

УДК 637.523.3

Поступила в редакцию 09.08.2019
Received 09.08.2019**Н.Ф. Усатенко¹, О.В. Щесюк², С.Б. Вербицкий³, М.Г. Калашник¹, С.С. Доброскок¹**¹*Переяслав-Хмельницкий государственный педагогический университет им. Г.С. Сковороды
(г. Переяслав, Украина)*²*Черноморский национальный университет им. П. Могилы (г. Николаев, Украина)*³*Институт продовольственных ресурсов НААН (г. Киев, Украина)*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХИХ КОЛБАС

Аннотация. Аналитически и экспериментально обоснована эффективность применения уточненных научно обоснованных методов организации рациональных режимных параметров тепломассообменных процессов при созревании сухих колбас в камерах с усовершенствованной системой воздухораспределения. Реализация установленных закономерностей при конструировании камеры сушки Я5-ФТС позволила не только повысить энергоэффективность, но и обеспечить соответствие требованиям действующих стандартов в части качества и безопасности готовой мясной продукции с низкой влажностью. Показана возможность использования полученных закономерностей как при разработке новых камер с регулируемым микроклиматом, так и в качестве учебного материала в технических учебных заведениях.

Ключевые слова: автономный воздухоохладитель, воздуховод, камера, колбаса, кондиционер, поверхностная сушка

N.F. Usatenko¹, O.V. Shchesyuk², S.B. Verbytskyi³, M.G. Kalashnik¹, S.S. Dobroskok¹¹*Pereyaslav-Khmelnytsky State Pedagogical University named after G.S. Skovoroda (Pereyaslav, Ukraine)*²*Black Sea National University named after P. Mogili (Nikolaev, Ukraine)*³*Institute of Food Resources of the NAAS (Kiev, Ukraine)*

EFFICIENCY IMPROVEMENT OF HEAT AND MASS EXCHANGE PROCESSES IN THE PRODUCTION OF DRY SAUSAGES

Abstract. The efficiency of applying enhanced scientifically based methods for organizing rational regime parameters of heat and mass transfer processes when ripening dry sausages in chambers with an improved air distribution system is analytically and practically justified. The implementation of the established regularities in the design of the drying chamber Ya5-FTS met not only the requirements of energy efficiency, but also the requirements of current standards in terms of quality and safety of finished meat products with low humidity. The possibility of using the obtained laws both in the development of new chambers with a regulated microclimate and as an educational material in technical educational institutions is shown.

Keywords: autonomous air cooler, air duct, chamber, sausage, conditioner, surface drying

Введение. Технология изготовления сухих колбас (сырокопченых и сыровяленых) является одной из самых сложных в области производства мясных продуктов. Решающим этапом производственного процесса изготовления таких колбас является процесс созревания, во время которого происходит ферментация и сушка колбасного изделия, осуществляемые в специально оборудованных помещениях – камерах сушки. Эффективность протекания технологического процесса созревания колбас обеспечивается созданием определенных климатических условий в камерах сушки, при которых обмен влагой между наружной поверхностью колбасного батона и воздушной рабочей средой происходит с такой же интенсивностью, как и между внутренней массой батона (колбасным фаршем) и наружной его поверхностью.

Существует определенная скорость перехода влаги из геометрического центра колбасного батона к его наружной поверхности. Если представить, что колбасный батон состоит из концентрических слоев, то поверхностный его слой после отдачи влаги рабочей среде тотчас же поглощает влагу из слоя, расположенного непосредственно под ним. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не

просохнут все слои. Равномерный отток влаги изнутри осуществим лишь в случае организации оптимальных условий тепло- и массообмена между воздухом и продуктом, при которых наружные слои не успели затвердеть раньше, чем находящийся внутри батона фарш отдал им всю свою влагу. Обеспечивается такой процесс регулированием физических параметров циркулирующей в камере сушки рабочей среды: относительной ее влажности, температуры и скорости. Нарушение согласованности вышеуказанных параметров рабочей среды в конечном итоге отрицательно влияет на качественные показатели колбасных изделий, которые могут выражаться в закале приповерхностного слоя, деформации батонков, отслоении колбасной оболочки, появлении плесени и т.д. [1]

Для создания оптимальных условий для реализации процесса созревания сухих колбас изолированные от внешней среды камеры сушки оборудуют системой кондиционирования воздуха. Технический кондиционер в такой системе поддерживает температурно-влажностные и скоростные параметры рабочей среды в автоматическом режиме [2], а равномерность температурных полей по объему помещения обеспечивается разветвленной системой приточных и вытяжных воздуховодов [3].

