

УДК 664.8.036.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО АВТОКЛАВА

С.А. БРЕДЗИХИН¹, Д.А. СКОТНИКОВ²

(¹ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

² Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова)

Представлена конструкция экспериментального автоклава; описан принцип его работы; указано расположение чувствительных элементов; приведены результаты экспериментальных исследований температурного поля, позволяющие сделать выводы о том, что обеспечивается более равномерное температурное поле автоклава и сокращается время процесса стерилизации (а именно время разогрева) на 4,9%.

Ключевые слова: вертикальный автоклав, чувствительные элементы, температурное поле, разогрев.

При стерилизации баночных консервированных продуктов питания важным является равномерность температурного поля автоклава. Неравномерный нагрев приводит к частичному перевару продукции, что влечет за собой снижение качественных показателей, увеличение расхода энергоносителей и, как следствие, увеличение себестоимости. В связи с этим были проведены исследования равномерности температурного поля вертикального автоклава [4–7].

Методика исследований

Был изготовлен экспериментальный автоклав вертикального типа, состоящий из автоклава, парогенератора с трубопроводом и форсунками, циркуляционного насоса с трубопроводом, манометров, датчиков, клапанов и блока управления (рис. 1, 2) [1–3].

Внутри автоклава размещены банки с продуктом, закрепленные в кассете, причем в 5 банках находятся элементы чувствительные технические платиновые (ЧЭПТ-1) с керамической изоляцией, позволяющие измерять температуру внутри стерилизуемого продукта, а 2 чувствительных элемента находятся непосредственно в автоклаве (рис. 3).

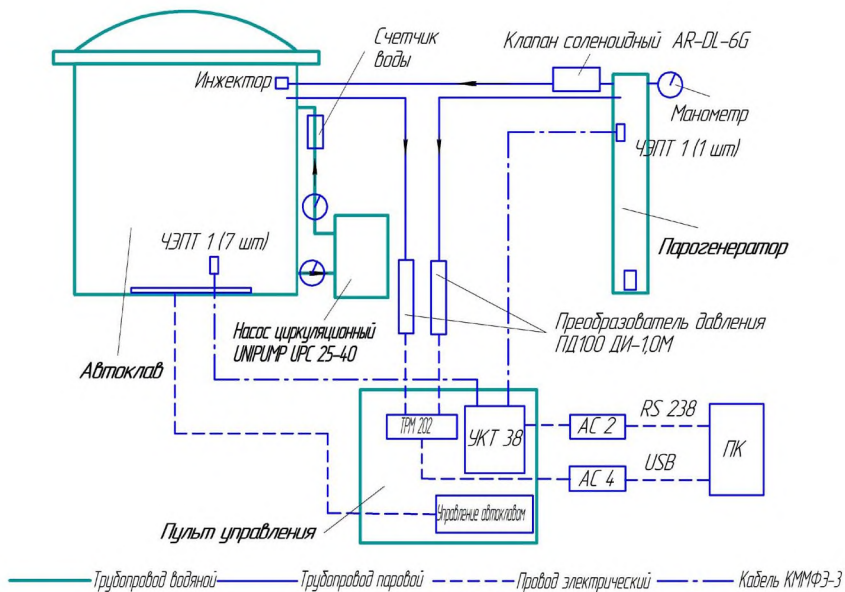


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментального автоклава



Рис. 2. Общий вид экспериментального автоклава

Расположение чувствительных элементов обуславливается наилучшими зонами прогрева как самого автоклава, так и баночных консервов (рис. 4, 5).

Чувствительные элементы соединены с устройством контроля температуры (УКТ 38), расположенным в блоке управления, кабелем КММФЭ-3. Устройство

для измерения и контроля температуры восьмиканальное (УКТ 38) позволяет контролировать и фиксировать в режиме реального времени равномерность теплового поля. Оно соединено с персональным компьютером через преобразователь интерфейса и позволяет фиксировать значения температуры в виде кривых зависимостей ($T^{\circ}\text{C}$ от t , мин.). Также к автоклаву присоединен преобразователь избыточного давления микропроцессорный ПД100ДИ-1,0М, который соединен с измерителем-регулятором двухканальным ТРМ 202, позволяющим контролировать в режиме реального времени давление в автоклаве и ресивере. ТРМ 202, в свою очередь, соединяется с персональным компьютером через преобразователь интерфейса, что позволяет фиксировать значения давления в виде кривых зависимостей (P , мПа от t , мин.).

