

УДК 664.951.002.5:664.951.3

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ БЕЗДЫМНОГО КОПЧЕНИЯ

А. М. Гончаров, В. И. Курко

Качество копченого продукта и его питательная ценность характеризуется рядом показателей, среди которых особое место занимают санитарно-гигиенические, дающие представление о наличии в копченном продукте, в частности, канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Наиболее эффективным способом устранения ПАУ, которые присутствуют в копченых рыбостовах традиционного дымового копчения, является применение коптильных препаратов.

Предложено несколько схем бездымного копчения, по которым коптильную жидкость вводят в рыбу при помощи инъекций, вместе с солью при посоле, при отмочке ее в растворе и другими способами. Кроме того, коптильный препарат наносят на поверхность рыбы различными методами — погружением в коптильный раствор, душированием, пульверизацией и т. п. Поверхностная обработка продукта коптильной жидкостью наряду с этими приемами имеет недостатки, затрудняющие широкое внедрение технологии бездымного копчения в промышленности, в частности, такие:

- необходимость сложной системы устройств и аппаратуры для создания условий контакта продукта с коптильной жидкостью;
- большой расход коптильного препарата при незначительном коэффициенте его использования;
- необходимость утилизации больших количеств отработанной коптильной жидкости.

Рациональным способом применения коптильного препарата является тонкое диспергирование его в коптильной камере. Такой способ бездымного копчения рыбы может оказаться оптимальным в технологическом отношении в силу того, что характер и направление диффузии коптильных компонентов при этом способе аналогичны процессам, происходящим при традиционном дымовом копчении.

В предлагаемой работе описана экспериментальная установка, предназначенная для исследования и разработки оптимальных режимов горячего копчения рыбы с применением коптильных препаратов в диспергированном виде. При помощи этой установки предполагается детально изучить сорбцию коптильных компонентов (фенолов, карбонильных соединений, кислот и т. д.), зависимость окраски на поверхности тела рыбы при копчении от температурного режима обработки, относительной влажности рабочей среды, скорости движения воздушного потока, а также зависимость сорбции коптильных компонентов и окраски рыбы от концентрации коптильной среды в камере (т. е. от количества диспергированного препарата) и способа создания тумана коптильной жидкости.

**Экспериментальная коптильная установка** (рис. 1) состоит из коптильной камеры 11, вентилятора 1, электрокалорифера 5, камеры смешения 6, парогенератора 9, воздухопроводов 3, регулирующих заслонок 2, системы автоматики и контроля.

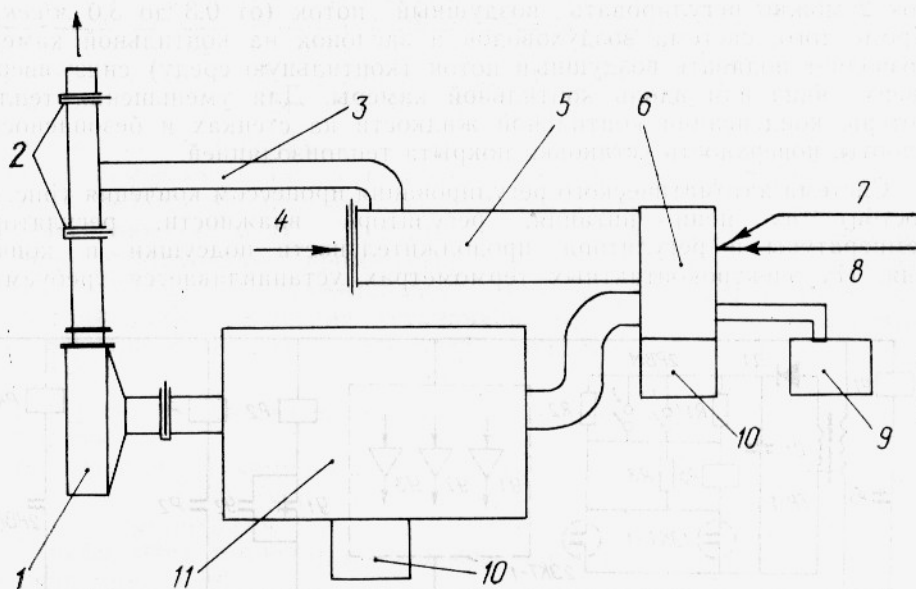


Рис. 1. Схема экспериментальной коптильной установки:

