизмы, находящиеся в наполнителях, требуют специальных условий для своей жизнедеятельности (рис. 52).

Установка для очистки дымовых выбросов работает следующим образом. В аэрозольном осадителе, состоящем из патрона с минеральным наполнителем, осаждаются жидкие и твердые частицы выбросов, включая жировые компоненты. Осаждаемая фаза собирается в специальную емкость, и по истечении примерно 700 рабочих часов отходы сжигаются в специальном устройстве. На дан-

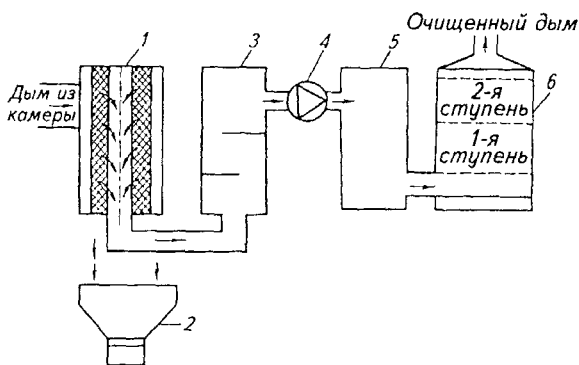


Рис. 52. Схема установки для очистки дымовых выбросов физико-биологическим методом:

1 — фильтр для отделения аэрозольной фазы; 2 — сборник аэрозольной фазы; 3 — абсорбер; 4 — вентилятор; 5 — увлажнитель; 6 — биофильтр

ной ступени удаляется примерно 50 % всей углеродсодержащей фазы. На второй ступени выбросы попадают в адсорбер, где сорбируются остатки веществ, потенциально опасных для микроорганизмов биофильтра. Адсорбер работает в режиме буфера, т. е. в зависимости от состава выбросов может выполнять сорбционные и десорбционные функции. Стандартная продолжительность работы адсорбционного материала составляет 3000 ч, после чего его сжигают в специальном устройстве, а адсорбер заполняют новым.

Для поддержания в биофильтре требуемых параметров по влажности и температуре (соответственно 50 % и 55 °С) очищаемые выбросы нагнетаются при помощи вентилятора в увлажнитель, в который встроены специальные форсунки, впрыскивающие охлаждаемую воду в поступающий дым. Диспергируемая вода собирается и рециркулируется, пополняясь по мере потерь новыми порциями.

Последняя стадия очистки — биофильтр. Здесь микроорганизмы разлагают оставшиеся, в основном ароматнесущие, копильные компоненты до безопасного и дезодорированного состояния. Биофильтры могут быть выполнены из древесины, металла или бетона в зависимости от объема очищаемых газов. В последнее время практикуются многоступенчатые фильтры этажерного типа, чаще всего состоящие из двух металлических модулей. Фильтрующие материалы, являющиеся одновременно и питательными средами для микроорганизмов, различны для первой и второй ступени очистки. Это, как правило, смесь из особого компоста, гумуса, фитоматериалов, фибраторфа. Можно применять и синтетические наполнители. Материал должен обеспечивать хорошее разделение выбросов и обладать пропускающей способностью. Этот носитель-материал является биозоной, т. е. «населен» микроорганизмами, для которых вредные вещества выбросов являются питательными компонентами. Для оптимальной работы фильтра необходима так называемая селективная фаза, в течение которой микроорганизмы размножаются, развиваются, обеспечивая очищающий эффект.

Биофильтры имеют следующие достоинства: относительно низкую энергоемкость, отсутствие химических веществ, распад вредных веществ дыма до гарантированно безопасного состояния (в основном диоксида углерода и воды). К недостаткам можно отнести необходимость предварительной обработки выбросов и относительно большие габариты установок.

**Комбинированные способы очистки.** Применяемые в настоящее время способы очистки дымовых выбросов имеют или низкую эффективность обезвреживания, не удовлетворяющую санитарным нормам, или высокую стоимость проведения очистки, или невозможность обезвреживания отходов без дополнительной сложной переработки.

Для достижения уровня концентрации дымовых выбросов, отвечающего санитарным требованиям, необходимо использовать несколько методов очистки в последовательности, определяющей технологию обезвреживания или переработки.

Комбинированный способ очистки применяют в ФРГ для обезвреживания отработанного воздуха копильно-варочного производства. Устройство для обезвреживания воздуха представляет собой многосекционную комбинированную систему, состоящую из автономно действующих узлов.

Предназначенные для очистки выбросы копильно-варочного производства предварительно проходят серию циклонов, затем направляются в электростатическую установку и далее (в случае необходимости) очищаются в газопромывном аппарате, действующем по принципу жидкофазной абсорбции и предназначенном для удаления паров соединений, обладающих специфическими запахами. Перед выходом из абсорбционной установки очищенный воздух проходит через каплеуловитель.

При исходном загрязнении отходов копильно-варочного производства  $1500\text{--}1800\text{ мг/м}^3$  органического углерода система очистки обеспечивает содержание углерода в очищенной среде не выше  $20\text{ мг/м}^3$ . Удаленные из воздушных выбросов вещества собираются в особых ловушках-сборниках.

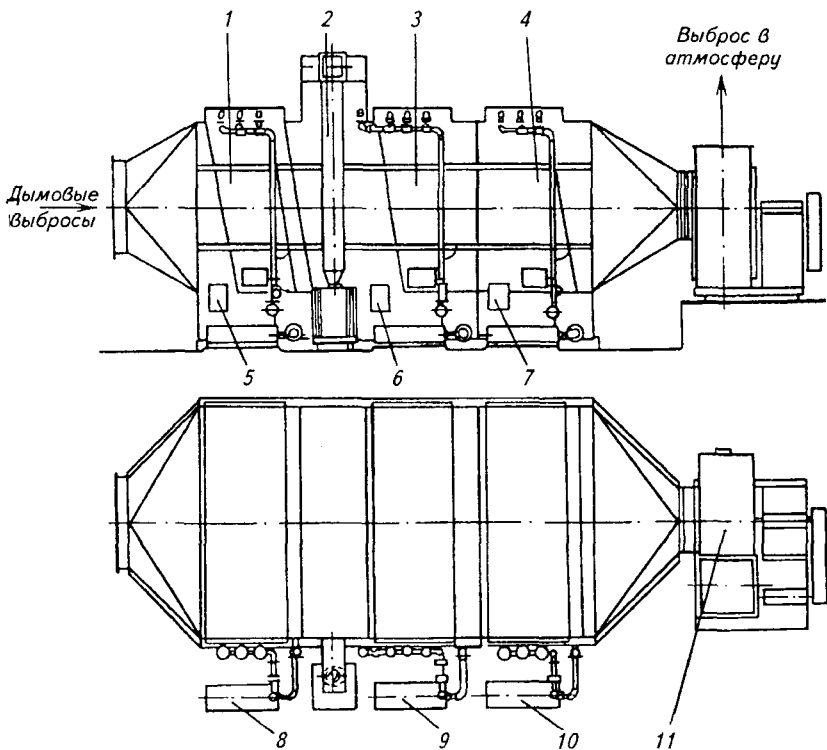
Для очистки дымовых выбросов на Адлерском рыбозаводе используют скруббер Ceilcote (рис. 53), работающий по принципу перекрестного потока и выполненный в многокамерном исполнении из антикоррозийного синтетического материала Duracor на основе полиэфирной смолы. Скруббер состоит из четырех камер со слоями орошаемой насадки Tellerette, служащими реакционными камерами и расположенными между специальными несущими решетками. Элементы насадки позволяют пропускать различные количества жидкости, в том числе и растворы химических реагентов, которые при прохождении слоев насадки контактируют с дымовыми выбросами.

После каждой реакционной камеры расположен неорошаемый слой элементов насадки Tellerette, служащих каплеотделителями, что исключает попадание капель промывочного раствора на следующую ступень. На последней ступени каплеотделитель препятствует попаданию капель в поток чистого воздуха.

Распылительные форсунки расположены в верхней части скруббера, обеспечивая подачу жидкости под прямым углом к движению потока дыма.

Дымовые выбросы подаются в скруббер в горизонтальном направлении и последовательно проходят все камеры. В первой удаляются твердые частицы дыма, чем облегчается последующая химическая промывка и обеспечивается снижение расхода химикатов.

