

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Красноярский государственный аграрный университет

В.А. Самойлов, В.Н. Невзоров, А.И. Ярум

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОПЧЕНИЯ**

*Методические указания для выполнения  
лабораторных и практических работ*

Красноярск 2014

Рецензент

В.Н. Холопов, доктор технических наук, профессор кафедры АТЛМ  
Сибирского государственного технологического университета

**Самойлов, В.А.** Технологическое оборудование для копчения: метод. указания для выполнения лабораторных и практических работ / В.А. Самойлов, В.Н. Невзоров, А.И. Ярум; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 31 с.

Предназначено для студентов специальности 151000.62 «Технологические машины и оборудование» по дисциплине «Технологическое оборудование» и специальности 260200.62 «Продукты питания животного происхождения».

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

© Самойлов В.А., Невзоров В.Н., Ярум А.И., 2014  
© Красноярский государственный аграрный университет, 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
1. Теоретическое обеспечение процесса копчения .....	5
2. Анализ патентного исследования технологического оборудования для копчения мясной и рыбной продукции.....	13
3. Лабораторная работа «Создание нового технологического оборудования для копчения».....	27
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	32

## ВВЕДЕНИЕ

Копченые продукты являются традиционными продуктами питания человека. В настоящее время копчение стало одним из широко распространенных технологических приемов в производстве многих изделий из мясного и рыбного сырья. Для производства копченых мясо- и рыбопродуктов применяются способы копчения дымовоздушной смесью. Традиционная технология предусматривает ведение процесса термической обработки мясных и рыбных изделий в три стадии: подсушка, копчение (обжарка) и варка. Традиционные аппараты обеспечивают поверхностный нагрев продуктов, а следовательно, передача тепла от их поверхностных слоев к внутренним слоям происходит за счет теплопроводности. Известно, что пищевые продукты характеризуются низкой теплопроводностью. Низкая теплопроводность пищевых продуктов является причиной большой продолжительности их тепловой обработки.

Мини-коптильня – это небольшая установка, предназначенная для копчения рыбы, мяса и прочих продуктов. Для установки мини-коптильни не требуется много места.

Крупную рыбу потрошат, чистят, отрезают хвост и голову и делят на куски. Мелкую рыбу (до 300 г) коптят целиком. Солят немного крепче, чем перед жарением. Затем немного подвяливают, подсушивают на воздухе в течение 18 часов.

Для копчения больше подходит мясо молодых животных. Куски толщиной 3 см хорошо солят, посыпают специями, провяливают и подсушивают в течение 1...2 суток.

В настоящее время перед рыбообработывающими предприятиями остро стоит задача изменения ассортимента выпускаемой продукции в пользу высококачественных, безопасных видов, вырабатываемых по энергоресурсосберегающим технологиям. Для этого необходима разработка нового оборудования.

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КОПЧЕНИЯ

В процессе обработки горячим дымом мясные и рыбные продукты претерпевают ряд весьма важных биотехнологических изменений. Прогрев до 40...45 °С в центре продукта способствует приобретению им по всей толщине розовато-красноватой окраски. Изделие приобретает прочность, запах копчености и теряет специфический запах. В зависимости от температуры тепловой обработки рыбы и мяса различают горячее и холодное копчение. Копчение рассматривается как способ обработки продуктов, при котором органолептические показатели изделий и их стойкость к окислительной и бактериальной порче в значительной степени зависят от химического состава коптильного дыма, количества и соотношения коптильных компонентов дыма, содержащихся в продуктах по окончании обработки их дымом или коптильными продуктами.

Коптильный дым состоит из продуктов термического распада и окисления древесины, содержащихся в нем в виде мельчайших капелек и паров, а также большого количества неконденсируемых газов (водород, углекислый газ, оксид углерода, метан и др.). Коптильный дым представляет собой аэрозоль, дисперсной средой в которой являются неконденсируемые газы, а также органические соединения, находящиеся при данной температуре в состоянии паров.

В процессе копчения принимают участие как дисперсная фаза, так и дисперсионная среда коптильного дыма. Коптильные компоненты, сосредоточенные в дисперсной фазе, перемещаются в коптильной камере вместе с дисперсионной средой под действием тяги и конвекционных токов, а также под действием гравитационной силы, диффузии и радиометрических сил. Скорость осаждения частиц дыма на продукт зависит от их концентрации и степени дисперсности, температурных условий копчения, характера и скорости движения коптильной среды и др. Компоненты паровой фазы осаждаются в результате их конденсации на сухую поверхность (если температура поверхности ниже температуры дыма). На влажную поверхность они отлагаются преимущественно в результате абсорбции, скорость которой пропорциональна концентрации органических соединений в паровой фазе дыма и зависит от влажности поверхности продукта.

После отложения компонентов дыма на поверхность продукта начинается их перенос по направлению к центру продукта. Скорость

переноса зависит от химической природы коптильных компонентов, причем часть их задерживается на поверхности или в тонком поверхностном слое, вступая в реакции взаимодействия с составными частями продукта. Глубина проникновения коптильных компонентов зависит от продолжительности процесса копчения, состава, свойств и состояния продукта, температуры копчения и др.

**Коптильная установка типа АФОС** (рис. 1) предназначена для копчения мясoproдуктов, птицы и рыбы. Основными элементами установки являются коптильная камера с циркуляционным 5 и вытяжным вентиляторами, теплообменники (основной 4 и дополнительный 10), дымоходы 2 и 6, воздуховоды, приборы контроля и управления 3. Установка может быть с одной, двумя и четырьмя одностворчатыми дверьми. Коптильная камера содержит входную 8 и выходную 11 дымораспределительные решетки. В зависимости от вида продукт на рамах подвешивают или нанизывают на шомполы и устанавливают на тележках 9. Число тележек соответствует числу дверей в камере. Все основные элементы установки изготовлены из нержавеющей стали.

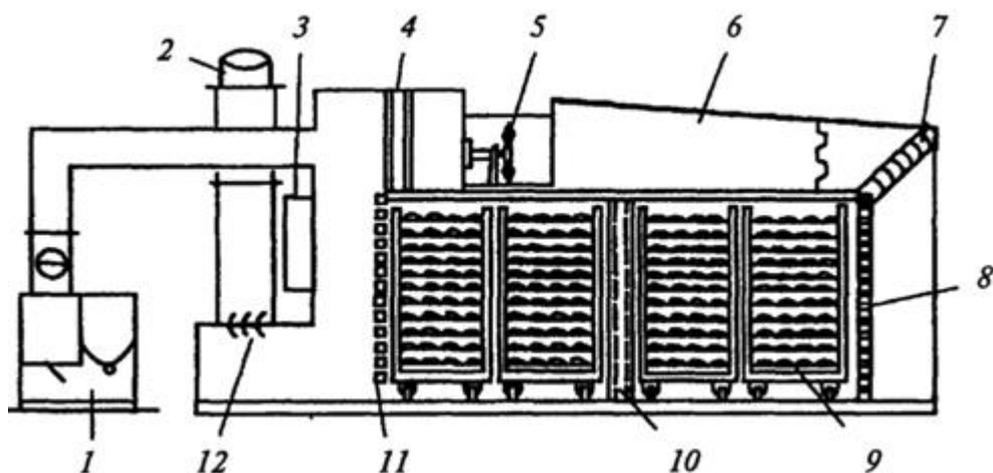


Рисунок 1 – Коптильная установка АФОС

Заданная температура циркулирующей в установке дымовоздушной смеси поддерживается с помощью основного теплообменника в верхней части установки, а при необходимости и дополнительного теплообменника, расположенного в средней части коптильной камеры. Теплообменники могут нагреваться паром, электронагревателями, а также горячей водой температурой 75 °С (только для холодного копчения). Расход пара при давлении 0,02 МПа в зависимости от модели установки составляет 32,4...288 кг/ч. Объем подаваемой в

копильную камеру дымовоздушной смеси, а также ее влажность регулируются открытием и закрытием шиберов 7 и 12, расположенных в воздуховодах. Температура, влажность и расход дымовоздушной смеси контролируются автоматически. Потребляемая мощность таких установок составляет от 29 до 187 кВт. Число дымогенераторов  $I$  в установке (от одного до двух) зависит от ее производительности. Для поддержания температуры топлива ниже температуры самовозгорания, а также охлаждения дыма перед подачей его в копильную камеру дымогенератор дополнительно оборудован охладителем, который охлаждается циркулирующей холодной водой и расположен над колосниковой решеткой.