Расширение ассортимента выпускаемых сухих колбас за счет привлечения нетрадиционного мясного сырья с ограниченными функциональными характеристиками (например, мяса птицы), интенсификация происходящих при созревании в мясном фарше микробиологических и биохимических процессов за счет соответствующим образом подобранных комбинаций микроорганизмов или глюконо- δ -лактона, обусловили необходимость поиска новых технических решений в области оборудования, предназначенного для поддержания заданных физико-химических параметров рабочей среды в рабочем объеме камер сушки.

На смену устаревших центральных кондиционеров с форсуночными камерами, предназначенными для увлажнения воздуха, пришли более эффективные автономные кондиционеры с поверхностными воздухоохладителями непосредственного испарения холодильного агента и холодильными машинами, оснащенные герметичными или бессальниковыми компрессорами на хладагентах R22, R407C и др. [4].

Цель данной работы – организация рациональных условий протекания тепло- и массообменных процессов при созревании сухих колбас для снижения энергетических затрат в процессе их производства.

Предмет исследований – камера сушки колбас и основные ее рабочие органы – технический кондиционер и система воздухораспределения.

Методы исследований. Для решения поставленной задачи были выполнены аналитические и экспериментальные исследования с последующей проверкой результатов при натурных испытаниях.

Результаты исследований.

Аналитические исследования для выбора рациональной теплообменной поверхности воздухоохладителя автономного кондиционера. При расчете необходимой производительности Q , кВт автономного кондиционера целесообразно, прежде всего, учитывать условия теплого периода года, когда расчетная тепловая нагрузка на это оборудование является максимальной. Расчет теплопритоков в камеры сушки производят по общепринятым методикам, приведенным в технической литературе [4, 5].

Энергетически наиболее целесообразно охлаждать циркулирующий в камере сушки воздух при минимальном изменении значения влагосодержания, когда затраты холода в основном идут на понижение температуры воздуха в воздухоохладителе до t_k , °C и конденсации минимального количества избытков влаги $W_{изб}$, кг/ч.

Для применяемых схем воздухораспределения температура t_k и относительная влажность воздуха камеры ϕ_k должны соответствовать требованиям технологического процесса производства сухих колбас.

Температура воздуха после воздухоохладителя t_2 определяется рациональным способом охлаждения приточного воздуха в кондиционере и условиями поступления охлажденного воздуха в рабочую зону камеры сушки.

Правильный выбор площади теплообменной поверхности воздухоохладителя F_n позволяет оптимизировать конструкцию автономного кондиционера. Если влагосодержание приточного воздуха d_2 близко к требуемому значению влагосодержания в камере d_k , то из конструкции автономного кондиционера возможно исключение устройства для увлажнения воздуха. При этом влага, выделенная из колбасы, будет использоваться для создания рациональных режимов сушки. Авторы [2] указывают, что коэффициент влаговыведения ξ_n при этом не будет превышать 1,2. Уменьшение коэффициента влаговыведения ξ_n до значения 1,2 возможно за счет увеличения тепловлажностного отношения процесса обработки воздуха в воздухоохладителе ξ_k . Это достигается повышением средней температуры охлаждаемой поверхности t_n , что влечет за собой увеличение ее площади F_n .

Из [2] также следует, что при конструировании ребристой поверхности воздухоохладителя предпочтительнее следует отдавать техническим решениям, позволяющим ослабить осушающее действие. К указанным техническим решениям относятся, например, увеличение степени оребрения, снижение коэффициента эффективности ребристой поверхности и т.д.

Наклон в I,d-диаграмме линии процесса изменения состояния воздуха в камере характеризуется значением $\dot{\epsilon}_k$. Подобным образом, в воздухоохладителе процесс охлаждения воздуха характеризуется тепловлажностным отношением $\dot{\epsilon}_o$ [6]. Получить требуемые параметры воздуха в камере (t_k, φ_k) с помощью только одного воздухоохладителя возможно при условии $\dot{\epsilon}_k = \dot{\epsilon}_o$. Это равенство имеет место в теплое время года при полной загрузке камеры колбасой. При $\dot{\epsilon}_k < \dot{\epsilon}_o$, требуется подогрев охлажденного воздуха в электрическом нагревателе кондиционера. Правильный выбор площади теплообменной поверхности F_n позволяет отказаться от увлажнения воздуха и, тем самым, исключить ситуацию, когда $\dot{\epsilon}_k > \dot{\epsilon}_o$.

