

УДК [664.923.2/.9+637.354]:637.523.38

УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО КОПЧЕНИЯ ТВЕРДОГО СЫРА С ИНДУКТИВНЫМ ПОДВОДОМ ЭНЕРГИИ ПРИ ДЫМОГЕНЕРАЦИИ В СРЕДЕ ИНЕРТНОГО ГАЗА

¹Шахов С.В., ¹Сухарев И.Н., ²Глотова И.А., ²Артемов Е.С., ²Беляева А.С.¹*Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж;*²*Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж,
e-mail: glotova-irina65@mail.ru*

Копченых сыров промышленность выпускает немного, но своим неповторимым вкусом и ароматом они всегда привлекают потребителей, пользуются устойчивым спросом. В результате осаждения дыма на поверхности сыра и проникновения его компонентов внутрь происходит окрашивание поверхности в коричнево-золотистые тона, сыр приобретает специфический аромат и вкус копчения, а также достигаются бактериальный и антиокислительный эффекты. Предпочтительным способом создания сыров с ароматом дыма является электростатическое копчение. В основу разработки конструкции установки электростатического копчения твердого сыра с индуктивным подводом энергии при дымогенерации в среде инертного газа были положены следующие требования: повышение качества и эффективности копчения, снижения энергетических затрат, расширение ассортимента продукции. В установке должны варьироваться следующие параметры процесса электрокопчения: температура и скорость, оптическая плотность и относительная влажность дымовоздушной смеси; напряженность электрического поля; температура пиролиза опилок в дымогенераторе. С учетом данных требований была разработана установка электростатического копчения твердого сыра с индуктивным подводом энергии при дымогенерации в среде инертного газа. Экспериментальная установка для исследования процесса копчения в аппарате с электростатическим полем оборудована современными средствами автоматического управления и контроля.

Ключевые слова: копченый сыр, электростатическое копчение, дымогенератор, пиролиз, индуктивный подвод энергии

INSTALLATION FOR ELECTROSTATIC SMOKING OF SOLID CHEES WITH INDUCTIVE SUBSUMPTION OF ENERGY AT DENOGENERATION IN THE MEDIUM OF INERT GAS

¹Shakhov S.V., ¹Sukharev, I.N., ²Glotova I.A., ²Artemov E.S., ²Belyaeva A.S.¹*Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh;*²*Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh,
e-mail: glotova-irina65@mail.ru*

Smoked cheeses produce a little, but they always attract consumers with their unique taste and aroma, they are in steady demand. As a result of the deposition of smoke on the surface of the cheese and the penetration of its components inside, the surface stains in brownish-golden tones, the cheese acquires a specific flavor and taste of smoking, and bacterial and antioxidant effects are also achieved. A preferred method for creating cheeses with a smoke flavor is electrostatic smoking. The development of the construction of the electrostatic smoking unit for hard cheese with inductive energy input during smoke generation in an inert gas environment was based on the following requirements: improving the quality and efficiency of smoking, reducing energy costs, expanding the range of products. The following parameters of the electric smoking process should be varied in the installation: temperature and speed, optical density and relative humidity of the smoke-air mixture; electric field strength; temperature of pyrolysis of sawdust in the smoke generator. In view of these requirements, an electrostatic smoking unit for hard cheese with an inductive energy input was developed for smoke generation in an inert gas environment. The experimental installation for studying the smoking process in an apparatus with an electrostatic field is equipped with modern means of automatic control and monitoring.