Производительность копильных установок в расчете на их площадь  $\Pi_s$  [кг/(м<sup>2</sup>×ч)] и на их объем  $\Pi_v$  [кг/(м<sup>3</sup>×ч)] можно определять по следующим формулам

$$\Pi_s = G / (S\tau),$$

где  $G$  – масса загружаемого сырья, кг;  
 $S$  – площадь, занимаемая установкой, м<sup>2</sup>;  
 $\tau$  – продолжительность оборота, ч.

$$\Pi_v = G / [(V_1 + V_2 + V_3)\tau],$$

где  $V_1$  – объем печи, м<sup>3</sup>;  
 $V_2$  – объем дымогенератора, м<sup>3</sup>;  
 $V_3$  – объем других устройств, обслуживающих установку (вентиляторы, преобразователи электрического тока, тележки, привод и др.), м<sup>3</sup>.

Продолжительность оборота копильной установки находят по формуле

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3,$$

где  $\tau_1$  – продолжительность загрузки, ч;  
 $\tau_2$  – продолжительность процесса, ч;  
 $\tau_3$  – продолжительность разгрузки, ч.

Расход топлива  $A$  (дрова, опилки, стружки и др.), заложенного в копильную камеру, определяется как

$$A = A_1 - A_2,$$

где  $A_1$  – масса топлива, заложенного в коптильную камеру, кг;

$A_2$  – масса топлива, не сгоревшего в процессе копчения, кг.

Для определения расхода теплоты при копчении  $Q$  (кДж/кг) в расчете на единицу выпускаемой продукции пользуются зависимостью

$$Q = (A_1 Q_{1p}^H - A_2 Q_{2p}^H) / G,$$

где  $Q_{1p}^H$  – низшая теплотворная способность топлива, заложенного в установку, кДж/кг;

$Q_{2p}^H$  – низшая теплотворная способность топлива, выгруженного из установки, кДж/кг.

**Дымогенератор Д 9-ФД 2Г** (рис. 2) предназначен для выработки промышленного дыма, применяемого для холодного и горячего копчения всех видов мясных продуктов. Дымогенератор представляет собой двухсекционный аппарат прямоугольной формы, выполненный в виде двух камер сгорания опилок и очистки дыма. Камера сгорания – это цилиндр, внутри которого на опорном кольце 5 смонтирована колосниковая решетка 6. На нее укладывают два трубчатых электронагревателя 7 для розжига опилок. Колосниковые решетки очищаются от золы гребенкой 4, вращающейся вокруг своей оси. Под камерой сгорания установлен ящик для сбора золы 2. Зола выгружается в ящик механически с помощью лопатки 3. Над камерой сгорания смонтирован бункер 11 для загрузки опилок. Во избежание зависания опилок на стенках бункера и для их рыхления смонтирован ворошитель 12, приводимый в движение от электродвигателя 14 и редуктора 13, расположенных на крышке бункера. Количество опилок, подаваемых на колосниковую решетку, регулируется дозатором 9 с помощью маховика 21. При вращении мешалки 8 опилки распределяются равномерно. Для гашения пламени в случае воспламенения опилок в верхней части камеры сгорания над колосниковой решеткой смонтирован ороситель 10.

Камера очистки дыма имеет прямоугольную форму. В ней на опорной раме установлена корзина 17 с полуфарфоровыми кольцами, выполняющими роль фильтров для очистки дыма от канцерогенных и смолистых веществ, дегтя и золы. Для дополнительной очистки дыма перед камерой очистки создается водяная завеса с помощью трубы с отверстиями 18. Для вытяжки дыма над камерой очистки смонтирован вентилятор 16, приводимый в движение от электродвигателя 15. На наружной поверхности дымогенератора имеются дверца 1, патру-

бок для выхода дыма 24, водопровод 26, исполнительный механизм 19 и коробка ввода 20. За работой дымогенератора наблюдают через смотровое окно, расположенное на дверце. На водопроводной системе смонтированы электромагнитный клапан 23 для подачи воды в систему и вентиль 27 для подачи пара. Исполнительный механизм служит для пропорциональной подачи воздуха в топочное пространство, что обеспечивает равномерное горение. На выходном патрубке установлен электроконтактный термометр 25, в камере сгорания – термореле 22 для контроля и регулирования температуры дыма.

В основание дымогенератора вмонтирован патрубок с краном для слива воды. Во избежание попадания воды в камеру сгорания во время промывки колец в наружную поверхность дымогенератора вварен переливной патрубок с вентилем 28.

Дым получают в результате сгорания опилок в топке и очистки его при прохождении через фильтры.

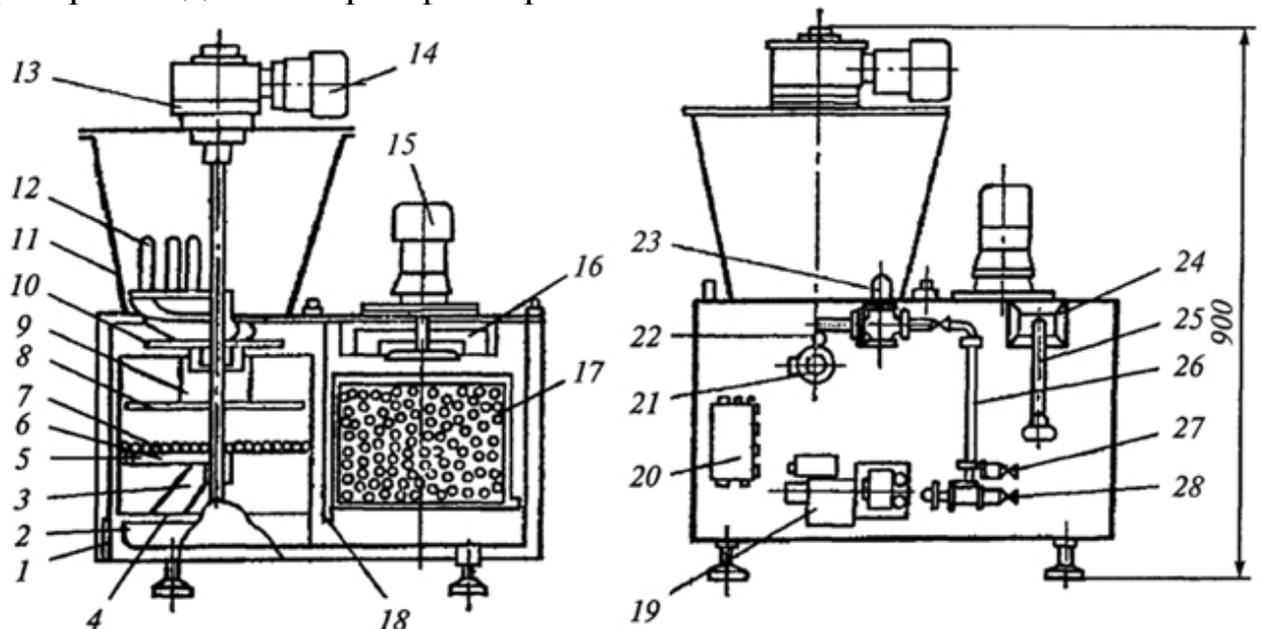


Рисунок 2 – Дымогенератор Д9-ФД2Г

### Техническая характеристика дымогенератора Д9-ФД2Г

Производительность, м<sup>3</sup>/ч 515.

