

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левкин И. М. Комплексная обработка информации / ВКА им. А. Ф. Можайского. СПб.; 2011. 271 с.
2. Левкин И. М., Микадзе С. Ю. Добывание и обработка информации в деловой разведке / Ун-т ИТМО. СПб., 2015. 460 с.
3. Костенко К. И. Классификация операций в пространствах знаний / XII науч. конф. по искусственно-
- му интеллекту с междунар. участием: тр. конф. Т. 2. Тверь, 2010. С. 155–163.
4. Костенко К. И., Левицкий Б. Е. Модели и технологии цифровых пространств знаний. URL: <http://www.ict.edu.ru>.
5. Колесов В. А., Панков А. В. Подход к совершенствованию системы управления средствами мониторинга // Информация и космос. 2008. № 3. С. 80–84.

E. G. Vorobiev

Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

A. V. Pankov, S. V. Shevchenko

A. F. Mozhaysky Military Space Academy

APPROACH TO DEVELOPMENT OF THE OF SYSTEM OF INFORMATION-ANALYTICAL SUPPORT OF GOVERNMENT BODIES

Presents the general approach to the design of the system of information-analytical support of government bodies. The stated ideas are based on the integrated approach to the special information processing and the principles of the interconnect knowledge space used in the development of managerial decisions. The authors offered the suggestions about how to distribute the information circuits and to substantiate the configuration and the associativity of operating information models.

Information-analytical support, government bodies, state administration, information processing, development of managerial decisions, information circuits, information model

УДК 681.513.6

С. А. Мокрушин, С. И. Охапкин, Э. В. Москвин

Вятский государственный университет «ВятГУ»

Особенности построения системы управления процессом тепловой обработки пищевых продуктов в автоклавах

Рассматриваются особенности реализации системы управления процессом стерилизации консервов в вертикальных автоклавах. Описаны различные варианты создания системы управления, их достоинства и недостатки. Предложен улучшенный вариант системы управления процессом тепловой обработки пищевых продуктов в автоклавах.

Автоматизация, система управления, программируемый логический контроллер, технологический процесс, стерилизация консервов, автоклав

Для обеспечения длительного хранения продуктов в герметичной потребительской таре необходимо осуществить пастеризацию или стерилизацию, в результате чего прекращается жизнедеятельность микроорганизмов. Стерилизаторы консервов (автоклавы) предназначены для осу-

ществления таких тепло-массообменных процессов, которые связаны с объемным проникновением теплоты в продукт, что приводит к гибели микроорганизмов с предотвращением их развития. На консервных предприятиях в основном используются автоклавы периодического дей-

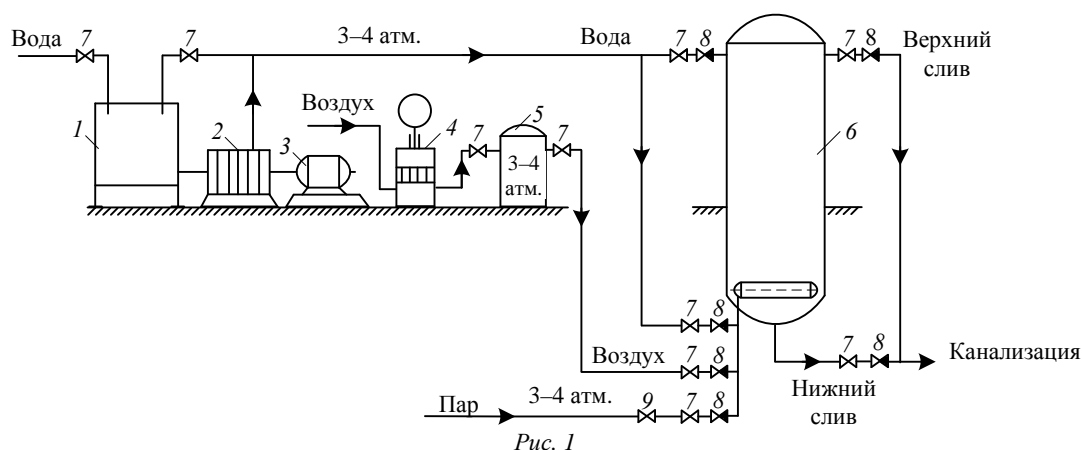


Рис. 1

ствия, работающие с противодавлением, поскольку такая технология позволяет стерилизовать продукты, упакованные в банки разных типов [1].