На рис. 1 представлено построение в I,d-диаграмме работы системы кондиционирования воздуха камеры сушки колбас при $\dot{\epsilon}_k < \dot{\epsilon}_o$, что характерно для осеннее-весеннего периода года.

Принятые условные обозначения режимов обработки воздуха:

- ♦ К-2 – охлаждение воздуха в воздухоохладителе;
- ♦ 2-2' – нагрев воздуха в воздухонагревателе;
- ♦ 2'-К – процесс в камере;
- ♦ Н – состояние воздуха у охлаждающей поверхности охладителя.

Расчет режима обработки воздуха в воздухоохладителе (К-2) автономного кондиционера возможен при наличии таких параметров, как расход охлажденного воздуха, теплоизбытки и влагоизбытки в камере, а также параметров воздуха на выходе из воздухоохладителя. Параметры воздуха в камере обусловлены технологическим процессом изготовления сыровяленых и сырокопченых колбас. Из уравнения теплового баланса находим энтальпию воздуха после воздухоохладителя, кДж/кг:

$$I_2 = I_K - \frac{3600 \cdot Q}{L_B \cdot \rho_B}, \tag{1}$$

где L_B – расход охлажденного воздуха, м³/ч; ρ_B – массовая плотность воздуха, кг/ м³; I_K – энтальпия воздуха в камере, кДж/кг.

Следует расход приточного воздуха L_B , приготавливаемый в автономном кондиционере, принимать равный минимальному значению, необходимому для обеспечения величины скорости движения воздуха по живому сечению камеры на уровне расположения батонных $w_y = 0,05 \div 0,1$ м/с.

Влаговыделения в камере сушки исходят, в основном, только от колбасы. Эти влаговыделения должны быть поглощены количеством охлажденного воздуха L_B , подаваемого в камеру. Поглощательная способность охлажденного воздуха по восприятию влагоизбытков Δd вычисляется с использованием следующей формулы:

$$\Delta d = d_K - d_2 = \frac{W_{изб}}{L_B \cdot \rho_B}, \text{ г/кг.} \tag{2}$$

Исходя из принятой технологии созревания колбас, определяем количество влагоизбытков $W_{изб}$. Известно, что при созревании сырокопченых и сыровяленых колбас потеря массы в первые 7 сут составляет 12,2 %. Исходя из этого:

$$W_{изб} = \frac{G_K \cdot 0,122}{7 \cdot 24} = 0,0007261 \cdot G_K, \text{ г/кг,} \tag{3}$$

где G_K – масса колбасы в камере, кг.

Совместно решая уравнения (2) и (3), находим, что:

$$d_2 = d_K - 0,0007261 \cdot G_K. \tag{4}$$

Если известны начальная влажность колбасы φ_n и влажность колбасы в конце процесса сушки φ_k , потерю влаги при сушке А (в % к массе фарша) можно определить по формуле:

$$A = \frac{100 \cdot (\varphi_n - \varphi_k)}{100 - \varphi_k}. \tag{5}$$

Точка 2 пересечения прямой $I_2 = \text{const}$ с прямой $d_2 = \text{const}$ на I, d-диаграмме (рис. 1) – температура воздуха после воздухоохладителя (t_2, φ_2, I_2).

Отношение полного количества теплоты, отведенной от воздуха, к явному количеству теплоты дает коэффициент влаговыпадения ξ_H :

$$\xi_H = \frac{(I_K - I_2)}{c_B \cdot (t_K - t_2)}. \tag{6}$$

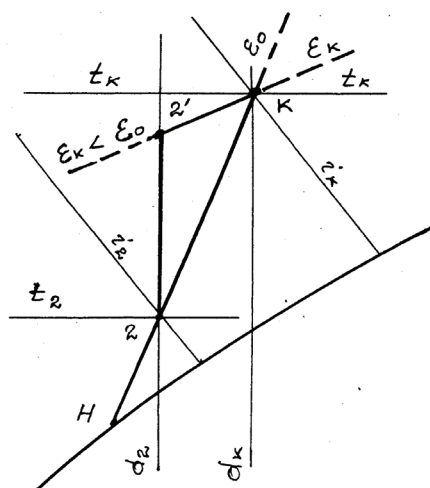


Рис. 1. Построение на I,d-диаграмме режимов работы системы кондиционирования воздуха камеры сушки сыровяленых и сырокопченых колбас