Кроме того, к автоклаву присоединен теплоизолированный трубопровод, причем входное отверстие находится в нижней, более нагреваемой части автоклава, а 2 выходных — в верхней части. На трубопроводе расположены циркуляционный насос, имеющий 3 ступени мощности с производительностью 2,5–4,0 м³/ч, водяной вентиль, счетчик воды и 2 манометра, причем вентиль и 1 манометр расположены перед насосом, а второй манометр и счетчик воды расположены после насоса. Данная конструкция позволяет регулировать и измерять расход циркулирующей воды (рис. 2).

Экспериментальный стерилизатор работает следующим образом.

В автоклав помещают кассету с консервными банками, располагают в них чувствительные элементы, заливают воду до уровня и закрывают автоклав. Автоклав, блок управления и персональный компьютер включаются в сеть. В блоке управления задают температуру и время стерилизации, на приборе УКТ 38 устанавливаются значения температуры, а на приборе ТРМ 202 — значения давления. На персональном компьютере запускают программу Owen Sistem, происходит фиксация значений давления и температуры.

На блоке управления включают кнопку пуска насоса, происходит циркуляция воды в автоклаве, зажигается контрольная лампа зеленого цвета и визуально фикси-

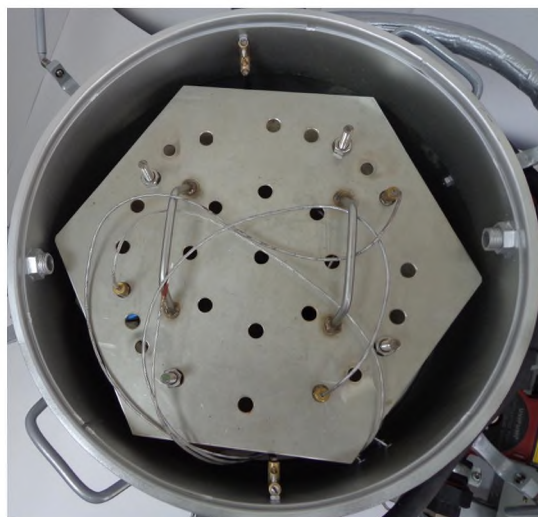


Рис. 3. Общий вид кассеты с банками и чувствительными элементами



Рис. 4. Расположение банок в кассете

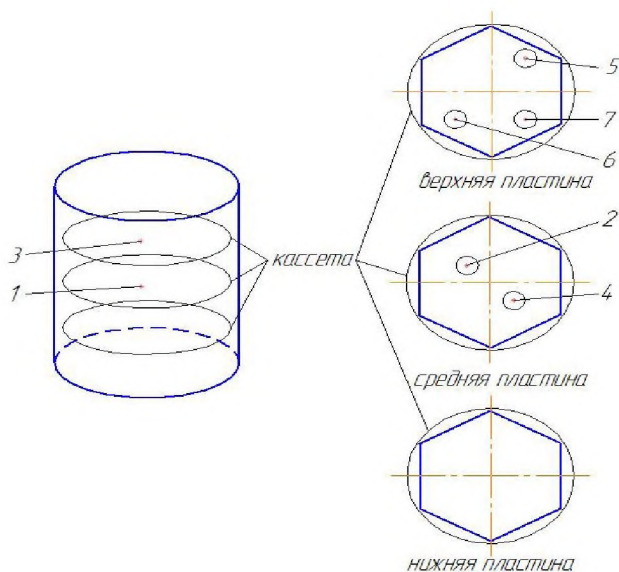


Рис. 5. Схема расположения чувствительных элементов

руется значение давления манометра, расположенного на трубопроводе. Одновременно нажимают кнопку пуск, включается тэн автоклава.