Вторая, ионизационная, ступень предназначена для комбини-



**Рис. 53. Скруббер перекрестного потока фирмы Ceilcote:**

1 — 1-я ступень очистки; 2 — 2-я (ионизационная) ступень; 3 — 3-я ступень очистки; 4 — 4-я ступень очистки; 5 — 7 — смотровые окна; 8 — 10 — системы рециркуляции абсорбента; 11 — вентилятор

рованного метода очистки дымовых выбросов — абсорбции и электростатического осаждения. Работа ступени основана на одновременном использовании следующих принципов очистки:

ударно-отражательный принцип выделения жидких и твердых частиц размером от 3 до 5 мкм;

принцип электростатической зарядки, притяжения и выделения аэрозолей;

принцип абсорбции ядовитых корродирующих веществ и соединений с интенсивным запахом.

После прохождения зоны высокого напряжения заряженные частицы дыма осаждаются в реакционной камере или на поверхности каплеотделителей. Улавливание дымовых частиц на поверхности насадки или каплеотделителя происходит в результате ударно-отражательного эффекта или притяжения заряженных частиц

к нейтральной поверхности под действием электродвижущей силы самоиндукции.

Вторая ступень выполнена в виде ионизационного скруббера IWS и может быть использована в качестве отдельного сооружения.

На третьей ступени осуществляется кислотная промывка с использованием серной кислоты, из очищаемого дыма на третьей ступени абсорбируются и химически преобразуются в безвредные вещества щелочные компоненты, например амины.

На четвертой ступени происходит щелочная промывка с использованием раствора едкого натра и удаляются кислотные компоненты. При этом в щелочной раствор добавляют окислители, обеспечивающие щелочное окисление.

В результате такой обработки химическими реагентами достигается не только поглощение пахнущих веществ промывной жидкостью, но и химическая реакция, что исключает выход компонентов дыма из промывной жидкости.

Контроль за состоянием промывной жидкости осуществляется системой автоматики. При загрязнении промывной жидкости увеличивается ее проводимость и жидкость выводится из системы. Концентрация промывных растворов определяется величиной рН, при изменении которого осуществляется необходимая добавка химических окислителей дозировочными насосами.

#### *Техническая характеристика скруббера*

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	40 000
Расход электроэнергии, кВт	37
Напряжение электростатического поля, кВ	20—30
Потребляемый ток, мА	100
Установленная мощность, кВт	10
Число насосов	4
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	72
Мощность электродвигателей, кВт	11
Масса, кг	14 000

## **УТИЛИЗАЦИЯ ДЫМОВЫХ ВЫБРОСОВ**

Важнейшие для копчения органические соединения (фенолы, кислоты, карбонильные соединения) содержатся в дымовых выбросах коптильных камер в значительных количествах. Поэтому в процессе очистки дымовых выбросов необходимо использовать такие способы, которые предполагали бы дальнейшую их утилизацию. Из приведенных выше методов очистки наиболее приемлемым является абсорбционный способ, который позволяет из дымовых выбросов получать водные растворы дыма. Эти растворы после соответствующей очистки представляют собой коптильные

препараты типа рафинированных конденсаторов дыма. В качестве устройства для приготовления подобного рода коптильных препаратов можно использовать сорберы различных типов, предназначенные для очистки газов, или оборудование для производства коптильного препарата.

Для получения коптильных препаратов в виде водных растворов дыма можно использовать установку, схема которой представлена на рис. 54.

Дым, получаемый при сжигании древесины в присутствии ограниченного количества воздуха, отделяется от тяжелых смол и золы в осадочной камере и направляется через скруббер, заполненный насадкой типа колец Рашига, снизу вверх. Навстречу потоку дыма сверху подают воду в диспергированном виде. Температуру воды при экстрагировании поддерживают в пределах  $50^{\circ}\text{C}$ , что обеспечивает сорбцию высоколетучих компонентов дыма в незначительных количествах, а также необходимых соединений, в том числе и фенольных, в оптимальных соотношениях.

Вода в устройстве рециркулирует до насыщения ее коптильными компонентами, после чего полученный водный раствор дыма фильтруют через целлюлозную пульпу, которая поглощает частицы смолистых веществ, в том числе и ПАУ. В результате получается почти полностью свободный от канцерогенных веществ и в значительной степени от других балластных соединений водный раствор дыма.

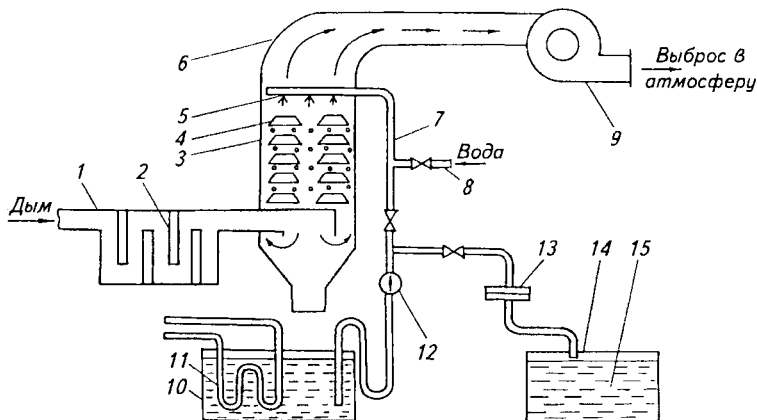


Рис. 54. Схема установки для получения водных растворов дыма:

1 — коллектор; 2 — осадочная камера; 3 — нижняя часть скруббера; 4 — насадка; 5 — форсунка; 6 — скруббер; 7, 8 — водопроводные трубы; 9 — вентилятор; 10 — сборник конденсата; 11 — змеевик-охладитель; 12 — насос; 13 — фильтр; 14 — резервуар; 15 — сборник коптильного препарата

Подобного типа установку также можно рекомендовать для получения коптильного препарата из дымовых выбросов. Причем при использовании дымовых выбросов камер горячего копчения условия сорбции будут максимально приближены к разработанным условиям получения препарата при сжигании древесины.

Однако, учитывая низкую степень очистки дымовых выбросов, особенно мелкодисперсных, установки данного типа нельзя рекомендовать в качестве очистного устройства на рыбокопильных предприятиях, использующих только дымовое копчение.

Во ВНИРО разработан способ получения коптильного препарата путем пропускания дыма через водный слой. Отличительной особенностью установки барботажного типа (рис. 55) является наличие подвижной шаровой насадки, представляющей собой резиновые шарики из кислотостойкой резины диаметром 15—20 мм и плотностью 1 г/см<sup>3</sup>.

При работе установок барботажного типа дымовые выбросы проходят через слой воды в виде газовых пузырьков. При этом мелкодисперсные дымовые частицы, находящиеся в пузырьке, не обладают достаточной кинетической энергией для преодоления пограничного слоя во внутренней поверхности пузырька, что приводит к значительному проскоку компонентов дыма, особенно мелкодисперсных, в атмосферу.

Использование подвижной шаровой насадки, которая под действием барботирующих через слой газовых пузырьков хаотично перемещается во всех направлениях по всему объему водного слоя, приводит к интенсивному дроблению газовых пузырьков, в

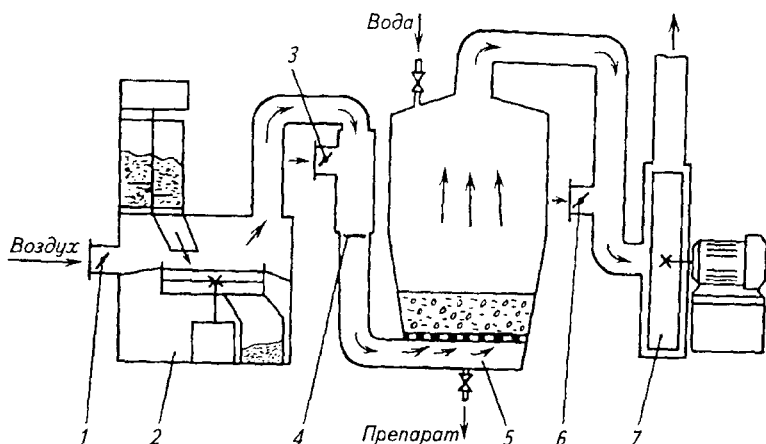
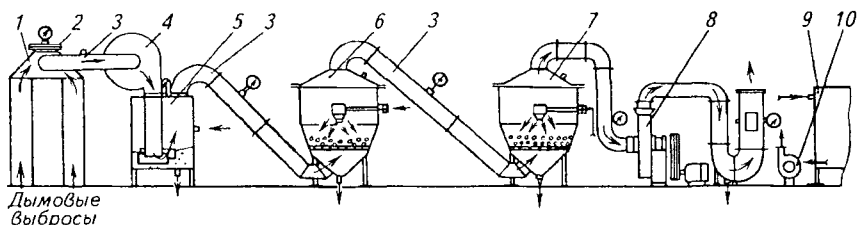


Рис. 55. Устройство для получения коптильного препарата:

1, 3, 6 — заслонки; 2 — дымогенератор; 4 — фильтр; 5 — сорбер; 7 — вентилятор





**Рис. 56. Установка для очистки дымо-воздушной смеси:**

1 — переходник; 2 — крышка; 3 — дымоходы; 4, 8 — вентиляторы; 5 — предфильтр; 6, 7 — сорберы; 9 — бак для приготовления раствора; 10 — насос

результате чего увеличиваются длительность контакта фаз и площадь межфазной поверхности.