1 — вентилятор; 2 — заслонки; 3 — воздухопровод; 4 — свежий воздух; 5 — электрокалорифер; 6 — камера смешения; 7 — коптильная жидкость; 8 — сжатый воздух; 9 — парогенератор; 10 — приставка для распылительного устройства; 11 — коптильная камера.

Коптильная камера прямоугольного сечения снабжена жалюзи для равномерного распределения воздушного потока. Дверцы на передней стенке служат для ее герметизации в период копчения. При помощи приставки 10 к низу камеры присоединяется аппарат для механического диспергирования коптильной жидкости в камеру. Рыбу развешивают на прутках, причем она может быть ориентирована к воздушному потоку как спинкой или брюшком, так и боком.

Вентилятор создает движение воздушного потока или коптильной среды со скоростью до 3 м/сек.

Конструкция электрокалорифера позволяет пропускать коптильную среду через отсек с нагревательными элементами (нихромовая спираль) или, минуя их, через дополнительный канал. Максимальная мощность нагревательных элементов калорифера, обеспечивающая прогрев воздушного потока до 160°C, равна 18 кВт.

В камере 6 смешивается прогретый воздушный поток или рециркулированная коптильная среда с диспергированной коптильной жидкостью. В нижней части камеры смешения расположена приставка 10 для диспергирования коптильной жидкости механическим способом. Коптильная жидкость попадает в центр опрокинутого вращающегося конуса и сбрасывается в диспергированном виде с его краев под действием центробежных сил в камеру смешения. Для более тонкого диспергирования применяют пневматический распылитель, который связан с емкостью для коптильной жидкости и компрессором. Пневматический распылитель соединяется с камерой смешения через специальные окна, имеющиеся в ее стенках.

Парогенератор 9 обеспечивает заданную в установке влажность. Мощность нагревательных элементов парогенератора 1,8 кВт.

Коптильная камера, вентилятор, электрокалорифер и камера смешения связаны системой воздухопроводов, которая позволяет использовать коптильную среду как однократно, так и многократно (применяя рециркуляцию). Изменяя сечение воздухопроводов с помощью заслонок 2 можно регулировать воздушный поток (от 0,3 до 3,0 м/сек.). Кроме того, система воздухопроводов и заслонок на коптильной камере позволяет подавать воздушный поток (коптильную среду) снизу вверх, сверху вниз или вдоль коптильной камеры. Для уменьшения теплопотерь, конденсации коптильной жидкости на стенках и безопасности работы, поверхность установки покрыта теплоизоляцией.

Система автоматического регулирования процессом копчения (рис. 2) состоит из цепи питания, регулятора влажности, регулятора температуры и регулятора продолжительности подсушки и копчения. На электроконтактных термометрах устанавливается требуемая