Fig. 1. Construction on the I,d-diagram of the operating modes of the air conditioning system of the drying chamber of dry-cured and dry-smoked sausages

Подобно тепловлажностному отношению, $\dot{\epsilon}_0$, характеризует наклон процесса охлаждения воздуха в воздухоохладителе в I,d-диаграмме. Выполняя оценочные расчеты, можно определить $\dot{\epsilon}_0$ [7]:

$$\dot{\epsilon}_0 = 2500 \cdot \frac{\xi_H}{\xi_H - 1}. \quad (7)$$

Тепловлажностное отношение камеры $\dot{\epsilon}_k$ отражает соотношение между тепловыделениями и влаговыделениями в ней:

$$\dot{\epsilon}_k = \frac{Q}{W_{\text{изб}}} = \frac{(i_k - i_2)}{d_k - d_2}. \quad (8)$$

Для получения площади теплообменной поверхности воздухоохладителя F_H совместно решаем:

- ♦ уравнение теплового баланса:

$$Q = L_B \cdot \rho_B \cdot C_B \cdot \xi_H \cdot (t_k - t_2); \quad (9)$$

- ♦ и уравнение теплопередачи:

$$Q = \alpha_H \cdot \xi_H \cdot F_H \cdot \Delta t, \quad (10)$$

где C_B – теплоемкость воздуха кДж/кг·град; α_H – коэффициент теплоотдачи от воздуха к оребренной поверхности воздухоохладителя, Вт/м²·град; Δt – температурный напор, град.

Получаемое выражение имеет вид:

$$F_H = \frac{L_B \cdot \rho_B \cdot C_B \cdot \ln(t_k - t_N)}{\alpha_H \cdot (t_2 - t_H)}. \quad (11)$$

Полагая линию процесса охлаждения воздуха в воздухоохладителе К-2-Н (рис.1) прямолинейной, определяем коэффициент влаговываждения, как:

$$\xi_H = \frac{(I_k - I_H)}{C_B \cdot (t_k - t_H)}. \quad (12)$$

Здесь I_H – энтальпия воздуха при средней температуре охлаждающей поверхности t_H , кДж/кг.

Пользуясь (12), находим:

$$I_H = I_k - \xi_H \cdot C_B \cdot (t_k - t_H). \quad (13)$$

Требуемую площадь теплообменной поверхности воздухоохладителя F_H вычисляем по уравнению (11) с учетом результатов определения величин по уравнениям (1 – 10) и построения процессов в I,d-диаграмме.

Целесообразно представить результаты расчета по уравнению (11) в относительных величинах:

$$\bar{F}_H = \frac{F_H}{(F_H)_{\text{ном}}}, \quad (14)$$

где F_H – значения площади теплообменной поверхности при различных значениях t_n ; $(F_H)_{\text{ном}}$ – значения площади теплообменной поверхности при номинальном значении средней температуры охлаждающей среды (t_n)_{ном}.

Зависимость величин, \bar{F}_H тепловлажностных отношений $\dot{\epsilon}_o$ и $\dot{\epsilon}_k$ от изменения средней температуры охлаждающей поверхности t_n видна из рис. 2.

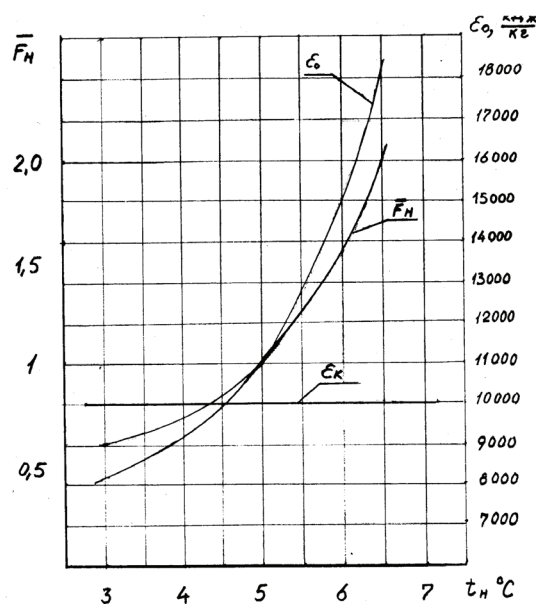


Рис. 2. Зависимость \bar{F}_H , $\dot{\epsilon}_o$ и $\dot{\epsilon}_k$ от средней температуры охлаждающей поверхности t_n
 Fig. 2. Dependence of \bar{F}_H , $\dot{\epsilon}_o$ and $\dot{\epsilon}_k$ on the average temperature of cooling surface t_n