Время контакта дымо-воздушной смеси и водного слоя определяется как скоростью подъема пузырей, так и отношением объема насадки к объему водного слоя. Максимальная степень насыщения водного слоя компонентами дыма наблюдается при скорости пропускания дымо-воздушной смеси через водный слой с подвижной шаровой насадкой  $75 \pm 0,1$  м/с и отношением объема подвижной насадки к объему водного слоя  $0,5 \pm 0,1$ .

Коптильный препарат получали путем улавливания компонентов дыма при специальном сжигании древесины. Однако, принимая во внимание незначительную количественную разницу копительных компонентов в дыме и дымовых выбросах, можно использовать установку данного типа для получения копительного препарата при очистке дымовых выбросов коптильных камер.

Установка подобного типа (рис. 56), состоящая из предфильтра и двух сорберов барботажного типа, была апробирована для очистки дымовых выбросов линейно-шелевой печи Н10-ИДП-1 в условиях цеха копчения мелкой рыбы севавтопольского рыбообработывающего филиала ПОРП «Атлантика».

Основное назначение предфильтра — удаление крупных частиц сажи и золы. Предфильтр представляет собой закрытую емкость цилиндрической формы с вертикальным вводом дымо-воздушной смеси сверху вниз по дымоходу, не достигающему до дна. Вокруг нижнего торца трубы располагается стенка-кольцо. Предфильтр заполняют водой или специальным поглощающим раствором до уровня на 5—10 мм выше свободного торца трубы. Частицы сажи и золы улавливаются за счет сил инерции.

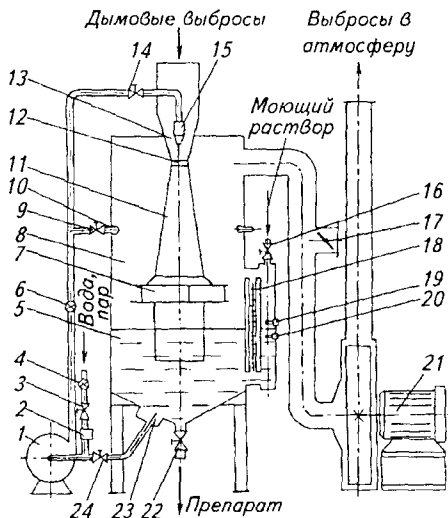
Сорберы предназначены для очистки и улавливания компонентов дымо-воздушной смеси и представляют собой цилиндрические корпуса с коническим днищем. В нижней части сорбера расположена решетка, на которой размещается шаровая насадка. Дымо-воздушная смесь поступает в сорбер в нижней части устройства, а выходит через патрубок отвода в крышке сорбера.

В качестве абсорбента в первом сорбере используют воду. Вода в сорбере в процессе работы установки постепенно насыщается коптильными компонентами до определенной концентрации, после чего ее можно применять по назначению. Второй сорбер предназначен для улавливания компонентов дымо-воздушной смеси, не осажденных в первом сорбере. Абсорбентом во втором сорбере служит раствор химически активного вещества.

*Технические характеристики установки для очистки дымо-воздушной смеси*

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	6000
Установленная мощность, кВт	27,5
Максимальное гидравлическое сопротивление, кПа (мм вод. ст.)	8,2(820)
Температура очищаемого дыма, °С	90
Потребление (разовое):	
технической воды, м <sup>3</sup>	1,2
каустической соды, кг	До 6,0
перманганата калия, кг	До 20,0
или хлорной извести (гипохлорида кальция), кг	12,0
насадки, кг	До 300

Сотрудниками ВНИРО и Дальрыбвтуза разработан способ получения коптильного препарата из дымовых выбросов коптильных камер с использованием скруббера Вентури (рис. 57). Он состоит из циклона с емкостью для воды в нижней части, трубы Вентури, форсунки, кольцевого водопровода, вентилятора высокого давления, насоса рециркуляции, фильтра рециркуляционной воды, шибера, вентиля, системы дымопроводов и водопроводов. Основная часть скруббера — труба Вентури, которая в целях снижения вредных гидравлических потерь имеет плавное сужение на входе (конфузор) и плавное расширение на выходе (диффузор).



**Рис. 57. Схема получения коптильного препарата ВНИРО с использованием скруббера Вентури:**

1 — насос рециркуляции; 2 — электромагнитный клапан; 3, 6, 9, 14, 16, 22, 24 — вентили; 4 — расходомер; 5 — вода; 7 — центробежный завихритель; 8 — циклон; 10 — кольцевой водопровод; 11 — диффузор; 12 — горловина; 13 — конфузор; 15 — форсунка; 17 — шибер; 18 — мерная трубка; 19, 20 — сигнализаторы уровня воды; 21 — вентилятор; 23 — фильтр для воды

зор). Кроме того, в состав трубы Вентури входит центробежный завихритель, находящийся за диффузором.

Установка работает следующим образом. Предварительно устанавливают фильтр рециркуляционной воды и емкость заполняют питьевой водой. Затем включают вентилятор, и дымовые выбросы коптильных камер поступают в трубу Вентури. По мере продвижения потока дыма по конфузору скорость его увеличивается и в горловине (наиболее узкой части трубы) достигает максимального значения. Одновременно в трубу Вентури насосом рециркуляции через форсунку подается орошающая вода.

В процессе взаимодействия воды и дыма турбулентные пульсации высокоскоростного дымового потока вызывают большие напряжения в каплях орошающей жидкости и приводят их в неустойчивое состояние, в результате чего вода распыляется. Тонкодиспергируемая вода разгоняется высокоскоростным потоком дыма и приобретает скорость, близкую к скорости дымового потока. При этом под влиянием турбулентных пульсаций дымового потока капли орошающей воды сталкиваются с компонентами дыма и происходит улавливание последних. Учитывая, что в результате тонкого диспергирования орошающей воды образуется значительная площадь контакта фаз, в процесс вовлекается максимальное количество компонентов дыма.

После горловины дымо-воздушный поток проходит через диффузор, где скорость потока уменьшается и возрастает продолжительность контакта между коптильными компонентами и каплями воды. В результате сорбции дымовых частиц капли воды укрупняются.

В нижней части трубы Вентури при значительном снижении скорости и изменении направления дымо-водяного потока, создаваемого центробежным завихрителем, капли воды отделяются. При этом капли воды с уловленными частицами дыма, обладая большей инерцией, не успевают изменить направление, ударяются о поверхность воды и улавливаются ею.

Из трубы Вентури под действием центробежного завихрителя поток тангенциально отводится в циклон и приобретает там вращательное движение. Неуловленные капельки воды под действием центробежных сил отбрасываются к стенке циклона и смываются пленкой воды, создаваемой кольцевым водопроводом. Очищенные таким образом дымовые выбросы через выходной коллектор выбрасываются в атмосферу. Вода в установке постоянно рециркулируется насосом до насыщения коптильными компонентами, после чего водный раствор дыма определенной концентрации, по существу, готовый коптильный препарат, сливают в емкость для хранения и используют по назначению.

В процессе работы скруббера наблюдаются потери рециркуляционной воды, обусловленные брызгоуносом или испарением. Заданный уровень воды в скруббере поддерживается электромагнит-

ным клапаном, который управляется автоматически от сигнализатора уровня с первичными преобразователями для двух контролируемых уровней. При падении уровня воды до нижнего сигнализатора уровня открывается электромагнитный клапан на трубопроводе и в емкость подается чистая вода. При достижении водой в сборнике верхнего сигнализатора уровня электромагнитный клапан закрывается. Уровень воды в установке определяется по мерной трубке.