Keywords: smoked cheese, electrostatic smoking, smoke generator, pyrolysis, inductive energy supply

Копченых сыров промышленность выпускает немного, но своим неповторимым вкусом и ароматом они всегда привлекают потребителей, пользуются устойчивым спросом. В результате осаждения дыма на поверхности сыра и проникновения его компонентов внутрь происходит окрашивание поверхности в коричнево-золотистые тона, сыр приобретает специфический аромат и вкус копчения, а также достигаются бактериальный и антиокислительный эффекты [1–3]. Предпочтительным способом

создания сыров с ароматом дыма является электростатическое копчение [1–2]. В основу разработки конструкции установки электростатического копчения твердого сыра с индуктивным подводом энергии при дымогенерации в среде инертного газа были положены следующие требования: повышение качества и эффективности копчения, снижения энергетических затрат, расширение ассортимента продукции. В установке должны варьироваться следующие параметры процесса электрокопчения: температу-

ра и скорость, оптическая плотность и относительная влажность дымовоздушной смеси; напряженность электрического поля; температура пиролиза опилок в дымогенераторе.

С учетом данных требований была разработана установка электростатического копчения твердого сыра с индуктивным подводом энергии при дымогенерации в среде инертного газа (рисунок). Камеру установки электростатического копчения (1) представляет собой герметичный корпус (2), сваренный из листовой стали (4).

Камера 2 снабжена герметичной дверью 3, через которую осуществляется загрузка-выгрузка продукта, а также очистка, обслуживание и ремонт различного внутреннего оборудования. Дверь 3 оборудована окном 4 для осуществления визуального контроля за процессом копчения в электростатическом поле. На боковых стенках камеры предусмотрены уголки 5 предназначенные для крепления коронирующих электродов, дымораспределительных жалюзи и необходимой контрольно-измерительной аппаратуры.

Коптильная камера установлена на стойках 6, изготовленных из металлического профиля. Поворотная задвижка 7 размещенная на трубопроводе 8 позволяет изменять расход дымовоздушной смеси в камеру 2. Данный трубопровод присоединён к лабиринтному искрогасителю 9, предназначенному для улавливания частиц золы и пепла, которые имеют малые размеры и потому могут уноситься потоком из дымогенератора. Более крупные частицы скапливаются в нижней его части (зольнике) и удаляются через дверцу 10 после окончания процесса копчения.

Опилки в дымогенератор подаются из бункера 11 снабженного роторным питателем с шаговым электродвигателем 12. Данная конструкция обеспечивает равномерность подачи опилок в зону дымогенерации, при этом достигается постоянство концентрации дымовоздушной смеси на протяжении всего процесса копчения.

Для визуального контроля за процессом дымообразования в боковой стенке корпуса дымогенератора предусмотрено смотровое окно 13, выполненное из термостойкого стекла. Нагрев опилок осуществляется от смешанных с ними ферромагнитных частиц посредством источника индуктивной энергии 14. Заслонка 15 служит для регулирования расхода свежего воздуха, поступающего в дымогенератор.

Внутри корпуса 2 в верхней его части размещены направляющие 16, по которым могут свободно перемещаться подвесы 17 для коронирующих электродов. Такая конструкция даёт возможность при проведении экспериментов варьировать расстояние между электродами и продуктом. Посередине расположен высоковольтный изолятор 18, заключённый в защитный корпус 19, также выполненный из изоляционного материала.

Во внутреннем объёме защитного корпуса 19 поддерживается избыточное давление, за счёт подачи в него чистого воздуха с малым расходом. Выходя через кольцевой зазор, образованный отверстием в защитном корпусе 19 и изолятором 18 воздух препятствует проникновению внутрь дымовоздушной смеси, что предотвращает загрязнение изолятора 18 оседающими на нём копильными веществами. К изолятору 18 подвешивается продукт 20.

Камера 1 снабжена выходным трубопроводом 21 для отвода отработанной дымовоздушной смеси. Для формирования устойчивого коронного разряда служат металлические иглы 22, укрепленные на токопроводящей пластине 23 и образующие вместе с ней коронирующие электроды.