При достижении заданного значения однородного температурного поля автоклава блок управления автоклава выключает тэн автоклава и открывает сливной клапан, происходит сброс воды, охлаждение автоклава и продукта. Одновременно нажимают кнопку выключения насоса, и контрольная лампа зеленого цвета гаснет, циркуляция воды прекращается.

Результаты исследований

Результаты экспериментальных исследований температурного поля автоклава при отключенном насосе приведены на рисунке 6.

По представленным графикам можно сделать вывод о том, что в автоклаве равномерное температурное поле в 120°C достигает за 63 мин.

Результаты экспериментальных исследований температурного поля автоклава при включенном насосе приведены на рисунке 7. В процессе проведения эксперимента фиксировались значения: продолжительности циркуляции — 60 мин.; разница давлений до и после насоса — 0,25 мПа; расход воды — $3,33 \text{ м}^3/\text{ч}$. Кратность циркуляции составила 26 раз.

По представленным графикам можно сделать вывод о том, что в автоклаве равномерное температурное поле в 120°C достигает за 60 мин.

Время достижения однородного температурного поля автоклава при включенном насосе менее времени достижения однородного температурного поля автоклава при отключенном насосе на 3 мин. Следовательно, время разогрева сокращается на 4,9%.

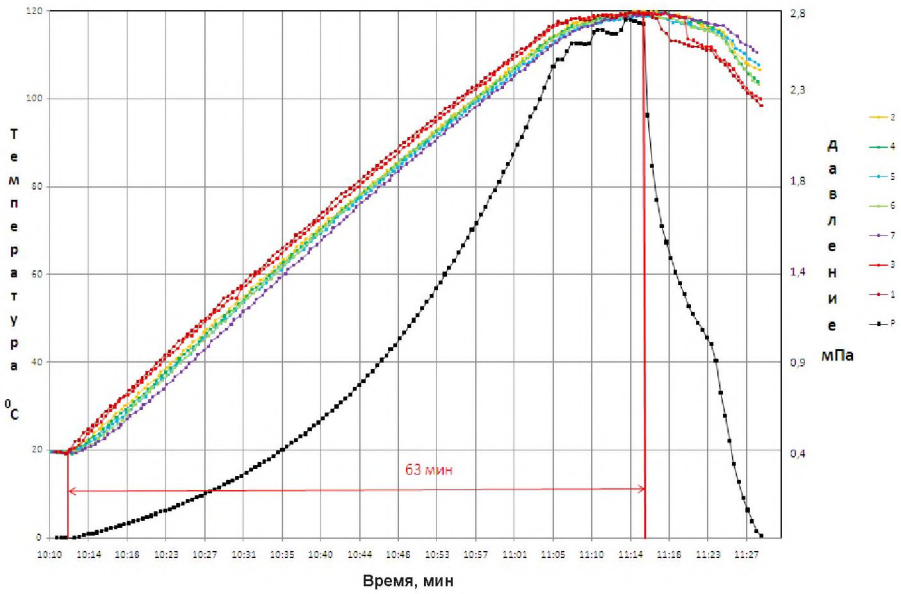


Рис. 6. Зависимость температуры и давления от продолжительности обработки при отключенном насосе