Установка снабжена расходомерами, позволяющими определять общий расход воды, а также расход рециркуляционной воды. Максимальный расход рециркуляционной воды составляет 10 м<sup>3</sup>/ч.

Наличие шибберного устройства позволяет изменять объем очищаемых дымовых выбросов в зависимости от объема дыма, выбрасываемого в атмосферу коптильной камерой.

В связи с тем что водный раствор дыма имеет кислую реакцию среды, все детали установки, контактирующие с коптильным препаратом, должны быть изготовлены из антикоррозионного материала, например нержавеющей стали.

*Техническая характеристика установки со скруббером Вентури*

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	3000
Установленная мощность, кВт	8,4
Максимальное гидравлическое сопротивление, кПа (мм вод. ст.)	5,0 (500)
Температура очищаемого дыма, °С	До 95
Расход воды в процессе одного цикла копчения, м <sup>3</sup>	0,25
Габаритные размеры, мм	2400 × 1300 × 2900
Масса, кг	500
Обслуживание	периодическое

Изготовление коптильного препарата, проведенное в производственных условиях при очистке дымовых выбросов камер холодного и горячего копчения, показало, что при правильной эксплуатации установка обеспечивает очистку дымовых выбросов камер холодного копчения в пределах 65—80 % и камер горячего копчения — 75—85 %. При использовании скруббера Вентури как очистного устройства степень очистки дымовых выбросов коптильных камер составляет 90—95 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что дымовые выбросы коптильных установок могут быть использованы в качестве сырья для производства коптильных препаратов типа рафинированных конденсатов дыма. Внедрение подобных схем в производственную практику позволит совместить решение задач охраны окружающей среды и создания малоотходных и безотходных технологий.

# Приложения

## Приложение 1

### Пример аппаратурного оформления современного малопроизводительного копильного цеха

Отделение	Операция	Оборудование	Техническая характеристика
Дефростационное	Размораживание	Стеллажи для воздушного размораживания Емкость для размораживания в проточной воде	Вместимость 200—300 кг рыбы; габаритные размеры 1000 × 2000 × 1500 мм Вместимость 400—500 л; габаритные размеры 800 × 500 × 500 мм. Передвижная, из специальной пластмассы
	Взвешивание	Напольные весы типа «Vizerba» Блок для обработки данных взвешивания МСЕ-BW	Грузоподъемность 500—750 кг; размер платформы 800 × 1000 мм С микрокомпьютерной системой управления; габаритные размеры 270 × 90 × 280 мм
Разделочное	Разделка	Специальный стол для разделки рыбы из хромоникелевой стали	Габаритные размеры 2000 × 1200 × 850 мм; 4 шахты для отходов; 4 доски для разделки размерами 800 × 800 × 30 мм, уклон к центру, два стока
		Емкость для отходов из пластмассы	Вместимость 110 л
		Тележка для отходов	Габаритные размеры 820 × 1040 мм, регулируется по ширине
		Щипцы для удаления реберных костей из рыбы	Из хромованадиевой стали
		Автоматический филетировочный нож с пневмоприводом модель PLF73	Длина лезвия 140—230 мм
		Нож для разделки рыбы	Длина лезвия 200—300 мм
		Муссат для правки ножей	Длина металлической части 300 мм
		Стерилизационный бак для ножей из хромоникелевой стали	Мощность 2 кВт; габаритные размеры 220 × 170 × 320 мм

Отделение	Операция	Оборудование	Техническая характеристика
Посольное	Посол	Емкости для разделанной рыбы пластмассовые	Вместимость 50 л
		Рабочий стол из нержавеющей стали	Габаритные размеры 2000 × 1000 × 850 мм
		Сито для соли	Вместимость 12,6 кг; размер ячейки 2,1 мм
		Емкости для посола пластмассовые	Вместимость 50 л
		Электронные весы с индикацией для взвешивания соли PRO 6206F	
		Мерные емкости для дозирования солевого раствора	Вместимость 1—2 л
Коптильное	Копчение (холодное, горячее и полугорячее)	Стол для ополаскивания, поверхность окантована желобами со стоком в центре	Габаритные размеры 1000 × 2000 мм
		Высоконапорное ручное душевальное устройство	Оснащено фиксатором и шлангом
		Универсальная термокамера ASCA UNI 2200/2	Габаритные размеры 2800 × 1300 × 2200 мм. Оборудована системами циркуляции (воздуха, дыма), увлажнения (варки), охлаждения, управления (возможность программирования — до 100 программ одновременно), мойки; автоматическим автономным дымогенератором с системой гашения. Рассчитана на 1—2 коптильные тележки с габаритными размерами 2000 × 1000 × 1000 мм. Предназначена для горячего, холодного копчения, сушки, варки на пару, обжарки горячим воздухом, охлаждения холодным воздухом
		Электрокаталитическая установка дожигания VR1	Встраивается в вытяжном канале. Оснащена платиновыми катализаторами и трубчатыми ТЭНами
		Коптильные тележки из хромоникелевой стали с комбинированными направляющими для укладки коптильных реек, сеток	Габаритные размеры 1000 × 1000 × 1000 или 1000 × 1000 × 2000 мм

Отделение	Операция	Оборудование	Техническая характеристика
Упако- вочное		Передвижное устройство для мойки	Оснащено резервуаром, запорным краном, шлангом, запором и пикой для очистки
	Обесшкуривание филе рыбы	Рабочий стол для обесшкуривания с регулируемыми по высоте ножами и промежуточной решеткой	Оборудован специальными ножами из высококачественной стали. Габаритные размеры 2000 × 1000 × 850 мм
	Нарезка филе на ломтики	Автоматическая режущая машина с устройством для укладки ломтиков штабелями с упорядочиванием штабелей А330FB2L	Нарезка филе рыбы под углом с его регулировкой от 15 до 40°. Толщина нарезки ломтиков от 0,5 до 8 мм; число операций в минуту 50; высота штабелирования 60 мм
	Фасование в полимерную упаковку	Рабочий стол, оборудованный местом для лотков с копченой продукцией и полимерными пакетами	Предусмотрено размещение на столе весов. Габаритные размеры 2000 × 1000 × 1000 мм
	Взвешивание	Электронные весы с чекопечатающим устройством Р 8000	Предел взвешивания 5—6 кг; цена деления 2 г. Чекопечатающее устройство обеспечивает выдачу предварительного взвешенных упаковок с печатью текста, цифровых данных
Хранение	Упаковывание	Вакуум-упаковочная машина типа REGINA Д83	Длина сварного шва 4 × 800 мм; вмонтированный вакуум-насос
	Охлаждение и подмораживание	Низкотемпературная камера для хранения готовой продукции в комплекте с одним холодильным агрегатом (–1...–20 °С) Низкотемпературная камера для замораживания в комплекте с одним холодильным агрегатом с воздушным охлаждением	Габаритные размеры 2700 × 4500 × 3000 мм  Габаритные размеры 3600 × × 3600 × 3000 мм; диапазон температур — 12...–30 °С; хладагент фреон 22; шкаф управления
	Перемещение полуфабриката и готовой продукции	Ручная вильчатая тележка с грузоподъемным устройством	Грузоподъемность до 2000 кг. Регулирование ручным рычагом функций подъем — движение — опускание; высота подъема 200 мм

**Показатели качества некоторых видов рыбо- и мяскопченостей  
и методы их определения**

Вид копченой продукции	Показатели качества, нормируемые в НТД	Методы определения, регламентируемые в НД	Другие методы определения
Рыба горячего копчения	Готовность продукта	Органолептический метод по ГОСТ 7631	Физический метод: измерение температуры у позвоночника Химический метод: качественная реакция на фосфатазу Органолептическая балловая оценка
	Внешний вид	То же	Органолептическая балловая оценка
	Цвет поверхности	»	Спектрофотометрические методы: по коэффициентам отражения; по количественным показателям цвета (яркость, чистота, доминирующая длина волны)
	Разделка	»	Физический метод (взвешивание отходов и потерь)
	Консистенция	»	Органолептическая балловая оценка Физический метод (реологический способ определения сдвиговой прочности) Физические методы (определения ВУС по ГОСТ 7636)
	Вкус и запах	»	Органолептическая балловая оценка
	Массовая доля поваренной соли в мышечных тканях рыбы	Химический метод по ГОСТ 7636	
	Массовая доля жира в мышечных тканях рыбы (курильская скумбрия, жирная мойва)	То же	
	Общая бактериальная обсемененность по МАФАНМ, КОЕ	Микробиологические методы Минздрава РФ	
	Наличие бактерий группы кишечной палочки	Микробиологические методы Минздрава РФ	
Наличие сальмонелл			