Время начала загорания опилок с момента включения электронагревателей, мин 4...6.

Температура дыма на выходе из дымогенератора, °С 30... 60

Расход древесных опилок в зависимости от температурного режима, кг/ч 13...23.

Частота вращения, с<sup>-1</sup>:

ворошителя 0,1;  
 вентилятора 1500.  
 Расход воды, м<sup>3</sup>/ч 0,01.  
 Вместимость бункера, м<sup>3</sup> 0,14.  
 Установленная мощность, кВт 3,31.  
 Габаритные размеры, мм 1260×850×1570.  
 Масса, кг 650.

Количество топлива, необходимое для получения теплоты, достаточного для сухой перегонки 1 кг генерируемого топлива в копильный дым, определяется по формуле

$$\beta = q / (Q - I)\eta,$$

где  $q$  – удельный расход теплоты на сухую перегонку, кДж/кг; по опытным данным и расчетам  $q$  зависит от влажности топлива и температуры дымогенерации и лежит в пределах 400 ... 500 кДж/кг;

$Q$  – низшая теплота сгорания топлива, кДж /кг;

$I$  – теплота, уносимая продуктами полного сгорания 1 кг топлива, кДж/кг;

$\eta$  – коэффициент полезного использования теплоты сгорания ( $\eta = 0,75$ ).

Для древесины  $Q$  лежит в пределах 2,5...3,5 тыс. кДж/кг, и ее вычисляют по формуле

$$Q = 81C + 300H - 26O_2 - 6(W - 9H),$$

где  $C$ ,  $H$ ,  $O_2$ ,  $W$  – соответственно содержание в топливе углерода, водорода, кислорода и воды, процент.

Числовое значение  $I$  (кДж/кг) определяют по формуле

$$I = (\alpha L_0 + 1)[0,24t_1 + 0,001(595 + 0,47t_1)d],$$

где  $L_0$  – теоретически необходимое количество свежего воздуха для полного сгорания 1 кг топлива, кг сухого воздуха/кг топлива;

$\alpha$  – коэффициент избытка воздуха;

$d$  – влагосодержание продуктов полного сгорания 1 кг топлива, г/кг сухого воздуха;

$L_0 = 0,115C + 0,345H - 0,043O_2$  кг сухого воздуха/кг топлива;

$d = d_0 + 10(9H + W) / (\alpha L_0 + 1)$  г/кг сухого воздуха.

Расход свежего воздуха на сгорание  $\beta$  кг топлива равен  $L_0' = \alpha\beta L_0$  кг сухого воздуха/кг генерируемого топлива.

Масса смеси, получаемой от сухой перегонки 1 кг генерируемого топлива и покидающей рабочую зону дымогенератора, определяется по формуле

$$L_d = W_d + L_0'(1 + 0,01d) + \beta \text{ кг/кг генерируемого топлива,}$$

где  $W_d$  – количество дымовых веществ, получаемых от сухой перегонки 1 кг топлива, кг/кг генерируемого топлива.

Масса водяных паров в смеси, покидающей зону дымогенерации,

$$W_{\text{п}} = W_{\text{в}} + 0,01d(L_0' + \beta) \text{ кг/кг генерируемого топлива.}$$

Массу остальной части воздушно-дымовой смеси (кроме водяного пара), покидающей рабочую зону дымогенератора, условно называемой сухой

$$L' = L_d - W_{\text{п}},$$

а ее влагосодержание

$$d_1 = W_{\text{п}} / L' = W_{\text{п}} / L_d - W_{\text{п}} = 1 / (L_d / W - 1) \text{ кг/кг сухого воздуха.}$$

Теплосодержание этой смеси будет равно

$$i_1 = 0,24t_1 + (595 + 0,47t_1)d_1 \text{ кДж/кг сухого воздуха.}$$

Воздушно-дымовую смесь, выходящую из дымогенератора, немедленно охлаждают, смешивая с холодным воздухом до  $t_c$ , с которой ее направляют в технологический аппарат. Числовое значение  $t_c$  выбирают в зависимости от назначения процесса и его режима. Количество свежего воздуха  $L_0''$  кг на 1 кг сухого воздуха, покидающего рабочую зону, вычисляют по формуле

$$L_0'' = (d_1 - d_c) / (d_c - d_0) \text{ кг/кг,}$$

где  $d_c$  – влагосодержание воздушно-дымовой смеси, покидающей дымогенератор, получаемое по  $I-d$ -диаграмме в зависимости от  $t_c$ .

Масса воздушно-дымовой смеси, покидающей дымогенератор,  $L_{\text{об}} = (L_0' + 1)L'$  кг сухого воздуха/кг генерируемого топлива.

## Контрольные вопросы

1. Что представляет собой процесс копчения?
2. Каковы режимы копчения мясопродуктов?
3. Какое сырье используется для копчения рыбы?
4. Какие биотехнологические изменения претерпевают мясо и рыба при копчении?
5. Чем отличается горячее копчение от холодного?
6. Что представляет собой реакция окислительного взаимодействия при копчении?
7. Какой принцип лежит в основе классификации оборудования для копчения мяса и рыбы?
8. Что представляет собой дымогенератор для выработки промышленного дыма?
9. Как устроена камера сгорания в дымогенераторе Д9-ФД2Г?
10. Как рассчитать расход свежего воздуха на сгорание топлива в дымогенераторе?

## **2. АНАЛИЗ ПАТЕНТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КОПЧЕНИЯ МЯСНОЙ И РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Технологический процесс копчения, как способ консервирования продуктов питания, характеризуется различными физическими величинами.

Разработка устройств для копчения пищевых продуктов. (Патенты 74768, 1189414, 2125371, 2363163, 2399277).

### **Практическая работа**

#### **Разработка устройств для копчения мяса и рыбы**

Цель работы: изучить приведенные новые конструкции коптильного оборудования и на их основе предложить формулу изобретения аналогичного устройства.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить разработанные конструкции устройств для копчения пищевых продуктов.
2. Выявить изобретения, наиболее близкие к приведенным конструкторским разработкам, и подобрать прототип устройства.
3. Разработать формулу изобретения.
4. Представить отчет о проделанной работе.

**Патент на полезную модель №74768 РФ**, опубл.20.07.2008.

Авторы: Вороненко Б.А. и др. Патентообладатель: СПб. гос. ун-т. низкотемпературных и пищевых технологий.

#### **Полезная модель «Устройство коптильное»**

Коптильное устройство расположено на подвижной платформе 1 (рис. 3). Подвижная платформа имеет стояночный тормоз 2, который фиксируется защелкой 3. В коптильной камере 4 находятся сетчатые поддоны 5 для размещения сырья.

На нижнем листе 6 (под) помещается дымообразующее сырье (древесные опилки, стружка). Газовая горелка 7 в виде трубки с отверстиями расположена под нижним листом 6. Газ подается из баллона 8 по трубопроводу 9. Температура в коптильной камере 4 регу-

лируется вентилем 10 путем изменения количества подачи газа. Термодатчики 11 и 20 измеряют температуру в камере копчения и камере хранения готовой продукции 19. Показания температуры высвечиваются на экранах 15 и 17. Зажигание газа осуществляется пьезоэлектрическим запалом 14 при нажатии на кнопку 13, которая соединена проводами с электрической батареей 16. Верхняя часть устройства 23 служит прилавком для общения с покупателями. Коптильное устройство имеет дверцы 21 с ручками 22. Дым выходит по дымоходу 12. Таймер 18 оповещает об окончании процесса.

Работа на коптильной установке выполняется следующим образом. В коптильной камере разогревается воздух до необходимой температуры. Для этого открывается вентиль 10, зажигается горелка 7 от запала 14 путем нажатия кнопки 13. Электрический сигнал по электропроводам подается от батареи 16. Сетчатые поддоны 5 с рыбой устанавливаются в термокамеру 4.