При выполнении расчетов параметры воздуха в камере приняты: $t_k = 13^\circ\text{C}$, $\varphi_k = 70\%$, как наиболее часто применявшиеся ранее в процессе созревания колбас.

Из рис. 2 видно, что соотношение $\dot{\epsilon}_o > \dot{\epsilon}_k$ сохраняется при $t_n \geq 4,5^\circ\text{C}$.

В случае, когда средняя температура охлаждающей поверхности t_n опускается ниже $4,5^\circ\text{C}$, в воздухоохладителе будет конденсироваться из воздуха влаги больше, чем отдаст колбасный батон. Тогда целесообразно применить увлажнитель, который позволит поддержать в надлежащем диапазоне заданных соотношений относительной влажности воздуха φ_k .

Таким образом, научно обоснованный выбор поверхности теплообмена воздухоохладителя автономного промышленного кондиционера, обеспечивающего поддержание надлежащих скоростных и тепловлажностных параметров в камерах сушки сыровяленых и сырокопченых колбас, что позволяет снизить (приблизительно, на 20 %) энергетические затраты на проведение тепломассообменных процессов между рабочей средой и проходящими созревание колбасными батонами.

Приведенные теоретические расчеты были подтверждены результатами испытаний серийного образца камеры сушки Я5-ФТС (схема – на рис. 3), разработанной ведущими специалистами ИПР НААН (г. Киев) и снабженной кондиционером, созданным специалистами НПФ «Тайфун-КВ» (г. Николаев) на основе использования полученных выше теоретических закономерностей. Серийный выпуск камеры сушки Я5-ФТС освоен машиностроительными предприятиями Украины.

Результаты аналитических и натурных исследований камеры сушки Я5-ФТС.

Установлено, что технический кондиционер, которым оснащена камера сушки Я5-ФТС, стабильно поддерживает в автоматическом режиме заданные температурно-влажностные и скоростные параметры рабочей среды. Система воздухораспределения состоит из приточных и вытяжных воздухопроводов, конструктивно сориентированных симметрично относительно продольной оси камеры. При этом приточные воздухопроводы выполнены в виде двух нестандартных тройников, продолжением которых являются воздухопроводы равнотатического давления, по длине которых равное потенциальное давление потока воздуха обеспечивается углом наклона верхней образующей воздухопровода к нижней, а одинаковое динамическое давление воздушных струй, истекающих в камеру через отверс-

тия – отношением суммарной площади этих отверстий к площади живого сечения на входе воздуха в воздуховод [8]. Скорость движения воздуха по живому сечению камеры с продуктом в пределах $w_y = 0,05 \div 0,1$ м/с регулируют изменением дальнобойности струй воздуха, истекающих в камеру из отверстий напорных воздуховодов равностатического давления.