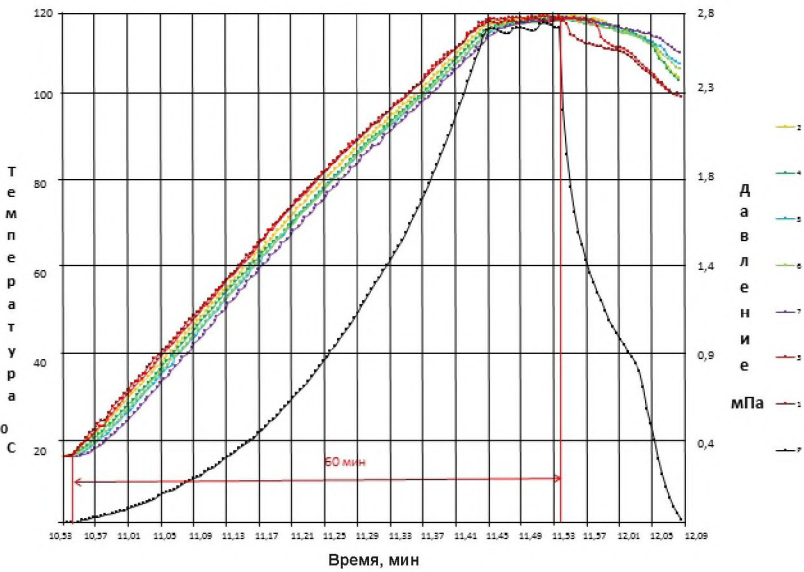


Рис. 7. Зависимость температуры и давления от продолжительности обработки при включенном насосе

Выводы

Использование приведенного способа обеспечивает более равномерное температурное поле автоклава, что позволяет исключить переваривание продукции и повысить качество готовой продукции, также сокращает время процесса стерилизации, а именно время разогрева на 4,9%. Это в дальнейшем позволит разработать рациональные режимы процесса стерилизации в стандартных промышленных автоклавах и новые решения аппаратурного оформления.

Библиографический список

1. Ангелюк В.П., Скотников Д.А., Шибанова Е.А. Автоклав // Патент на полезную модель РФ. № 134007. 2013. Бюл. № 31.
2. Ангелюк В.П., Скотников Д.А., Шибанова Е.А. Автоклав–стерилизатор // Патент на полезную модель РФ. № 120854. 2012. Бюл. № 28.
3. Ангелюк В.П., Скотников Д.А., Шибанова Е.А., Чинарова Э.Р. Экспериментальный стендовый стерилизатор вертикального типа для баночных консервов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2013. № 8. С. 41–43.
4. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. М.: КолосС, 2010. 408 с.
5. Бредихин С.А., Бредихин А.С., Жуков В.Г., Космодемьянский Ю.В., Якушев А.О. Процессы и аппараты пищевой технологии. СПб.: Издательство «Лань», 2014. 544 с.
6. Бредихин С.А., Бредихина О.В., Космодемьянский Ю.В., Никифоров Л.Л. Технологическое оборудование мясокомбинатов. 2-е изд., испр. М.: Колос, 2000. 392 с.
7. Бредихин С.А., Ким И.Н., Ткаченко Т.И. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств. М.: Моркнига, 2013. 749 с.

EXPERIMENTAL STUDY OF VERTICAL AUTOCLAVE TEMPERATURE FIELD

S.A. BREDIKHIN¹, D.A. SKOTNIKOV²

(¹ Russian Timiryazev State Agrarian University;

² Saratov State Agrarian University named in honor of N.I. Vavilov)

The article provides information on the constructive peculiarities of an experimental autoclave, its working principles, sensing elements arrangement. Moreover, the results of the research on the temperature field are also given in the paper, which allow concluding that the most uniform temperature field of autoclave is ensured and the duration of sterilization process decreases by 4.9% (to be more precise, this is due to the shortened warm-up period.

Key words: vertical autoclave, sensing elements, temperature field, warm-up period.

Бредихин Сергей Алексеевич — д. т. н., проф., зав. кафедрой процессов и аппаратов перерабатывающих производств РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Верхняя аллея, 4а; тел.: (499) 977-92-73; e-mail: Bredihin2006@yandex.ru).

Скотников Дмитрий Анатольевич — к. т. н., доц. кафедры автоматизации и оборудования пищевых производств Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова (410005, г. Саратов, ул. Соколова, 335; тел.: (8452) 69-21-44; e-mail: skotnikovdmitrii@mail.ru).

Bredikhin Sergey Alekseevich — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Processes and Apparatus of Processing Industries, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 977-10-65; e-mail: Bredihin2006@yandex.ru).

Skotnikov Dmitriy Anatolievich — PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation and Equipment for Food Manufactures, Saratov State Agrarian University named in honor of N.I. Vavilov (410005, Saratov, Sokolovaya street, 335; tel.: (8452) 69-21-44; e-mail: skotnikovdmitrii@mail.ru).