После проварки вентилем 10 уменьшается поступление в горелку 7 газа и снижается температура в коптильной камере. На нижний лист 16 (под) выкладываются древесные опилки, стружка. В результате нагрева пода газовой горелкой из опилок выделяется дым, который воздействует на обрабатываемый продукт (рыбу).

Таймер 18 звуковым сигналом оповещает об окончании процесса копчения. После выполнения процесса копчения готовая продукция с поддонами устанавливается для хранения в камеру 19.

### **Формула полезной модели**

Устройство коптильное, состоящее из термокамеры, поддона, на котором находятся дымообразующее сырье, сеток для размещения продукции, датчиков температуры, дымоходов, отличающееся тем, что, с целью организации передвижной торговли копчеными изделиями, коптильная камера размещена на подвижной платформе со стояночным тормозом, причем термокамера обогревается газовой трубчатой горелкой с отверстиями, которая зажигается от пьезоэлектрического запала, а газовый баллон и аккумуляторная батарея находятся в отдельной камере.

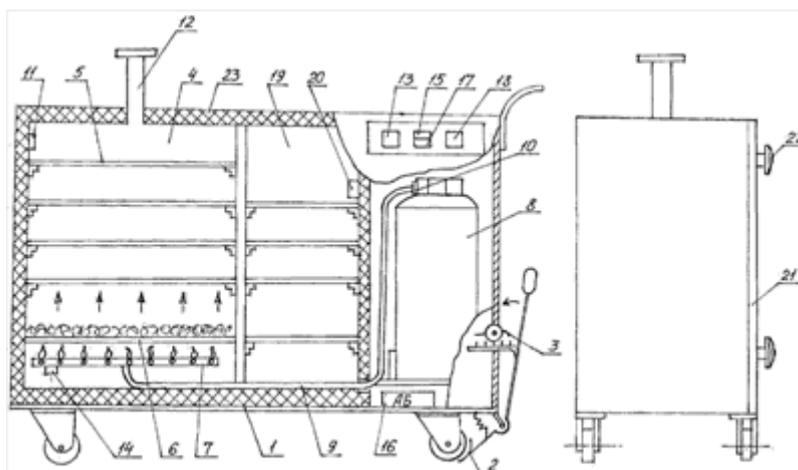


Рисунок 3 – Устройство коптильное

**Авторское свидетельство СССР №1189414** «Устройство для термической обработки пищевых продуктов» опубл. 07.11.1985.

Авторы: Барышев А.И. и др., заявитель: Донецкий институт советской торговли.

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**, содержащее теплоизолированную камеру, два расположенных в ней ротора для транспортировки продуктов, вентиляторы соответственно для подачи и рециркуляции дымовоздушной смеси и отсоса отработанной дымовоздушной смеси. вертикально установленные в камере распределители дымовоздушной смеси, имеющие сопла, и вытяжной воздуховод, отличающееся тем, что с целью интенсификации процесса и повышения качества копченой продукции путем равномерного омывания роторов дымовоздушной смесью, роторы укреплены с возможностью встречного вращения, распределители дымовоздушной смеси размещены у одной из боковых стенок камеры так, что выходящие из их сопел струи дымовоздушной смеси направлены непосредственно на боковые поверхности соответствующих роторов, навстречу их вращению, а вытяжной воздуховод установлен по оси симметрии роторов у противоположной боковой стенки камеры. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что распределители дымовоздушной смеси снабжены улавливателями смолы, содержащими расширитель и улавливатели.

Вентилятор 3 всасывает воздух через электрокалорифер 9 и дым через патрубок 7. Для регулирования соотношения дыма и воздуха имеются шиберные заслонки 10 и 12. Дымовоздушная смесь нагнетается в камеру распределителя 6, затем охватывает со всех сторон вращающиеся роторы 2 с рыбой, производит ее копчение или вяление и далее через вытяжной воздуховод 5 вентилятором 4 выбрасывается

в атмосферу. Для интенсификации и улучшения процесса копчения скорость отсоса дымовоздушной смеси выше, чем скорость ее подачи в камеру 1, за счет чего в камере создается некоторое разрежение. Дымовоздушная смесь, нагнетаемая в камеру 1 по воздуховоду 5, проходит через улавливатель 13 смолы, очищается от смолы и подается далее в распределители 6. Воздуховод установлен с уклоном в сторону движения дымовоздушной смеси. Дымовоздушная смесь, ударяясь об отражатель 16, меняет направление движения и за счет увеличенного объема воздуховода происходят конденсация смолы и оседание ее в расширителе 14, из которого смола по трубопроводу 20 попадает в сборник 21. Для предотвращения захвата смолы потоком воздуха из расширителя 14 имеется отражатель 15.

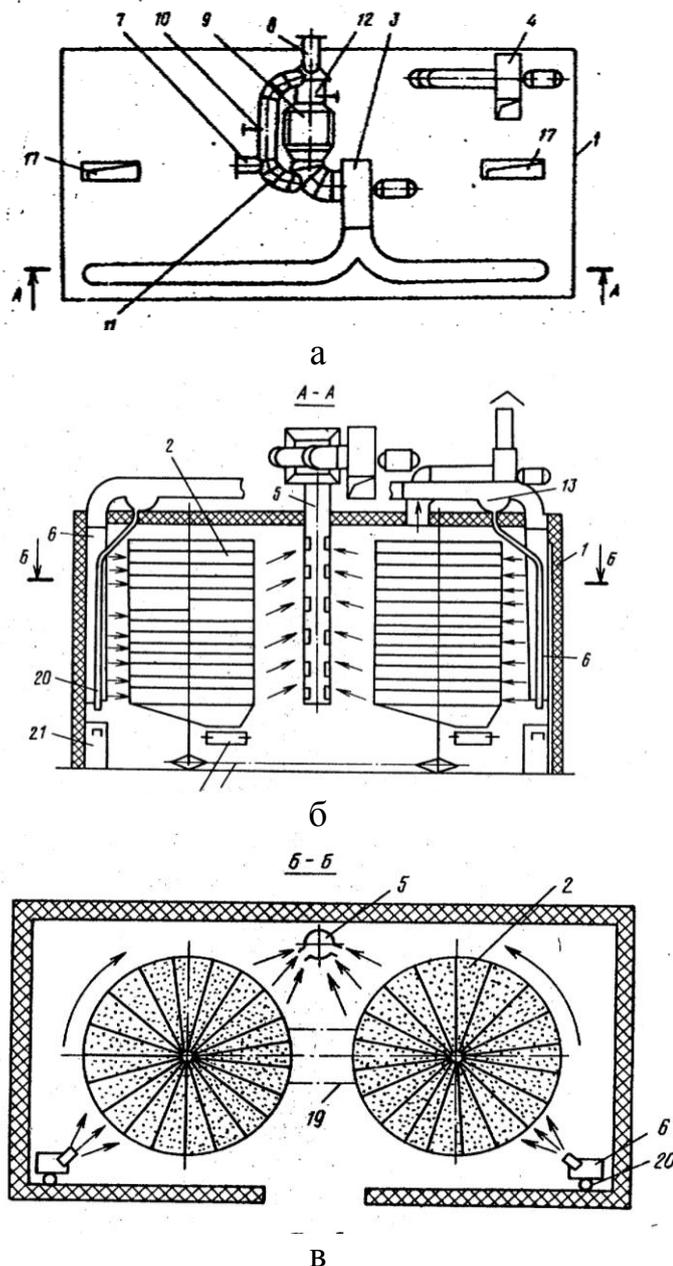


Рисунок 4 – Устройство для термической обработки пищевых продуктов

**Патент РФ №2125371** «Способ электростатического копчения и устройство для его осуществления» опубл. 27.01.1999.

Авторы: Королев Н.В., Мануковский А.К. Патентообладатель: Воронежская межтерриториальная коллегия адвокатов.