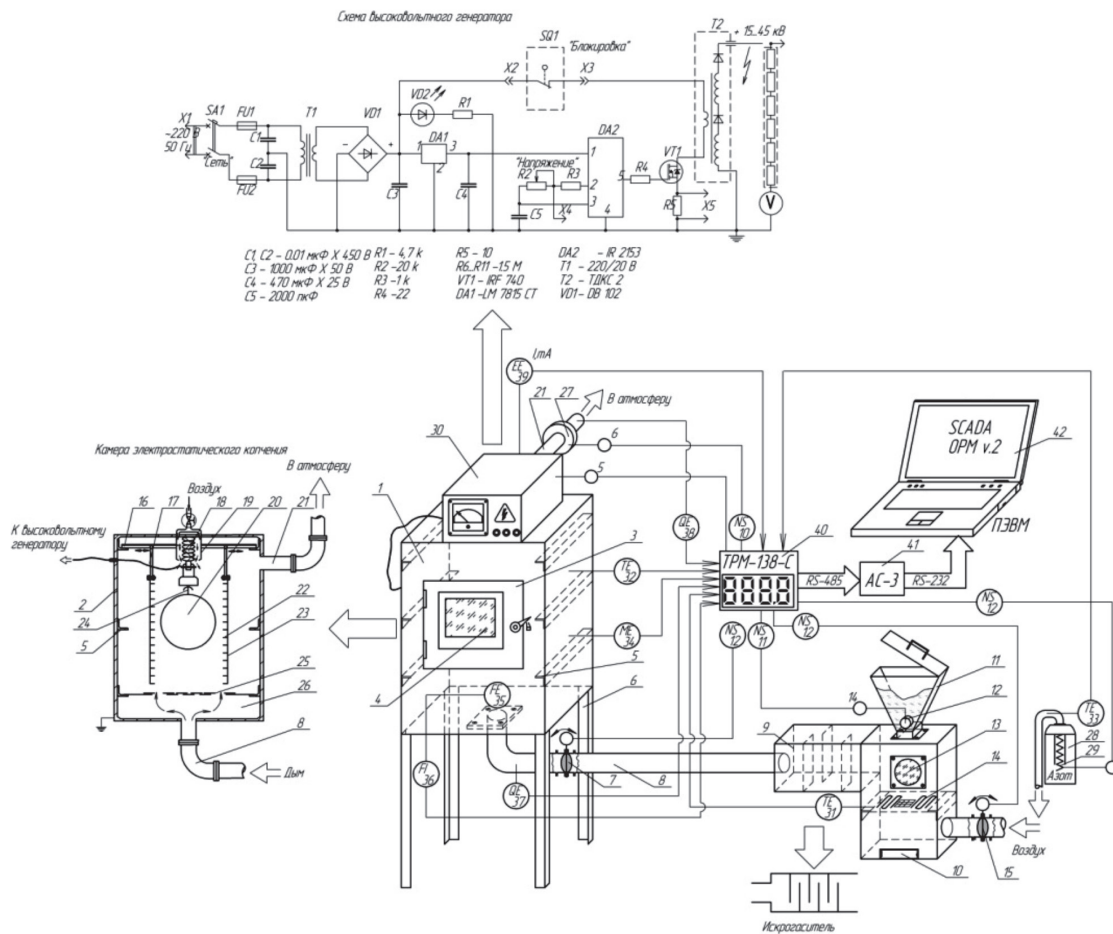
Роль пассивного электрода выполняет продукт, к которому прикладывается высокое напряжение через подвес 24. Дымовоздушная смесь поступает через распределительные жалюзи 25, из нижней части камеры 26, в которую она, в свою очередь, подаётся по входному трубопроводу 13.

Дымораспределительные жалюзи 25 представляют собой набор перекрывающихся подвижных металлических пластин, лежащих на стальных угловых профилях. При проведении экспериментов, перемещая эти пластины, можно создавая щелевые зазоры, направлять потоки дымовоздушной смеси в различные зоны копильной камеры.