Вид копченой продукции	Показатели качества, нормируемые в НТД	Методы определения, регламентируемые в НД	Другие методы определения
	Степень прокопченности мышечных тканей		Химический метод — по массовой доле фенолов

Показатели и методы идентичны указанным выше, кроме:

Рыба холодного копчения	Массовая доля влаги в мышечных тканях	Физико-химический метод по ГОСТ 7636	Физический метод — по сдвиговой прочности и расчетам по формулам определения влаги
	Массовая доля гистамина в мышечных тканях	Химический метод по ГОСТ 10444.2	
	Готовность продукта (филе малосоленое холодного копчения)		Спектрофотометрический метод по количественным значениям показателей цвета
	Степень проникновения копильных компонентов в мышечные ткани		Физический метод: бумажная хроматография с дихлорхинон-хлоримидом

Показатели и методы идентичны указанным выше, кроме:

Колбасы мясные и рыбные полукопченые, варено-копченые, горячего копчения (рыбные), сырокопченые (мясные)	Массовая доля нитрита натрия	Физический метод: колориметрирование вытяжки из продукта	
	Массовая доля крахмала	Химический метод: титрование гипосульфитом	
	Вид фарша на разрезе Форма и размер батонов	Органолептический метод по НД Органолептические и физические методы	Органолептическая балловая оценка

### Показатели, позволяющие дать более полное заключение о качестве

Вид копченой продукции	Показатель качества	Методы определения
Все виды копченостей	Степень прокопченности	Химические: по массовой доле фенольных и карбонильных веществ, а также кислот с идентификацией отдельных компонентов Физико-химические: по массовой доле бензо(а)пирена, L-нитрозодиметилamina (газовая хроматография, масс-спектрометрия)
	Степень безвредности	

Вид копченой продукции	Показатель качества	Методы определения
Продукция холодного копчения	Массовая доля белка, жира, углеводов, витаминов Аминокислотный состав белковой фракции продукта, жирнокислотный состав жировой фракции продукта Усвояемость тест-культурами и тест-животными Peroксидное число жира продукта Переваримость	Химические по НД Физико-химические: газовая хроматография, масс-спектрометрия Биологические по НД Химический по НД Химический: <i>in vitro</i> при последовательном воздействии пепсина и панкреатина или другого комплекса желудочных ферментов Химические: по разработанным методикам, НД
	Показатели, характеризующие состояние белковых компонентов продукта (НБА, ФТА, АЛО, свободные аминокислоты, пептиды) Степень диффузии коптильных компонентов в мясо Степень уплотнения поверхности	Химический: по массовой доле фенолов в слоях продукта Физический: по реологическим показателям поверхности и внутренних слоев

## Характеристика некоторых бездымных копильных сред фирмы Red Arrow (США)

Приложение 4

Наименование среды	Общая характеристика	Органолептические свойства	Некоторые показатели	Виды продукции и основные эффекты	Способы применения	Расход
Smokez C-6	Водный раствор натурального дыма, полученного в условиях регулирования пиролиза древесных смешанных лиственных пород	Прозрачная жидкость коричневого цвета с характерным запахом дыма древесных лиственных пород	pH 2,1—2,6; массовая доля общих кислот 6,2—7,2 %; карбонильных веществ 7—9 %; концентрация фенолов 6—6,9 мг/мл; плотность 1,03 г/см <sup>3</sup>	Сообщает характерные цвет, аромат и вкус копченой мясной продукции (в том числе изделиям из птицы), сырам, соусам, морепродуктам, закусочным и деликатесным продуктам	Непосредственное внесение в состав рецептуры продукта. Обработка поверхности	200—250 г на 100 кг готовой продукции
Smokez BN-9	Частично нейтрализованный водный раствор дыма	Жидкость коричневого цвета с характерным запахом дыма лиственных пород древесных	pH 4,5—5; массовая доля общих кислот 4,3—4,8 %; карбонильных веществ 7—9 %; концентрация фенолов 8—10 мг/мл; плотность 1,09 г/см <sup>3</sup>	Сообщает характерные вкус и аромат мясным эмульсиям, мясным продуктам или другим изделиям, где не требуется повышения кислотности	Непосредственное добавление к продукту	150—450 г на 100 кг готовой продукции
Smokez C-10	Водный раствор натурального дыма, полученного в условиях регулирования пиролиза древесных лиственных пород	Прозрачная жидкость коричневого цвета с характерным запахом дыма древесных лиственных пород	pH 2,1—2,6; массовая доля общих кислот 10,5—12 %; карбонильных веществ 12—13 %; концентрация фенолов 10—15 мг/мл; плотность 1,07 г/см <sup>3</sup>	Сообщает характерные цвет, аромат и вкус копченой мясной продукции (в том числе изделиям из птицы), сырам, соусам, морепродуктам, закусочным и деликатесным изделиям	Непосредственное внесение в состав рецептуры продукта. Обработка поверхности	150—450 г на 100 кг готовой продукции

Наименование среды	Общая характеристика	Органолептические свойства	Некоторые показатели	Виды продукции и основные эффекты	Способы применения	Расход
Smokez LFB	Частично нейтрализованный водный раствор дыма, полученного в условиях регулируемого пиролиза древесины смешанных лиственных пород, с минимальными вкусоароматическими и повышающими красящими способностями	Прозрачная жидкость светлого цвета со средневыраженным ароматом копчености	pH 5—5,5; массовая доля карбонильных веществ 10—15 %; концентрация фенолов менее 5 мг/мл; плотность 1,03 г/см <sup>3</sup>	Мясные колбасы, сосиски, другие формованные изделия, консервированное мясо	Непосредственное добавление в фаршевую смесь Инъекция в мясные штучные продукты в составе посолочного рассола на заключительном этапе консервирования	0,25—1 кг на 100 кг готового продукта 300—700 г на 100 кг готового продукта
Smokez Oil Н	Частично гидрогенизированный экстракт соевого масла натурального дыма тикори (американский орех) с характерным ароматом	Золотистокоричневый масляный раствор с мягким ароматом дыма, образующегося при сгорании шкори	Массовая доля воды 2 % (максимально); концентрация фенолов 7,3—8,1 мг/мл; плотность 0,91 г/см <sup>3</sup>	Ветчина, окорок, консервированные мясные и рыбные продукты, соусы, закусочные продукты, мясные аналоги, продукция из бобовых и салаты в масле	Непосредственное добавление к продукту	60—150 мл на 100 кг готового продукта
Smokez Oil В	Частично гидрогенизированный экстракт соевого масла натурального дыма тикори с липидами животного происхождения	Золотистокоричневый масляный раствор с мягким ароматом бекона	Массовая доля воды 2 % (максимально); концентрация фенолов 7—8 мг/мл; плотность 0,91 г/см <sup>3</sup>	То же	То же	То же

Наименование среды	Общая характеристика	Органолептические свойства	Некоторые показатели	Виды продукции и основные эффекты	Способы применения	Расход
Smokez Oii M	Частично гидрогенизированный экстракт в своем масле натурального дыма	Золотисто-коричневый масляный раствор с мягким ароматом копчености	Массовая доля воды 2 % (максимально); концентрация фенолов 6,5—7,3 мг/мл; плотность 0,91 г/см <sup>3</sup>	Консервированные мясные и рыбные продукты, соусы, закусовые продукты, аналоги мяса, бобовых и салаты в масле	Непосредственное добавление к продукту	100—300 мл на 100 кг готового продукта
ARO-Smokez P-50	Натуральный концентрат дыма гикори на полисорбатной основе в виде эмульсии	Прозрачная коричневая жидкость вязкой консистенции с ароматом дыма гикори	массовая доля общих кислот 3—4 %; концентрация фенолов 37—42 мг/г; вязкость 1000 ср (максимально), плотность 1,08 г/см <sup>3</sup>	Консервированные мясные продукты, соусы, формованные изделия	Растворение в соевом или вкусо-ароматическом растворе и его инъекция в продукт	65—200 мл на 100 кг готового продукта
Smokez ST-50	Натуральный концентрат дыма древесины лиственных пород на пропиленгликолевой основе	Коричневая вязкая жидкость с острым дымным ароматом	рН 3,5—4,0; концентрация фенолов 60—75 мг/мл; удельная масса 1,045—1,055 г/мл	Мясные, рыбные продукты, соусы, формованные изделия, мясные аналоги и другие консервированные изделия	Непосредственное добавление к продукту в составе рецептуры	0,01—0,1 % к массе готового продукта