Устройство для осуществления способа электростатического копчения содержит корпус, в котором расположены держатель обрабатываемого продукта, коронирующие электроды в виде игл, установленных на дыморазделительных экранирующих сетках с ячейками, в которые могут беспрепятственно проникать компоненты потока коптильного дыма, при этом сами экранирующие дыморазделительные сетки закреплены в корпусе с возможностью изменения углов их наклона.

В узлах сплетения дыморазделительных экранирующих сеток могут быть установлены перпендикулярно плетению заостренные в виде игл электроды, направленные в сторону обрабатываемого продукта. В корпусе устройства установлены дыморазделительная перегородка, а также радиатор охлаждения коптильного дыма. В качестве радиатора может быть использован и корпус дымогенератора. Кроме того, устройство для электростатического копчения снабжено электронным блоком управления, включающим источники питания стабилизированным низковольтным и высоковольтным импульсным нестабилизированным напряжениям, создающим электростатическое поле, регулятором температуры и интенсивности коптильного дыма, а также формирователем высоковольтного напряжения. Все блоки устройства подключены через сетевой трансформатор, обеспечивающий их полную развязку от сети.

Способ электростатического копчения продуктов осуществляется следующим образом. На держатель 2 подвешивают обрабатываемый продукт и устанавливают под необходимым углом  $\alpha$  дыморазделительные экранирующие сетки 3 в зависимости от формы и объема загруженного продукта.

В дымогенератор 8 загружают полена древесных пород и с помощью переключателей S1, S2 31 и герконов S3, S4 подготавливают разрешение на включение напряжения.

Резистором R1 13 устанавливают необходимый уровень работы генератора 11. Напряжение сети через транзистор VT1 15 поступает на вход триггера ДД 2.1 16, и в него переписывается информация с выхода генератора ДД 1.2 12. Сигнал выхода триггера ДД 2.1 16 поступает через транзистор VT2 17 и разрешает работу оптодиристором

VS1, VS2 18, нагрузкой которых является нагревательный элемент 19 дымогенератора 8 (схема 1).

Таким образом происходит регулирование интенсивности и температуры потока коптильного дыма, который через щели 6 (схема 1) поступает в полость 7 между боковыми стенками устройства 1 и экранирующей дыморазделительной сеткой 3, заполняя равномерным потоком все вертикальное пространство 7 и проникая через ячейки наклонных дыморазделительных экранирующих сеток 3 к коронирующим электродам 4. При подаче высокого напряжения на держатель 2 потоки коптильного дыма равномерно переносятся через коронирующие электроды в виде игл к обрабатываемому продукту.

В зависимости от режима копчения происходит настройка электростатического поля резистором R2 23 путем формирования импульсов тока через импульсный трансформатор Tr2 25 и далее через транзистор VT4 26, через трансформатор Tr3 27 и умножитель выходного напряжения 29.

При необходимости снижения температуры потока коптильного дыма подключается радиатор для охлаждения 9 (схема 1).

Подбор на поверхности дыморазделительной сетки различной плотности коронирующих электродов в виде игл позволяет также регулировать полноту зарядки частиц коптильного дыма, а способность сетки к экранировке позволяет более равномерно ионизировать компоненты дыма во всем объеме электростатического поля. Изменение углов наклона дыморазделительной сетки позволяет более равномерно осуществлять копчение продуктов различного объема с использованием режимов холодного и горячего копчения, а регулировка высокого напряжения электростатического поля, температуры и интенсивности потоков коптильного дыма позволяет разнообразить ассортимент.

Управление работой устройства осуществляется с панели электронного блока 10, на которую выведены элементы управления узлов электронного блока, в том числе регулятор температуры и интенсивности коптильного дыма, регулятор уровня высокого напряжения и их индикаторы.

После загрузки обрабатываемого продукта на держатель 2 и установки необходимого угла наклона  $\alpha$  экранирующих дыморазделительных сеток включается источник питания (например, 220 В) на сетевой трансформатор Tr1 1 и нагревательный элемент 19 дымогенератора 8.

Циркуляция потока коптильного дыма может быть усилена за счет вентиляционных систем. Устанавливая резистором R1 13 необходимую температуру и интенсивность потоков коптильного дыма (в необходимых случаях с подключением радиатора охлаждения 9 и наполнением полости 7 достаточным количеством дымовых фракций) производят включение высокого напряжения переключателем S2 31 и герконами S3 и S4 32.

Регулирование длительности импульсов высокого напряжения осуществляют резистором R2 23. Дымовые потоки через щели 6 поступают в полости 7 между корпусом и наклонной дыморазделительной сеткой и, поднимаясь вверх, постепенно проникают сквозь сетку равномерно по всей высоте и далее через концентратор электростатического поля в виде коронарных электродов-игл осаждаются на продукт копчения.

Использование предлагаемого способа электростатического копчения и устройства для его осуществления обеспечивает наиболее полное осаждение всех компонентов коптильного дыма на обрабатываемые продукты копчения, повышает качество и эффективность обработки, снижает энергетические затраты и значительно расширяет ассортимент вырабатываемого продукта копчения.

### **Формула изобретения**

1. Способ электростатического копчения продуктов путем размещения продукта между коронирующими электродами в виде игл, направленных на обрабатываемый объект с двух сторон, и подачи потоков коптильного дыма на коронирующие электроды, отличающийся тем, что потоки коптильного дыма подают на коронирующие электроды-иглы через полости с наклонно установленными дыморазделительными экранирующими сетками.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что регулирование температуры и интенсивности подачи потоков коптильного дыма осуществляют радиатором охлаждения и периодическим включением нагревателя дымогенератора, взаимодействующего с регулятором температуры.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что используют электростатическое поле с регулируемой по амплитуде характеристикой в направлении держателя для обрабатываемого объекта.

4. Устройство для электростатического копчения, содержащее корпус, в котором расположены держатель для обрабатываемого про-

дукта, и установленные по обе стороны держателя коронирующие электроды в виде игл, направленных в сторону держателя, дымогенератор и дымораспределительную перегородку, отличающиеся тем, что иглы закреплены на дыморазделительных экранирующих сетках, наклонно установленных с изменяющимися углами наклона вдоль боковых стенок корпуса с образованием полостей для прохода дымовоздушной смеси, при этом устройство содержит радиатор охлаждения дымовоздушной смеси, блок управления и регулятор температуры.

5. Устройство по п. 4, отличающееся тем, что в качестве радиатора охлаждения коптильного дыма использован корпус дымогенератора.

6. Устройство по п. 4 или 5, отличающееся тем, что блок управления содержит электронный формирователь электростатического поля, своими выходами подключенный к коронирующим электродам и держателю для обрабатываемого продукта, и включает генератор с регулятором его характеристик по амплитуде, а также регулятор температуры, взаимодействующий через оптотиристоры с нагревательным элементом дымогенератора.

7. Устройство по п. 4, 5 или 6, отличающееся тем, что регулятор температуры выполнен в виде датчика температуры, взаимодействующего через триггер и оптотиристоры с нагревательным элементом дымогенератора.