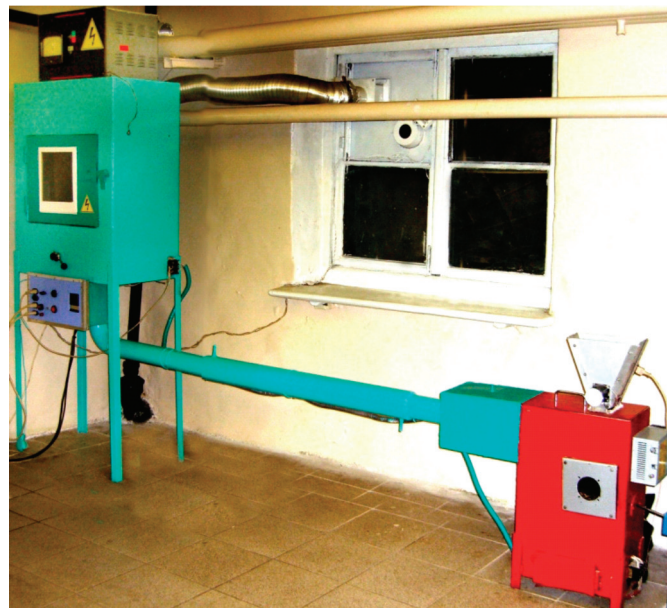
Движение дымовоздушной смеси во всей установке обеспечивается дымососом 27, представляющий собой осевой вентилятор, установленный в выходном трубопроводе 21 для отвода отработанного дыма из копильной камеры 1

Для изменения состава воздушной смеси, подаваемой в дымогенератор, путем подмешивания в нее газообразного азота служит сосуд дьюара 28, в котором предусмотрена система подогрева жидкого азота 29 для обеспечения его испарения и последующего повышения температуры газообразного азота.

a



b



Установка электростатического копчения твердого сыра с индуктивным подводом энергии при дымогенерации в среде инертного газа:
a – чертеж общего вида и схема автоматизации функциональная; б – общий вид установки

Установка для копчения пищевых продуктов в электростатическом поле снабжена высоковольтным генератором 30.

Конструкция отличается достаточной простотой и не требует налаживания. При этом генератор обладает высокими эксплуатационными характеристиками, что достигается благодаря применению современных электронных компонентов. Так в качестве элемента ключа TV1 используется MOSFET-транзистор типа IRF740 или его аналог – IRF840. Задающий генератор выполнен на микросхеме IR2153 либо на её аналоге IR2151 или IR2152. Микросхема представляет собой драйвер MOSFET-транзисторов со встроенным генератором. Такая конструкция позволяет получить высокий КПД всего устройства при невысокой его стоимости.

Значение напряжения на выходе высоковольтного генератора визуально контролируется по показаниям вольтметра, подключенного через цепочку гасящих резисторов R6...R11. Управление напряжением осуществляется либо реостатом R2, либо от прибора ТРМ-138, подключенного к разъёму X4. Коронный ток контролируется путём измерения падения напряжения

на резисторе R7, прибором ТРМ-138, подключенным к разъёму X5.

Генератор позволяет получать напряжение в диапазоне 15...45 кВ. В целях обеспечения безопасности для человека при работе с установкой предусмотрена блокировка включения генератора при открытой дверце коптильной камеры, при помощи концевого выключателя SQ1, подключенного к разъёмам X2 и X3.

Экспериментальная установка для исследования процесса копчения в аппарате с электростатическим полем оборудована современными средствами автоматического управления и контроля.

Список литературы

1. Антипов С.Т. Исследование процесса электростатического копчения твердых сыров с индуктивным подводом энергии при дымогенерации / С.Т. Антипов, С.В. Шахов, О.В. Мальцева // Материалы XLIX отчет. науч. конф. / Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж, 2011. – С. 23.
2. Бредихин С.А. Техника и технология производства сливочного масла и сыра / С.А. Бредихин, В.Н. Юрин. – М.: Колос, 2007. – 319 с.
3. Экспериментальная установка для исследования процесса копчения жидких пищевых продуктов в электростатическом поле / В.Е. Добромиров, С.В. Шахов, С.Ю. Китаев, С.В. Макеев // Вестник Воронежской государственной технологической академии. – 2010. – № 1. – С. 87–89.