Наименование среды	Общая характеристика	Органолептические свойства	Некоторые показатели	Виды продукции и основные эффекты	Способы применения	Расход
CharTex Н	Высушенный аэрозоль натурального концентрата дыма, полученного как композиция водного раствора дыма гикори и мальтодекстринов	Порошок светлого желтого цвета с характерным мягковывраженным запахом дыма	Массовая доля воды 6—8,5 %, общих кислот 6—8,5 %, концентрация фенолов 15—20 мг/г; общее количество микроорганизмов менее 10 кл/г; бактериальной группы кишечной палочки менее 5 кл/г; сальмонеллы отсутствуют	Закусочные продукты, кулинарные изделия, супы, соусы	В составе рецептуры изделия на заключительном этапе приготовления	0,1—0,3 % к массе готового продукта
CharTop Н	Высушенный аэрозоль натурального концентрата дыма, полученного как композиция водного раствора гикори с дрожжами определенного вида	Порошок золотисто-коричневого цвета со специфическим запахом копченого бекона	Массовая доля воды 5—10 %, общих кислот 2—3 %, белка 45 %, общее количество микроорганизмов менее 10 кл/г; бактериальной группы кишечной палочки менее 5 кл/г; сальмонеллы отсутствуют	Белковые продукты растительного происхождения, соус барбекю, легкие закуски, продукты с орехами, супы, салаты, соусы, мясные изделия	Непосредственное добавление к продукту на заключительном этапе приготовления	1—2 % к массе готового продукта

Наименование среды	Общая характеристика	Органолептические свойства	Некоторые показатели	Виды продукции и основные эффекты	Способы применения	Расход
Chazume H	Высушенный натуральный ароматизированный продукт, полученный как композиция муки из ячменного солода и водного раствора дыма тикори	Порошок золотисто-коричневого цвета со специфическим запахом костра	Массовая доля воды 5—10 %, общих кислот 2—3 %, белка 10 % (минимально); концентрация фенолов 3—4 мг/г; общее количество микроорганизмов менее 10 кл/г; бактерий группы кишечной палочки менее 5 кл/г; сальмонеллы отсутствуют	Соус барбекю, закусочные салаты, начинки для комбинированных продуктов, супы, продукты из риса, орехов, мяса птицы	Как компонент в составе рецептуры изделия	1—2 % к массе готового продукта
Grillin Type GB	Натуральный ароматизатор, обладающий свойствами перелавать гриль-продукции характерные признаки	Порошок коричневого цвета с запахом дыма и характерным оттенком гриль-продукции	Массовая доля воды 6 % (максимально), поваренной соли 25 %; общее количество микроорганизмов менее 10 кл/г; бактерий группы кишечной палочки менее 5 кл/г; сальмонеллы отсутствуют	Мясные и рыбные гриль-продукты	Перед употреблением растворяют в воде и наносят на поверхность продукта в конце процесса	0,5—2 % к массе готового продукта

Продолжение

Наименование среды	Общая характеристика	Органолептические свойства	Некоторые показатели	Виды продукции и основные эффекты	Способы применения	Расход
Grillin Type GC	Натуральный ароматизатор, обладающий свойствами передавать гриль-продукции из птицы и рыбы характерные признаки	Порошок желтого цвета с запахом дыма, с характерным оттенком гриль-продукции	Массовая доля воды 6 % (максимально), поваренной соли 25 %; общее количество микроорганизмов менее 10 кл/г; бактериальной группы кишечной палочки менее 5 кл/г; сальмонеллы отсутствуют	Гриль-продукты из птицы и рыбы	Перед употреблением растворяют в воде и наносят на поверхность продукта в конце процесса	0,5—2 % к массе продукта
Grillin Type SD-10	Высушенный аэрозоль натурального гриль-ароматизатора	Порошок белого цвета с мягким ароматом гриль-продукции	Массовая доля воды 6 % (максимально); общее количество микроорганизмов менее 5000 кл/г; бактерий группы кишечной палочки менее 5 кл/г; сальмонеллы отсутствуют	Гриль-продукты из мяса птицы, закусовые изделия	То же	То же



## Продолжение

Наименование среды	Общая характеристика	Органолептические свойства	Некоторые показатели	Виды продукции и основные эффекты	Способы применения	Расход
Grillin Type SD-20	Высушенный аэрозоль натурального гриль-ароматизатора	Светлый порошок с приятным ароматом гриль-продукции	Массовая доля воды 6 % (максимально); общее количество микроорганизмов менее 5000 кл/г; бактерий группы кишечной палочки 5 кл/г; сальмонеллы отсутствуют	Гриль-продукты из мяса птицы, сочные изделия	Перед употреблением растворяют в воде и наносят на поверхность продукта в конце процесса	0,3—1 % к массе продукта
Grillin Type WS-50	Масляный ароматизатор для гриль-продукции, растворимый в воде	Желтая вязкая жидкость с острым ароматом гриль-продукции	Массовая доля воды 2 % (максимально); плотность 1,03 г/см <sup>3</sup>	Гриль-продукты из мяса птицы, сочные изделия	Наносят на поверхность продукта в конце процесса	0,1—0,5 % к массе продукта
Grillin Type CN	Натуральный концентрат дыма с ароматом гриль-продукции	Темно-желтая масляная жидкость с острым ароматом гриль-продукции	Массовая доля воды 2 % (максимально); концентрация фенолов 2—3 мг/г; плотность 0,91 г/см <sup>3</sup>	Деликатесные пищевые продукты, бобовые изделия, мясные соусы и подливы, колбасы и сосиски	То же	То же

Наименование среды	Общая характеристика	Органолептические свойства	Некоторые показатели	Виды продукции и основные эффекты	Способы применения	Расход
Grillin Type CB-200	Натуральный концентрат гриль-ароматизатора на масляной основе	Темно-желтая масляная жидкость с ароматом том гриль-продукции	Массовая доля воды 2 % (максимально); плотность 0,91 г/см <sup>3</sup> ; общее количество микроорганизмов менее 5000 кл/г; бактерий группы кишечочной палочки менее 5 кл/г; сальмонеллы отсутствуют	Деликатесные пищевые продукты, бобовые изделия, мясные соусы и подливы, колбасы и сосиски	Наносят на поверхность продукта в конце процесса	0,25 % к массе продукта
Grillin Type SB Oil	Натуральный концентрат дыма с ароматом гриль-продукции из говядины на масляной основе	Темная тягучая жидкость, обладающая текучестью при комнатной температуре, с ароматом гриль-продукции из говядины	То же	Деликатесные закусовые продукты, вегетарианские блюда, мясные соусы и подливы	В составе рецептуры продукта	0,5—2 % к массе продукта

## Продолжение

Наименование среды	Общая характеристика	Органолептические свойства	Некоторые показатели	Виды продукции и основные эффекты	Способы применения	Расход
Grillin Type SC Oil	Натуральный ароматизатор с запахом жареного гриль-цыпленка на масляной основе	Темная тягучая жидкость с ароматом жарено- го гриль-цыплен- ка, обладающая текучестью при комнатной температуре	Массовая доля воды 2 % (максимально); плотность 0,91 г/см <sup>3</sup> ; об- щее количество микроорганиз- мов менее 5000 кл/г; бактерий группы кишечной па- лочки менее 5 кл/г; сальмо- неллы отсут- ствуют	Продукция из птицы, деликатесные закусочные продук- ты, вегетарианские блюда, мясные соусы и подливы	В составе рецептуры продукта	0,5—2 % к массе продукта
Smokez MB-12	Водный раствор натурального ароматизатора, обладающий повышенным красящим эффектом	Прозрачная или слегка мутноватая жидкость желтого цвета с легким сладковатым ароматом	Плотность 1,03 г/см <sup>3</sup> ; рН 2,5—3,5	Продукция из мяса и птицы, требующая коричневой окраски поверхности	Распыление раствора на поверхность продукта с последующей термической обработкой тепловой обработкой (можно исполь- зовать в составе солевого раствора)	10 г на 1 кг продукта с последующей термической обработкой