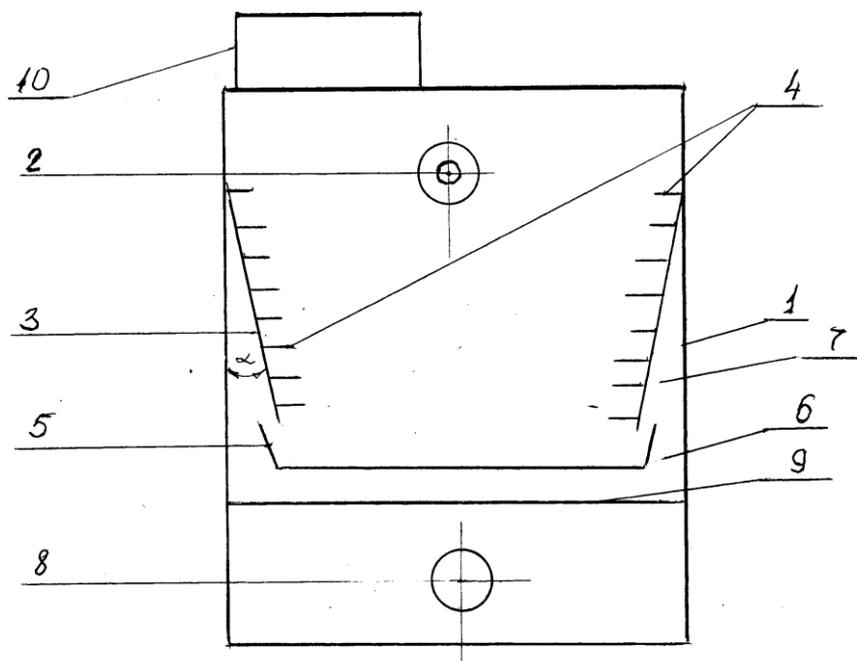


Рисунок 5 – Устройство для осуществления способа электростатического копчения

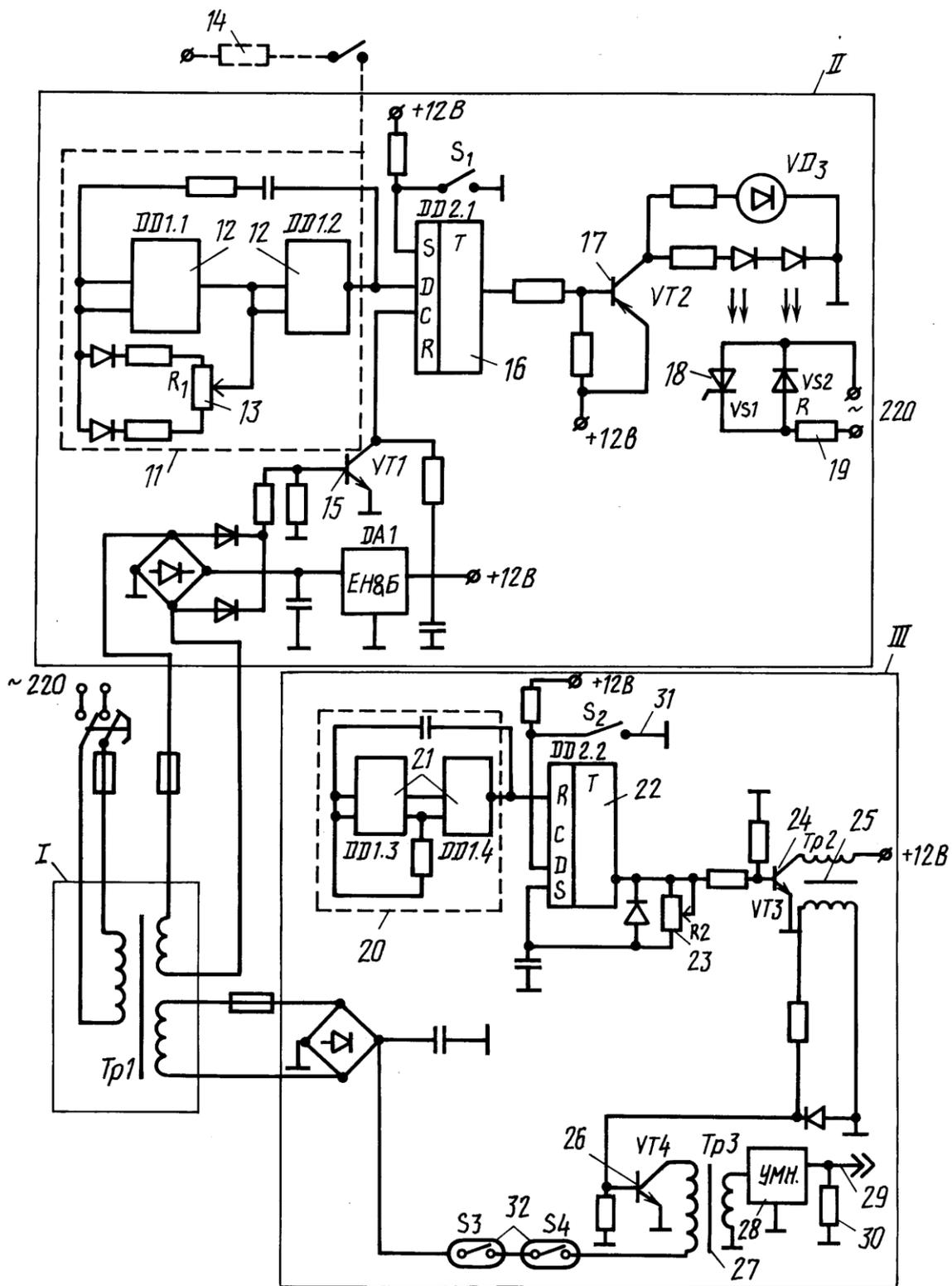


Рисунок 6 – Электрическая схема устройства для осуществления способа электростатического копчения

**Патент РФ №2363163** «Устройство для генерации дыма» опубл. 10.08.2009.

Авторы: Капустин Н.И. и др. Патентообладатель: Капустин Н.И. Устройство для генерации дыма (рис. 7) работает следующим образом. После установки в корпусе 1 материала 5 (например, бруска из древесины лиственных пород) и прижатия его приспособлением 4 к барабану 6 включают блок управления 19, и он включает через исполнительный механизм 21 привод 9, который через передачу 8 приводит во вращение барабан 6, последний, вращаясь, истирает источник дыма 5, и в месте контакта с барабаном 6 температура повышается до тления источника дыма 5. Одновременно блок управления 19 через исполнительный механизм 18 открывает кран 17 на минимальный расход. Воздух подается по патрубку 3 в корпус, а дым из зоны тления смешивается с воздухом, температура смеси понижается, и она выводится через патрубок 2, омывая датчик температуры 20.

При температуре вала 7 ниже заданной, заслонка 12 прижимается термочувствительным элементом 11 к кольцу 13. При достижении температуры вала 7 заданной величины происходит отжатие элементом 11 заслонки 12 от кольца 13 и охлаждающая жидкость протекает через образовавшийся зазор, при этом датчик положения 14 подает сигнал на блок управления 19, который вырабатывает сигнал управляющего воздействия и подает его на исполнительный механизм 18 для дальнейшего открытия крана 17 расхода охлаждающей жидкости из емкости 15 по трубе 16 в полость 10 вала 7 и соответственно в кольцевую полость между барабаном 6 и валом 7. При превышении температуры смеси воздуха с дымом выше заданной величины (в зависимости от того, какой режим работы коптильной установки, т. е. горячее или холодное копчение) датчик температуры 20 подает сигнал на блок управления 19, который в зависимости от величины и знака сигнала рассогласования вырабатывает сигнал управляющего воздействия и подает его на исполнительные механизмы 21 и 18, на изменение частоты вращения привода 9 и крана 17 расхода воды, через трубу 16 поступающей из емкости 15 в полость 10 вала 7.