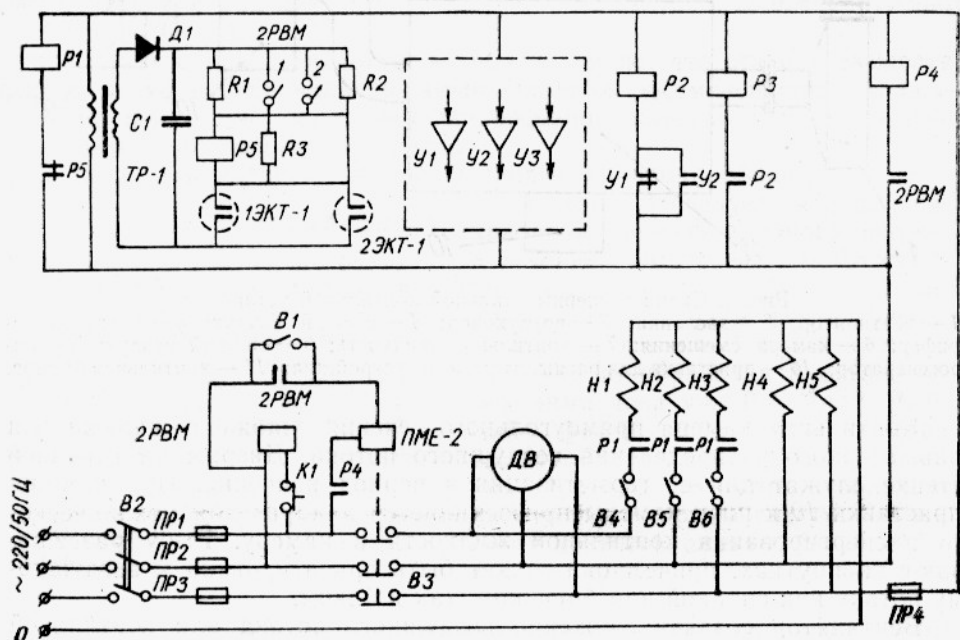


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема коптильной установки (1 и 2 — замкнутые контакты).

температура: на первом ЭКТ-1 — подсушки, а на втором — собственно копчения. Автоматическими выключателями В4, В5, В6 включаются нагревательные элементы Н1, Н2, Н3 электрокалорифера. Установка начинает работать при замкнутом контакте 1 в реле времени 2PBM, через который срабатывает магнитный пускатель ПМЕ-2, замыкая линию В3. При достижении заданной температуры ртутный столбик с подвижным контактом первого ЭКТ-1 срабатывает реле Р5, которое своим нормальнозамкнутым контактом размыкает цепь реле Р1 и отключает нагревательные элементы Н1, Н2, Н3. При размыкании контакта в термометре первого ЭКТ-1 цепь срабатывает в обратном порядке и нагревательные элементы вновь отключаются. Контакт 2 реле 2PBM обеспечивает работу установки в новом температурном режиме. При замкнутом контакте 2 реле 2PBM через электроконтактный термометр второго ЭКТ-1, реле Р5 и Р1 поддерживается определенная температура копчения. Выключателями В2 и В3 вклю-

чают нагревательные элементы Н4 и Н5 парогенератора. На вторичном приборе устанавливается с помощью задатчика требуемая относительная влажность воздуха в камере копчения. По достижении заданной относительной влажности контакт У1 позиционного регулирующего устройства разомкнет цепь реле Р2, которое перекроет доступ пара от парогенератора в коптильную камеру и, открыв заслонку на парогенераторе, обеспечит выброс избытка пара в атмосферу.

Замыкание или размыкание контакта 1 реле времени 2РВМ приводит к замыканию или размыканию цепи пускателя ПМЕ-2, через который включается или выключается двигатель вентилятора ДВ и нагревательные элементы. Контакт 2 реле 2РВМ служит для перехода через определенный промежуток времени с режима подсушки на режим копчения. Продолжительность работы установки и время перехода на режим копчения устанавливается на часовом механизме реле времени 2РВМ. Включить установку, минуя реле 2РВМ, позволяет тумблер В1.

Контроль за процессом копчения осуществляется следующими приборами:

термопарами в комплекте с электронным регистрирующим потенциометром ППС-09 (установка оборудована двумя потенциометрами и семью термопарами, пять из которых контролируют температуру тела рыбы, одна температуру в камере копчения и одна температуру в камере смешения);

электронным автоматическим психрометром ПЭ (с автоматическим регистрирующим мостом КСМ-3), позволяющим контролировать и регулировать относительную влажность в установке в пределах от 20 до 100%;

полупроводниковым анемометром, датчик которого вводится через отверстия в дверцах камеры;

дистанционным самопишущим термометром «Тейлор», датчик которого расположен на входе в коптильную камеру.

Температуру внутри камеры измеряют двумя ртутными термометрами. Для определения соотношения коптильных компонентов в камере в процессе копчения предусмотрено присоединение к камере аспираторного устройства и промывных склянок для отбора проб коптильной среды.