Наименование среды	Общая характеристика	Органолептические свойства	Некоторые показатели	Виды продукции и основные эффекты	Способы применения	Расход
Smokez MB-12 Dry	Высушенный аэрозоль натурального водного раствора дextrиновой основе, обладающий повышенными красящими свойствами	Порошок от светло-желтого ярко-желтого цвета	Массовая доля воды 5%; рН (5%-го раствора) 3—3,5; общее количество микроорганизмов менее 5000 кл/г; бактериальной группы кишечной палочки менее 5 кл/г; сальмонеллы отсутствуют	Разнообразные изделия из морепродуктов, панировочный материал, глазурь, соусы, экстракты, маринады, мясные изделия и фрукты (для стабилизации качества), закусовые продукты, замороженные, печеные и жареные продукты	В составе рецептуры продукта с последующей тепловой обработкой, например микроволновой энергией	0,2—2% к массе продукта на заключительном этапе приготовления
Trugold	Водный раствор на базе модифицированного пшеничного крахмала и мальтодекстрина натуральных ароматических веществ, получаемых при концентрируемом пиролизе углеводов и лецитина, предназначенный для улучшения цвета поверхности и придания блеска печеным изделиям	Темная непрозрачная жидкость с характерным запахом	Плотность 1,07 г/см <sup>3</sup> ; общее количество микроорганизмов менее 5000 кл/г; бактериальной группы кишечной палочки менее 5 кл/г; сальмонеллы отсутствуют	Печеная продукция из мяса, рыбы, хлебобулочные изделия и другие продукты, где требуется привлечение запененной «корочка» поверхности	Непосредственная обработка поверхности за один прием или многократно распылением, разбрызгиванием или окунанием в раствор	В зависимости от требуемого окрасивания готовят водные растворы, содержащие от 10% среды

Химический состав и энергетическая ценность некоторых сигаретных сред фирмы Red Arrow (США) в расчете на 100 г

Показатель	Smokez C-6	Smokez BN-9	Smokez C-10	Smokez LFB	Smokez Oil H	Smokez Oil B	Smokez Oil M	ARO-Smokez P-50	Smokez ST-50	ChardeH	Charzor H	Charzume H
Минеральные вещества, г	0,01	1	0,01	1	0	0	0	0	0,02	0,4	0,65	1,33
Энергетическая ценность, кал	67	91	107	24	890	890	890	564	404	317	335	330
Энергетическая ценность липидной фракции, кал	0	0	0	0	890	890	890	204	0	0	80	16,2
Карбонилгидраты, г	16	26	23	1	0	0	0	68	83	90,1	28	75,3
Холестерол, г	0	0	0	0	0	12,8	0	0	0	0	0	0,01
Протеин, г	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	48	10,5
Полимерное вещество, г	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87,3	0	10,6
Вода, г	84	74	77	95	2	2	2	8-10	17	6-8,5	5-10	5-10
Общие липиды, г	0	0	0	0	99	99	99	23	0	0,01	4,18	1,81
Нейтральные липиды, г	0	0	0	0	14	16	14	1	0	0,01	0,58	0,76
Полиненасыщенные жирные кислоты, г	0	0	0	0	42	41	42	0	0	0,01	0	0
Сахар, г	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8	1,9	1,6
Витамин А, МЕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Витамин В <sub>1</sub> (тиамин), мг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,25	0,12

Продолжение

Показатель	Smokez C-6	Smokez- BN-9	Smokez C-10	Smokez LFB	Smokez Oil H	Smokez Oil B	Smokez Oil M	ARO- Smokez P-50	Smokez ST-50	Chardex H	Chartor H	Chartzy- me H
Витамин В <sub>2</sub> (рибо- флавин), мг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,75	0,08
Витамин В <sub>3</sub> (ниацин), мг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,5	2,82
Витамин С, мг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	218,5	0
Кальций, мг	3,41	3,18	3,41	3,41	0,01	0,03	0,03	1,0	0,77	24,68	332,7	35,7
Хлориды, мг	1,17	106,1	1,17	1,17	0,10	0,01	0,01	0,1	0,26	120,23	0,06	0,06
Медь, мг	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,10	0,10	0,1	0,01	0,16	0,28	0,01
Железо, мг	0,01	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,0	0,01	0,33	21,9	1,67
Магний, мг	1,08	0,98	1,08	1,08	0,11	0,11	0,11	1,0	0,20	10,22	166,3	0,05
Фосфор, мг	0,01	0,01	0,01	0,01	0,50	0,50	0,50	10	0,01	8,0	1306,3	0,01
Калий, мг	1,04	4,94	1,04	1,04	0,01	0,01	0,01	10	0,23	4,21	1995,1	146,5
Селен, мг	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01
Натрий, мг	1,53	1501,4	1,53	1,53	0,52	0,52	0,52	25	0,11	76,3	31,4	2,59
Цинк, мг	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,10	0,10	0,1	0,01	0,08	12,3	0,01

Продолжение

Показатель	Продолжение											
	Grillin Type GB	Grillin Type GC	Grillin Type SD- 10	Grillin Type SD- 20	Grillin Type WS-50	Grillin Type CN	Grillin Type CB-200	Grillin' Type SB Oil	Grillin' Type SC Oil	Smokez MB-12 Dry	Smokez MB-12 Dry	Trugold
Минеральные вещества, г	26,3	25,2	0,74	26,3	0,1	0,1	0,1	3,50	3,50	0,01	0,44	0,1
Энергетическая ценность, кал	333	324	479	333	892	892	894	892	892	33	314	69
Энергетическая ценность липидной фракции, кал	89	91,4	178	89	892	892	894	892	892	0	0	1,5
Карбонилгидраты, г	60,5	55,7	73,8	60,5	0	0	0	0	0	7,7	78,7	16,8
Протеин, г	0	1,8	0	0	0	0	0	Следы	Следы	0	0,1	0,1
Полимерное вещество, г	0,3	1,6	0,56	0,3	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
Вода, г	5,0	5,0	5,0	5,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	88	5,0	80
Общие липиды, г	9,9	10,1	19,8	9,9	98,9	98,9	99	90,0	90,0	0,1	0,1	0,3
Нейтральные липиды, г	1,4	1,4	2,8	1,4	14,8	14,8	16	0	0	0	0	0,1
Полиненасыщенные жирные кислоты, г	0,3	0,3	0,6	0,3	14,7	14,7	5	0	0	0	0	0,1
Сахар, г	3,0	8,4	16,4	3,0	0	0	0	0	0	3,9	4,1	1,4
Витамин А, МЕ	1,5	2,4	4,3	1,5	33,6	33,6	0	0	0	0	0	0
Витамин В <sub>1</sub> (тиамин), мг	0	79,8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Показатель	Продолжение											
	Grillin Type GB	Grillin Type GC	Grillin Type SD- 10	Grillin Type SD- 20	Grillin Type WS-50	Grillin Type CN	Grillin Type CB-200	Grillin' Type SB Oil	Grillin' Type SC Oil	Smokez MB-12 Dry	Smokez MB-12 Dry	Trugold
Витамин В <sub>2</sub> (рибо- флавин), мг	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Витамин В <sub>3</sub> (ниацин), мг	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Витамин В <sub>12</sub> (кобо- ламин), мкг	0	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Витамин С, мг	3,2	0	0	3,2	0	0	0,1	0	0	0	0	0
Фолиевая кислота, мкг	0	0	6,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кальций, мг	50,1	44,1	85,2	50,1	0,14	0,14	0,02	0,01	0,01	3,41	25,4	6,30
Хлориды, мг	15,0	15,0	0,01	15,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,17	120,0	1,17
Медь, мг	0,01	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,16	0,01
Железо, мг	0,24	0,67	0,40	0,24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,33	0,07
Магний, мг	2,51	0,02	0,04	2,51	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	1,08	9,6	1,57
Фосфор, мг	7,50	39,0	0,15	7,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,01	24,0	7,18
Калий, мг	1,25	30,4	0,01	1,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,04	1,42	3,83
Селен, мг	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Натрий, мг	9,8	9,8	140,5	9,8	1,42	1,42	1,80	1,80	1,80	1,53	80,6	65,4
Цинк, мг	0,04	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01