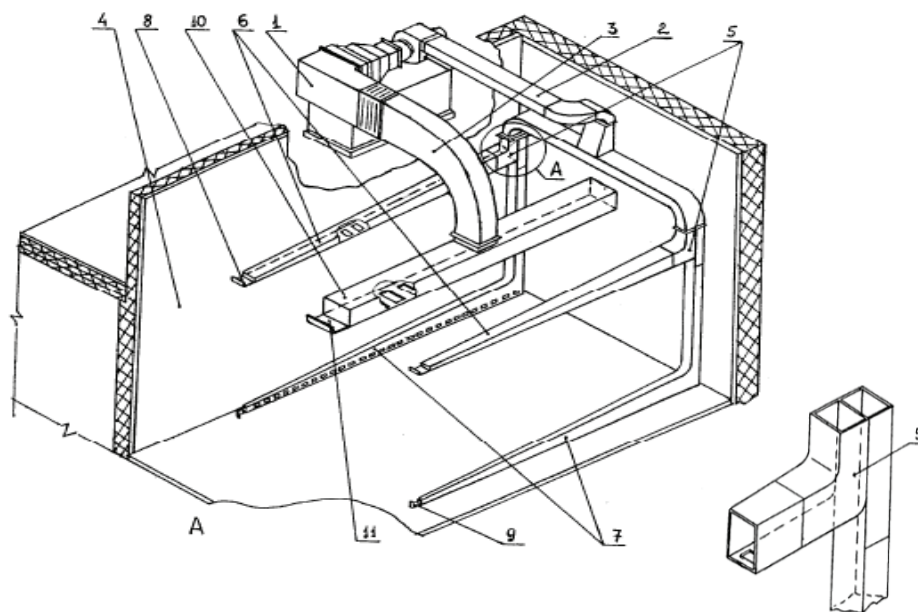


Рис. 3. Камера сушки Я5-ФТС: 1 – технический кондиционер; 2 – напорный воздуховод; 3 – вытяжной воздуховод; 4 – теплоизолированная камера; 5 – нестандартные распределительные тройники; 6, 7 – напорные воздуховоды равностатического давления с шиберами; 8, 9, 10 – перфорированный вытяжной воздуховод с шибером 11

Fig. 3. Drying chamber Ya5-FCS: 1 – technical air conditioning; 2 – pressure air duct; 3 – exhaust air duct; 4 – thermally insulated chamber; 5 – non-standard distribution T-connectors; 6, 7 – pressure air ducts of equistatic pressure with gates; 8, 9, 10 – perforated exhaust duct with slide gate 11

На основе результатов натурных испытаний установлено, что равномерность распределения потоков воздуха по длине камеры сушки Я5-ФТС достигается при соблюдении следующих условий [9]:

- ♦ величина соотношения площадей поперечного живого сечения каждого из напорных воздуховодов в его конце ($F_{вк}$) и на начальном участке входа воздуха ($F_{вн}$) должна находиться в пределах $0,2 \div 0,3$;
- ♦ величина соотношения суммарной площади отверстий истечения воздуха из воздуховода ($F_{во}$) (на перфорированной стенке) к площади его поперечного живого сечения на начальном участке входа воздуха ($F_{вн}$) должна быть менее 0,5.

Подготовленный в автономном техническом кондиционере 1 (рис. 3) в соответствии заданными физико-химическими параметрами воздух подается равновеликими объемами по внешним приточным воздуховодам 2 через нестандартные распределительные тройники 5 к потолочным 6 и плинтусным 7 напорным воздуховодам равностатического давления, установленными вдоль боковых стен камеры 4. Истечение воздуха в камеру осуществляется через отверстия перфорированных стенок напорных воздуховодов, площадь живого сечения которых регулируют с помощью шиберов 8 и 9. Дальнобойность истекающих из воздуховодов струй необходимо отрегулировать до следующих значений:

- ♦ для потолочного воздуховода 6 – не менее с расстояния от перфорированной его стенки до вытяжного воздуховода 10;
- ♦ для плинтусного воздуховода 7 – не менее расстояния от перфорированной его стенки до середины камеры.

При соблюдении указанных условий кинетическая энергия и эжекционная способность истекающих струй будет достаточной для образования вторичных воздушных потоков, равномерно оmyвающих все колбасные батоны в камере со скоростью $w_y = 0,05 \div 0,1$ м/с.

Испытания показали, что параметры тепломассообменных процессов при производстве сухих колбас в камере сушки Я5-ФТС отвечали критериям рациональности и энергоэффективности, а качество готовой сухой колбасы соответствовало требованиям действующих национальных стандартов Украины, что позволяет рекомендовать использование полученных закономерностей как при разработке аналогичного оборудования, так и для использования в учебном процессе технических учебных заведений соответствующего профиля.

Выводы. Научно обоснованы пути оптимизации поверхности теплообмена воздухоохладителя технического кондиционера, с помощью которого обеспечивается поддержание скоростных и тепловлажностных параметров рабочей среды в камере сушки Я5-ФТС, позволяющие на этапе созревания колбас примерно на 20 % снизить энергетические затраты на проведение тепломассообменных процессов между средой и продуктом.