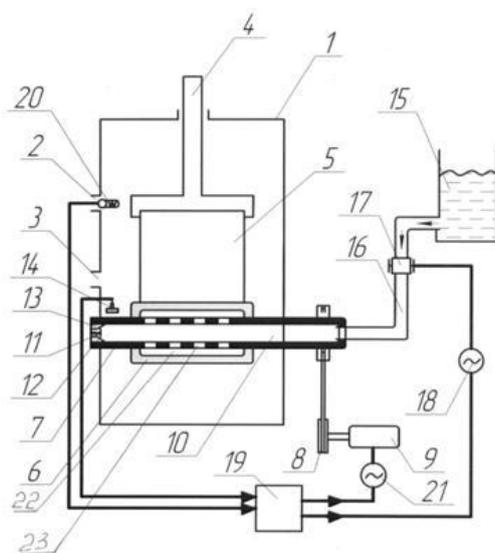


Рисунок 7 – Устройство для генерации дыма

### Формула изобретения

Устройство для генерации дыма, содержащее корпус с патрубками дыма и воздуха, прижимной механизм источника дыма и барабан, установленный на валу, соединенным с приводом, емкость для воды, датчик температуры и блок управления, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит датчик положения и исполнительные механизмы привода и крана, барабан установлен с возможностью образования между ним и валом кольцевой полости, вал выполнен полым, снабжен термостатом, а полость вала сообщается с кольцевой полостью барабана и емкостью для воды.

**Патент РФ №2399277** «Устройство для холодного копчения пищевых продуктов» (рис. 8), опубл. 20.09.2010. Авторы: Ермолаев В.А., Захаров С.А. Патентообладатель: ВГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». Устройство работает следующим образом.

В камеру 1 через двери 2 помещаются прутки 15 с продуктом (рыбой) 16. Устройство может работать в двух режимах: на один проход дымовоздушной смеси с выбросом ее в атмосферу; с рециркуляцией дымовоздушной смеси.

Работа устройства по варианту рециркуляции дымовоздушной смеси осуществляется по замкнутому контуру с добавлением дымовоздушной смеси от дымогенератора. Рециркуляция образуется следующими элементами: воздушным теплообменником 10, трубчатым испарителем 3, камерой копчения 1, дымовоздуховодом 12, направ-

ляющими вентиляторами 17, 18, 19, 20. При рециркуляции внутренняя заслонка 13 полностью открыта, а внешняя 14 закрыта.

Рабочая дымовоздушная смесь от дымогенератора через жалюзийные заслонки 11 нагнетается вентилятором 17 в воздушный теплообменник 10 лабиринтного типа. Теплообменник 10 имеет развитую внутреннюю и наружную поверхности теплообмена, за счет этого происходит понижение температуры дымовоздушной смеси. Далее рабочая смесь поступает в трубчатый испаритель 3, где охлаждается от оребренной поверхности трубок и на выходе из трубчатого испарителя имеет требуемую температуру. С помощью реле температуры можно изменять температуру кипения холодильного агента и тем самым устанавливать необходимую температуру дымовоздушной смеси на выходе из трубчатого испарителя, что позволяет устанавливать требуемый режим копчения для конкретного пищевого продукта (рыба различных сортов и размеров, шпик, колбасные и мясные изделия).

Из испарителя 3 дымовоздушная смесь требуемой температуры поступает в нижнюю часть камеры копчения 1, откуда вентиляторами 18 равномерно распределяется по всему объему камеры, омывая продукт. Скорость дымовоздушной смеси в камере можно регулировать за счет изменения частоты вращения электродвигателей вентиляторов 18.

Далее дымовоздушная смесь через дымовоздуховод 12 поступает в воздушный теплообменник 10 для смешения со смесью от дымогенератора. Смешение потоков дымовоздушной смеси происходит практически в середине теплообменника 10, так как температура отработанной смеси ниже температуры смеси от дымогенератора. Дымовоздушная смесь от дымогенератора в средней части теплообменника приобретает температуру, близкую к температуре отработанной смеси. Происходят смешение двух потоков и доохлаждение до требуемой температуры (25...40)°С на второй половине теплообменника и в трубчатом испарителе.

Вариант работы устройства для копчения на один проход смеси и выброс ее в атмосферу аналогичен работе по циклу рециркуляции и отличается тем, что внутренняя заслонка 13 закрыта, а наружная заслонка 14 открыта, вентилятор 20, подающий из дымовоздуховода 12 смесь на смешение в воздушный теплообменник 10, отключен.

Работа устройства по варианту рециркуляции дымовоздушной смеси является экологически более чистой из-за отсутствия выбросов дымовоздушной смеси в атмосферу и экономически оправданной.

Холодильная машина, включенная в состав устройства для холодного копчения пищевых продуктов, работает по классической одноступенчатой схеме. Холодильный агент низкого давления через регенеративный теплообменник 7 отсасывается компрессором 4 из трубчатого испарителя 3 и нагнетается в конденсатор 5. В конденсаторе пары холодильного агента высокого давления конденсируются, и в жидком состоянии холодильный агент стекает в линейный ресивер 6, откуда через регенеративный теплообменник 7, фильтр-осушитель 8 и терморегулирующий вентиль 9 поступает в трубчатый испаритель 3, в котором кипит при низком давлении.

Предложенное устройство благодаря воздушному теплообменнику и холодильной машине с трубчатым испарителем позволяет регулировать и поддерживать на протяжении всего процесса требуемую температуру дымовоздушной смеси. Система направляющих вентиляторов обеспечивает равномерное распределение рабочей смеси по всему объему камеры копчения. Это приводит к повышению качества технологического процесса холодного копчения и позволяет получать пищевые продукты с высокими органолептическими и физико-химическими показателями.

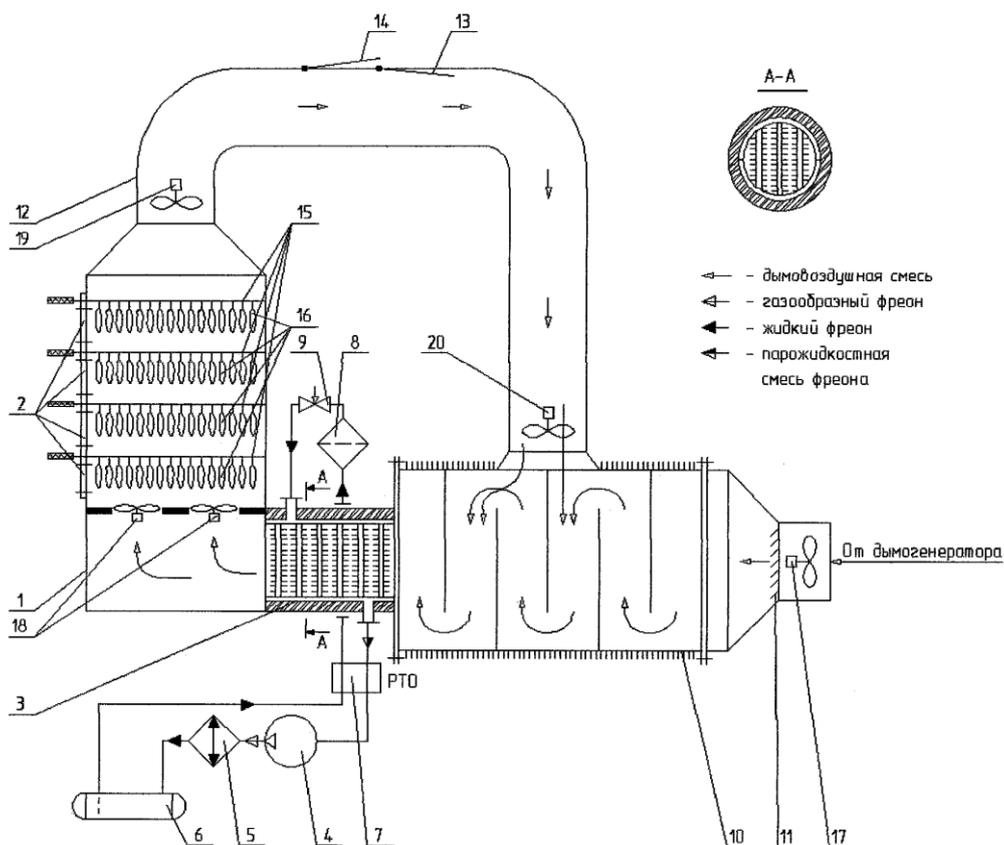


Рисунок 8 – Устройство для холодного копчения пищевых продуктов

## **Формула изобретения**

Устройство для холодного копчения пищевых продуктов, содержащее камеру копчения, холодильную машину, воздушный теплообменник, дымовоздуховод с заслонками, прутки для подвески продукта и направляющие вентиляторы, отличающееся тем, что в состав устройства входят воздушный теплообменник, установленный между дымогенератором и трубчатым испарителем холодильной машины, холодильная машина, испаритель которой соединен с камерой копчения, распределительные вентиляторы, расположенные перед воздушным теплообменником в нижней и верхней части камеры копчения между дымовоздуховодом и воздушным теплообменником.