# Список использованной литературы

---

- Бессмертная И. А., Шендерюк В. И., Мезенова О. Я.* Совершенствование технологии приготовления вяленого рыбного филе //Сб. научных трудов КГТУ. — Калининград: КГТУ, 1994. — С. 34—37.
- Борисочкина Л. И., Гудович А. В.* Производство рыбных кулинарных изделий. — М.: Агропромиздат, 1989. — 312 с.
- Гроховский В. А., Мезенова О. Я., Беспалова В. В.* Технология получения копильного препарата и использование его при изготовлении различных рыбных продуктов //Сб. научных трудов «Современные технологии и оборудование для переработки гидробионтов». — Мурманск: МГАРФ, 1994. — С. 19—24.
- Ким И. Н., Радакова Т. Н., Ефимов В. Н.* Оборудование для очистки и утилизации дымовых выбросов копильных камер //Обзорная информация, сер. Технологическое оборудование для рыбной промышленности. — М.: ВНИЭРХ, 1989. — 52 с.
- Курко В. И.* Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 191 с.
- Курко В. И.* Основы бездымного копчения. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 232 с.
- Курко В. И., Гроховский В. А.* Переработка мяса и рыбы в домашних условиях. — Мурманск, РИО, 1990. — 112 с.
- Макарова Н. А.* Санитарно-гигиенические аспекты копчения рыбы //Экспресс-информация, сер. «Обработка рыбы и морепродуктов». — Вып. 1. — М.: ЦНИИТЭИРХ, 1986. — С. 9—12.
- Мезенова О. Я.* Научные основы и технология производства копченых продуктов. — Калининград: КГТУ, 1997. — 133 с.
- Никитин Б. И.* Основы теории копчения рыбы. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 248 с.
- Ребронн Э., Рутковски Ф.* Рыба домашнего копчения /Пер. с нем. — М.: Агропромиздат, 1989. — 128 с.
- Родина Т. Г.* Ароматизирующие копильные композиции для пищевых продуктов /Автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. — М., 1992. — 240 с.
- Сафронова Т. М.* Органолептическая оценка рыбной продукции. — М.: Агропромиздат, 1985. — 230 с.
- Справочник по технологическому оборудованию для рыбообрабатывающих производств /А. А. Романов, Е. К. Строганова, И. Е. Зинина — М.: Пищевая промышленность, 1979. — Т.2 — 278 с.
- Тепловое рыбообрабатывающее оборудование предприятий и промысловых судов// Ч. 1. Оборудование для копчения и вяления рыбы /А. М. Ершов, В. Н. Бохан, Ю. Ф. Калинин, В. И. Мартышевский. — Мурманск, МГАРФ, 1990. — 170 с.
- Технологическое оборудование мясокомбинатов /С. А. Бредихин, О. В. Бредихина, Ю. В. Космодемьянский, Л. Л. Никифоров. — М.: Колос, 1997. — 392 с.
- Технология и оборудование колбасного производства /А. И. Рогов, А. Г. Забашта, В. А. Алексахина, Е. И. Титов. — М.: Колос, 1989. — 351 с.
- Федько А. С.* Современное копильное оборудование //Сер. Технологическое оборудование для рыбной промышленности. Вып. 3. — М., 1997. — 54 с.
- Хван Е. А., Гудович А. В.* Копченая, вяленая и сушеная рыба. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 208 с.

*Шендерюк В. И., Мезенова О. Я., Альшеевский Д. Л.* Адгезионная технология копчения — новое направление в производстве копченых пищевых продуктов // Тезисы докладов 2-й областной НПК «Проблемы активизации научно-технической деятельности в анклавном регионе России», 4—7 июля 1996 г., Калининград. — С. 12.

*Fessmann R.-D.* Die Anwendung von Flüssigrauch bei der Herstellung von Rohwurst und Rohpökelwaren // Fleischwirtschaft. — 1993. — N4. — Heft 47. — S. 220—223.

*Hunyady G.* Flüssigrauch rechtliche Situation in der Schweiz // Sammlung von Verträgen des 1. Flüssigrauch-Seminars des Verlages Karlheinz Holz: Wiesbaden. — 1993. — S. 21—23.

*Lüpke N.-P.* Gesundheitliche Bedenklichkeit und Unbedenklichkeit sowie toxikologische Charakterisierung von Rauch- bzw. Flüssigrauchinhaltsstoffen // Fleischerei-Technik. — 1992. — N 4. — Heft 8. — S. 252—365.

*Maurer S.* Räuchern mit Flüssigrauch in westeuropäischen Ländern — Erfahrungen und Beurteilung // Fleischerei-Technik. — 1992. — N 4. — Heft 8. — S. 252—365.

*Müller W.-D.* Reduzierung von Emission aus Rauchanlagen für die Fleischwarenherstellung // Fleischerei-Technik. — 1988. — N 4. — Heft 4. — S. 195—204.

*Nielsen K.* Anwendung von Flüssigrauch bei der Fleischwarenherstellung // Sammlung von Verträgen des 1. Flüssigrauch-Seminars des Verlages Karlheinz Holz: Wiesbaden. — 1993. — S. 23.

*Potthast K.* Auswirkung von im natürlichen Rauch und im Flüssigrauch enthaltenen Substanzen // Fleischerei-Technik. — 1992. — N 4. — Heft 8. — 1992. — S. 350—351.

*Potthast K.* Rechtliche Aspekte für die Anwendung von Flüssigrauch in Deutschland // Sammlung von Verträgen des 1. Flüssigrauch-Seminars des Verlages Karlheinz Holz: Wiesbaden. — 1993. — S. 16—17.

*Potthast K., Thumel H.* Flüssigrauch in Deutschland, Österreich und Schweiz // Wissenschaftlich-Technisch Flüssigrauchseminar in Lemgo, München, Oranienburg. — Wiesbaden: Verlag Karlheinz Holz. — 1993. — 42 S.

*Toth L.* Chemie der Raucherung // Verlag: Chemie. — 1984. — 331 S.

*Vogel U.* Erfolgreiche Anwendungstechnologien für Flüssigrauch und Raucharomen in der Lebensmittelindustrie // Wissenschaftlich-Technisch Flüssigrauchseminar in Lemgo, München, Oranienburg. — Wiesbaden: Verlag Karlheinz Holz. — 1993. — S. 18—22.

# Оглавление

---

<i>Предисловие</i> .....	3
<b>1. Классификация способов копчения</b> .....	5
<b>2. Основы получения копильного дыма</b> .....	10
<b>3. Состав копильного дыма</b> .....	17
<b>4. Основные эффекты копчения</b> .....	22
Образование цвета .....	23
Образование аромата и вкуса .....	25
Консервирующий эффект копчения .....	26
Образование вторичной оболочки .....	29
<b>5. Физико-химические и биохимические изменения, происходящие при копчении рыбы и мяса</b> .....	29
<b>6. Технология копченых рыбных продуктов</b> .....	33
Рыба горячего копчения .....	34
Рыба холодного копчения .....	38
Рыба полугорячего копчения .....	44
Рыбные копченые колбасы .....	45
Копченый полуфабрикат для рыбных консервов и пресервов .....	52
<b>7. Технология копченых мясных продуктов</b> .....	56
Разделка мясных туш .....	56
Посол мяса .....	59
Сырокопченые мясные продукты .....	64
Копчено-вареные мясные продукты .....	66
Копченые мясные колбасы .....	68
Копчение птицы .....	73
<b>8. Бездымное копчение пищевых продуктов</b> .....	75
Получение бездымных копильных сред .....	80
Классификация бездымных копильных сред .....	81
Характеристика некоторых жидких копильных сред .....	85
Применение копильных сред .....	89
Пищевые достоинства продукции бездымного копчения .....	95
<b>9. Технологическое оборудование для копчения</b> .....	100
Копильные печи и установки .....	102
Термоагрегаты, термокамеры и термошкафы .....	129
Электрокопильные установки .....	137
Поточные технологические линии .....	141
Оборудование для копчения в системе общественного питания и в быту .....	144
<b>10. Эколого-гигиенические аспекты производства копченых продуктов</b> .....	150
<b>11. Очистка и утилизация копильного дыма</b> .....	156
Состав дымовых выбросов .....	156
Очистка дыма перед копчением .....	160
Очистка дымовых выбросов .....	162
Утилизация дымовых выбросов .....	178
<i>Приложения</i> .....	185
<i>Список использованной литературы</i> .....	205