Равномерность температурных полей по объему камеры сушки Я5-ФТС обеспечивается разветвленной системой приточных и вытяжных воздухопроводов, определенным образом сориентированных друг относительно друга и сконструированных при соблюдении следующих условий:

- ♦ величина соотношения площадей поперечного живого сечения напорного воздуховода в его конце ($F_{\text{вк}}$) и на начальном участке – на входе воздуха ($F_{\text{вн}}$) должна находиться в пределах:

$$F_{\text{вк}} / F_{\text{вн}} = 0,2 \div 0,3;$$

- ♦ величина соотношения суммарной площади отверстий истечения воздуха из воздуховода ($F_{\text{во}}$) к площади его поперечного живого сечения на начальном участке входа воздуха ($F_{\text{вн}}$) должна быть менее:

$$F_{\text{во}} / F_{\text{вн}} < 0,5.$$

Доказано, что реализация технических решений и рациональных режимных параметров тепломассообменных процессов при созревании колбас в камере Я5-ФТС отвечала не только требованиям энергоэффективности, но и нормам действующих стандартов в части качества и безопасности готовой продукции, что, в совокупности, позволяет рекомендовать их к использованию как при разработке климатического оборудования, так и в учебном процессе технических учебных заведений соответствующего профиля.

Список использованных источников

1. Усатенко, Н.Ф. Процессы тепломассообмена при созревании сыровяленых и сырокопченых мясных изделий / Н.Ф. Усатенко // Мясной бизнес. – 2005. – №5. – С. 38–40.
2. Гоголин, А.А. О выборе поверхностей воздухоохладителей установок технического кондиционирования / А.А. Гоголин, Л.Н. Тихомирова // Холодильная техника. – 1979. – №8 – С. 10–14.
3. Кокорин, О.Я. Отечественное оборудование для создания систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Каталог / О.Я. Кокорин, А.М. Дерипасов. – М.: ИФК «Каталог», 2002. – 92 с.
4. Бражников, А.М. Кондиционирование воздуха на предприятиях мясной и молочной промышленности / А.М. Бражников, Н.А. Малова. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 265 с.
5. Гоголин, А.А. Технологическое кондиционирование воздуха в мясной и молочной промышленности / А.А. Гоголин // Сб. трудов ВНИХИ, М., 1973. – С. 242–248.
6. Гоголин, А.А. Кондиционирование воздуха / А.А. Гоголин, В.А. Гоголин, Н.А. Барулин, Л.А. Трускова. – В кн.: Различные области применения холода / Под редакцией А.В. Быкова. – М., Агропромиздат, 1985. – С. 126–166.
7. Гоголин, А.А. Кондиционирование воздуха в мясной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 239 с.
8. Примитлин, М.И. Распределение воздуха в помещениях / М.И. Примитлин. – Санкт-Петербург: НПО «Экоюрис-Венто», 1994. – 316 с.
9. Патент 40887, Україна, МКІ А23В4/03. Пристрій для сушіння ковбасних виробів / Усатенко Н.Ф., Корнієнко М.І., Феденко Ю.І., Охріменко Ю.І., Тюрін А.Д., Ринковий П.Я.; ТІММ УАН №а 2000105624; заявл. 03.10.2000; опубл. 15.08.2001. – Бюл. № 7.

References

1. Usatenko N.F. Protsessy teplomassoobmena pri cozrevaniy syrovialenykh I syrokopcenykh miashykh izdeliy [Heat and mass exchange processes in ripening of raw-cured and raw-smoked sausages]. Myasnoy biznes [Meat business], 2005, no. 5, pp. 38–40 (in Russian).