**Порядок работы установки.** В предварительно прогретой до 80—100°C установке размещают объекты исследования (модели или рыба). К рыбе присоединяют термопары, после чего камеру герметизируют и включают установку. Температуру рабочей среды, скорость воздушного потока, влажность воздуха в камере и количество диспергируемого препарата задают при помощи системы автоматического регулирования в зависимости от условий, при которых проводят копчение.

После пуска установки автоматически включаются нагревательные элементы калорифера и температура в камере поднимается до заданной. Одновременно начинается распыление коптильной жидкости, которое длится либо до конца копчения, либо прекращается в требуемое время. В зависимости от условий эксперимента коптильный препарат диспергируется механическим или пневматическим способом в коптильную камеру или в камеру смешения. По окончании копчения нагреватели автоматически отключаются и продукт охлаждается в воздушном потоке.

Возможен вариант работы установки, по которому после пуска в течение определенного времени рыба подсушивается при температуре 40—80°C. Затем происходит автоматический переход на режим

копчения и только тогда начинается диспергирование коптильной жидкости. Далее процесс протекает по описанной выше схеме.

Для определения равномерности распределения коптильных компонентов в объеме коптильной камеры, а также определения изменения их сорбции в процессе копчения при различной температуре и скорости движения воздушного (коптильного) потока на установке была поставлена серия экспериментов на моделях, представляющих собой проницаемую колбасную оболочку, заполненную 60—80 мл дистиллированной воды. Применение моделей упрощает сбор коптильных компонентов (Курко, 1960; Скачков, 1966).

Модели помещают в закрытую теплоизолированную кассету, имеющую семь ячеек в виде полых цилиндров, в которых модели могут свободно перемещаться и выдвигаться в камеру и убираться обратно, в результате чего прекращается контакт модели с коптильной средой. Кассету с моделями закрепляют в камере так, чтобы выдвинутая из нее модель фиксировалась в центре. Модели поочередно выдерживают в коптильной камере в период копчения определенное время, затем герметизируют в ячейках кассеты. По окончании процесса содержимое водных моделей переносят в мерные цилиндры и доводят объем до первоначального, после чего определяют оптическую плотность и рН.

Оптическую плотность содержимого водных моделей на разных этапах технологического процесса можно определить колориметрированием после проведения цветной реакции с 4-аминоантипирином (Базарова, 1978). Данный тест позволяет говорить об относительных изменениях концентрации фенольных соединений, сорбируемых моделями при различных режимах обработки.

По величине плотности содержимого водных моделей на спектрофотометре можно судить об изменениях концентрации суммарного количества веществ, сорбируемых моделями (Алтуфьева, Соколова, 1971; Лизогуб, 1964), а по изменению рН содержимого водных моделей — косвенно судить об изменении содержания сорбируемых кислот.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Курко В. И. Физико-химические и химические основы копчения. М., «Пищепромиздат», 1960, с.

Скачков В. П. Фенолы и карбонильные соединения в объектах, моделирующих рыбу, при дымовом и бездымном копчении. Изв. ВУЗов. «Пищевая технология», 1966, т. 3, с. 59—62.

Базарова К. И. Метод количественного определения общего содержания фенольных веществ в колбасных изделиях. «Мясная индустрия» СССР, 1978, № 1, с. 33.

Алтуфьева К. А., Соколова О. М. Оценка качества мороженой рыбы по содержанию летучих карбонильных соединений. «Рыбное хозяйство», 1971, № 5, с. 64.

Лизогуб А. П. Спектральный анализ в органической химии. Изд-во «Техника», 1964, с. 362.

## A PILOT FISH-SMOKING UNIT

*Goncharov A. M., Kurko V. I.*

### Summary

Using the pilot smoking unit designed it is possible to investigate the smoking process with dispersed smoking preparations. The unit is automatically controlled. Some possible ways of determining the uniformity of the distribution of the smoking medium in the smoking chamber and sorption of smoking components with aquatic models under various experimental conditions are discussed.