## **Контрольные вопросы**

1. Этапы проведения патентных исследований.
2. Что такое формула изобретения?
3. Дать характеристику МПК.
4. Кто считается автором изобретения?
5. Кто является патентообладателем?
6. Укажите отличие изобретения от полезной модели.

### 3. Лабораторная работа «СОЗДАНИЕ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КОПЧЕНИЯ»

Цель работы: изучить приведенную новую конструкцию коптильного оборудования и на ее основе предложить формулу изобретения аналогичного устройства.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить разработанные на кафедре ТОБиПП конструкции устройств для копчения пищевых продуктов.
2. Выявить изобретения, наиболее близкие к приведенным конструкторским разработкам, и подобрать прототип устройства.
3. Разработать формулу изобретения.
4. Представить отчет о проделанной работе.

Результат процесса создания нового технологического оборудования для копчения характеризуется степенью изучения аналогов и прототипов оборудования, анализом патентной и литературной проработки. В результате проделанной работы на кафедре «Технология, оборудование бродильных и пищевых производств» получен патент на изобретение №2390909 «Устройство для копчения пищевых продуктов» (рис. 9), которое содержит корпус с крышкой, дымовую трубу, нагревательное приспособление, емкость для опилок, съемный жиросборник и кронштейн с крюками и фиксаторами. Жиросборник выполнен по всей площади поперечного сечения в виде соединенных двух гофрированных пластин с отверстиями для прохода дыма и очистки его от смол. Отверстия в нижней пластине выполнены на боковых поверхностях гофра, а в верхней – на вершине гофра. Жиросборник расположен под углом  $5...6^\circ$  к горизонтальной плоскости и наклонен в сторону горизонтального штуцера. Изобретение позволяет повысить производительность устройства и улучшить качество копчения.

Устройство работает следующим образом.

В коптильную камеру, состоящую из нижнего 1 и верхнего 2 цилиндров, помещают продукт, навешивая его на крюки 16, размещенные на кронштейнах 15. В емкость 4 через окно 6 загружают опилки 5 и устанавливают ее внутри коптильной камеры на нагревательное устройство 3. Чтобы получить тлеющий эффект опилок 5, не допуская их возгорания, опилки периодически смачивают водой через окно 6. При включении в электросеть устройства происходит обугливание опилок 5 и образовавшийся дым поднимается через от-

верстия 9 и 10, выполненные в жироборнике 7, очищаясь от смолы. Жир по наклонному желобу 17 отводится через жироприемник с штуцером 8. На крышке 11 установлена труба 12 для отвода дыма.

Устройство обеспечивает два температурных режима работы.

1. Холодное копчение. При включении нагревательного устройства на потребляемую мощность, например, 0,2 кВт или 0,4 кВт (в зависимости от объема загружаемого продукта и температуры окружающей среды), обеспечиваются горение опилок и создание температуры внутри коптильной камеры 18...22°C, копчение длится 2...3 дня. Копчение с таким режимом работы можно проводить при температуре окружающей среды 10°C.

2. Полугорячее копчение. Нагревательное устройство включается на потребляемую мощность 0,8 кВт для обеспечения горения опилок и создания температуры внутри коптильной камеры 25...40°C. Копчение в зависимости от загружаемых продуктов длится 1...2 дня.

Для работы используют опилки лиственных деревьев или других малосодержащих смолистых веществ.

Повышение производительности устройства и улучшение качества получаемого продукта достигаются за счет выполнения жироборника в виде соединенных двух гофрированных пластин с отверстиями для прохода дыма и очистки его от смол, размещенных под углом 5...6° к горизонтальной плоскости, что ускоряет стекание жира.

Отверстия в нижней пластине жироборника выполнены на боковых поверхностях гофра, а в верхней – на вершине гофра таким образом, чтобы проходящий через них дым очищался от смолы, а жир, попадая в верхние отверстия, стекал по желобу нижней пластины в выпускной штуцер. Использование всей площади поперечного сечения корпуса позволяет размещать увеличенное количество пищевых продуктов, что повышает производительность устройства.

### **Формула изобретения**

Устройство для копчения пищевых продуктов, содержащее корпус с крышкой, дымовую трубу, нагревательное приспособление, емкость для опилок, съемный жироборник и кронштейн с крюками и фиксаторами, отличающееся тем, что жироборник выполнен по всей площади поперечного сечения в виде соединенных двух гофрированных пластин с отверстиями для прохода дыма и очистки его от смол, причем отверстия в нижней пластине выполнены на боковых поверхностях гофра, а в верхней – на вершине гофра и жироборник распо-

ложен под углом 5...6° к горизонтальной плоскости и наклонен в сторону горизонтального штуцера.

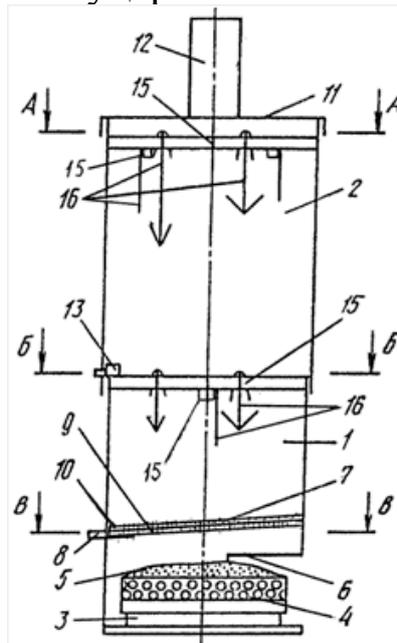


Рисунок 9 – Устройство для копчения пищевых продуктов

### Контрольные вопросы

1. Что представляет собой процесс копчения?
2. Опилки каких пород деревьев пригодны для копчения?
3. Какие режимы копчения возможны на данном устройстве?
4. За счет чего увеличена производительность?
5. Кто является патентообладателем?
6. Чем отличается горячее копчение от холодного?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лобанова, Т.А. Патентно-изобретательская работа при курсовом и дипломном проектировании [Текст] / Т.А. Лобанова, Н.В. Цугленок, Г.И. Цугленок; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2004. – 154 с.
2. Машины и аппараты пищевых производств [Текст]: в 2 кн. / С.Т. Анитипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков [и др.]; под ред. В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 1527 с.
3. Самойлов, В.А. Научные исследования пищевого технологического оборудования на основе патентных разработок: метод. указания для выполнения практических работ / В.А. Самойлов, В.Н. Невзоров, В.Н. Холопов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 71 с.
4. Пат. 2380909 Российская Федерация, МПК А23В 4/044. Устройство для копчения пищевых продуктов [Текст] / Ярум А.И.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Краснояр. гос. аграр. ун-т. – №2010122102/13; заявл. 31.05.10; опубл. 27.12.11 В.А. Самойлов, В.Н. Невзоров, А.И. Ярум

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОПЧЕНИЯ

*Методические указания для выполнения  
лабораторных и практических работ*

Самойлов Владимир Александрович  
Невзоров Виктор Николаевич  
Ярум Андрей Иванович

Редактор Л.Э. Трибис

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 19.03.2014. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 2,25. Тираж 110 экз. Заказ №

Издательство Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117