2. Gogolin A.A., Tikhomirova L.N. O vybere poverkhnostey vozdukhookhladiteley ustanovok tekhnicheskogo konditsionirovaniya [*On selection of the surfaces of air coolers of technical air conditioning plants*]. Kholodil'naya tekhnika [Refrigerating technique], 1979, no. 8, pp. 10–14 (in Russian).
3. Kokorin O.Ya., Deripasov A.M. Otechestvennoye oborudovanie dlya sozdaniya sistem ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukh. Katalog [*Domestic equipment for creating ventilation and air conditioning systems. Catalogue*]. M.: IFK «Katalog», 2002, 92 p. (in Russian).
4. Brazhnikov A.M., Malova N.A. Konditsionirovanie vozdukh na predpriyatiyakh myasnoy i molochnoy promyshlennosti [*Air conditioning at meat and dairy enterprises*]. – M.: Pishchevaya promyshlennost', 1979, 265 p. (in Russian).
5. Gogolin A.A. Tekhnologicheskoe konditsionirovanie vozdukh v myasnoy i molochnoy promyshlennosti [*Technological air conditioning at meat and dairy enterprises*]. Sb. Trudov VNIKhI, M., 1973, pp. 242–248 (in Russian).
6. Gogolin A.A., Gogolin V. A., Barulin N.A., Truskova L.A. Konditsionirovaniye vozdukh – V kn.: Razlichnye oblasti primeneniya kholoda. Pod red. A. V. Bykova [*Air conditioning In: Different areas of the use of refrigerating. Ed.: A. V. Bykov*] – M., Agropromizdat, 1985, pp. 126–166 (in Russian).
7. Gogolin A.A. Konditsionirovanie vozdukh v myasnoy promyshlennosti [*Air conditioning in meat industry*]. – M.: Pishchevaya promyshlennost', 1966, 239 p. (in Russian).
8. Grititlin, M.I. Raspredelenie vozdukh v pomeshcheniyakh [*Air distribution in rooms*]. Sankt-Petersburg: NPO «Ekoyurus-Vento», 1994, 316 p. (in Russian).
9. Patent 40887, Ukraine, MKI A23B4/03. Prystirii dlia sushinnia kovbasnykh vyrobiv [*Device for drying sausage products*]/ Usatenko N F., Korniienko M.I., Fedenko Yu.I., Okhrimenko Yu.I., Rynkovoii P.Ya., TIMM UAAN No. 2000105624; cl. 03.10.2000; publ. 15.08.2001. – Bul. No. 7 (in Ukrainian).

Информация об авторах

Usatenko Nina Fedorovna – кандидат технических наук, преподаватель Переяслав-Хмельницкого ГПУ им. Г.С. Сковороды (ул. Сухомлинского, 30, 08401, г. Переяслав-Хмельницкий, Киевская обл., Украина). E-mail: ni.usatenko@gmail.com

Щесюк Олег Владимирович – кандидат технических наук, доцент Черноморского национального университета им. П. Могилы (ул. 68 Десантников, 10, 54003, г. Николаев, Украина). E-mail: taifun.kv@gmail.com

Вербицкий Сергей Борисович – кандидат технических наук, зам. зав. отделом информационного обеспечения, стандартизации и метрологии Института продовольственных ресурсов НААН (ул. Е. Сверстюка, 4а, 02002, г. Киев, Украина). E-mail: verb@ipr.net.ua

Калашник Марина Григорьевна – преподаватель Переяслав-Хмельницкого ГПУ им. Г.С. Сковороды (ул. Сухомлинского, 30, 08401, г. Переяслав-Хмельницкий, Киевская обл., Украина). E-mail: 322kpo@gmail.com

Доброскок Стефания Сергеевна – преподаватель Переяслав-Хмельницкого ГПУ им. Г.С. Сковороды (ул. Сухомлинского, 30, 08401, г. Переяслав-Хмельницкий, Киевская обл., Украина). E-mail: profosvita_phdpu@ukr.net

Information about authors

Usatenko Nina F. – Ph.D (Engineering). Pereiaslav-Khmelnytskyi Hryhorii Skovoroda State Pedagogical University (30, Sukhomlynskyi Str., 08401, ereiaslav-Khmelnytskyi, Kyiv Region, Ukraine). E-mail: ni.usatenko@gmail.com

Shchesiuk Oleg V. – Ph.D (Engineering). Petro Mohyla Black Sea National University (10, 68 Desantnikov Str., 54003, Mykolaiv, Ukraine). E-mail: taifun.kv@gmail.com

Verbytskyi Sergii B. – Ph.D. (Engineering), Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences (4a, Ye. Sversiuik Str., 02002, Kyiv, Ukraine). E-mail: verb@ipr.net.ua

Kalashnyk Marina G. – Pereiaslav-Khmelnytskyi Hryhorii Skovoroda State Pedagogical University (30, Sukhomlynskyi Str., 08401, Pereiaslav-Khmelnytskyi, Kyiv Region, Ukraine). E-mail: 322kpo@gmail.com

Dobroskok Stefaniia S. – Pereiaslav-Khmelnytskyi Hryhorii Skovoroda State Pedagogical University (30, Sukhomlynskyi Str., 08401, Pereiaslav-Khmelnytskyi, Kyiv Region, Ukraine). E-mail: profosvita_phdpu@ukr.net