Типовая схема коммутации вертикального автоклава [2] (рис. 1) включает в себя следующие элементы: 1 – резервуар с водой; 2 – центробежный насос; 3 – электродвигатель насоса; 4 – компрессор; 5 – ресивер со сжатым воздухом; 6 – вертикальный автоклав; 7 – регулирующий клапан; 8 – обратный клапан; 9 – редукционный клапан.

Стерилизация паром с воздушным противодавлением применяется для консервов в жестяной таре. Стерилизация консервов в воде с противодавлением применяется для консервов как в жестяной, так и в стеклянной таре. Связь параметров температуры и давления в процессе регулирования отражается через формулу стерилизации [3]:

$$\frac{A - B - C}{t} p,$$

где A – время нагрева теплоносителя в автоклаве от начальной температуры до заданной (пе-

риод нагревания), мин; B – время выдержки при заданной температуре (стерилизация), мин; C – время снижения температуры и давления до уровня, позволяющего производить разгрузку (период охлаждения), мин; t – температура стерилизации (греющей среды), °С; p – противодавление, создаваемое в автоклаве сжатым воздухом для компенсации внутреннего давления, возникающего в банке при стерилизации, кПа.

Абсолютно стерилизованные консервы могут быть получены при достижении высоких температур стерилизации (до 180 °С) или за счет длительного времени стерилизации, при этом обрабатываемый продукт претерпевает глубокие изменения, вследствие чего страдает его пищевая ценность. Таким образом, в процессе стерилизации необходимо добиваться эффекта уничтожения микроорганизмов при сохранении вкусовых качеств продукта и содержания в них витаминов [3]. Данный эффект обеспечивается при реализации графика изменения температуры и давления в

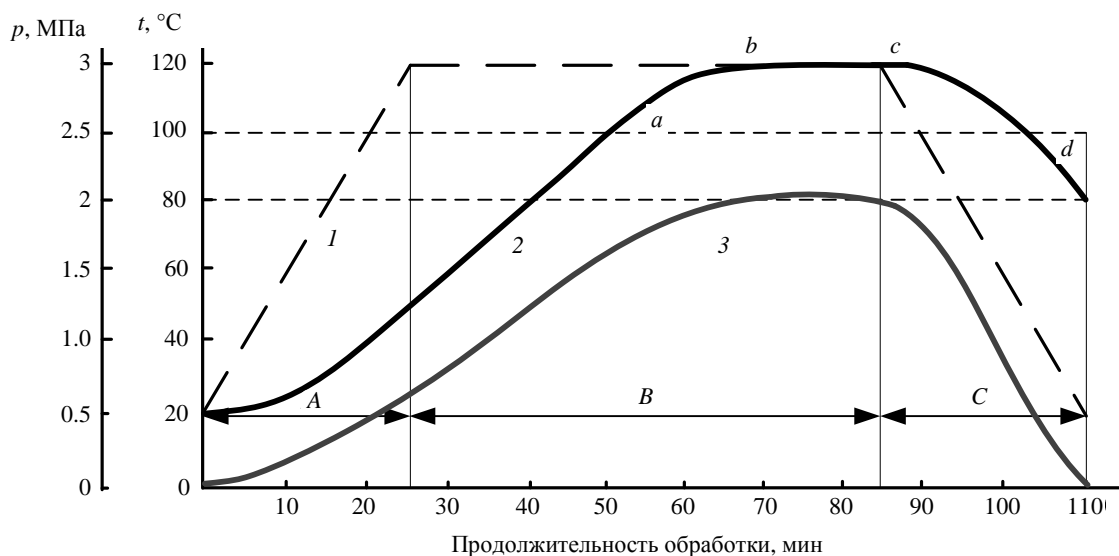


Рис. 2

процессе стерилизации, приведенного на рис. 2, где 1 – кривая изменения температуры и давления греющей среды согласно формулы стерилизации; 2 – кривая изменения температуры продукта; 3 – кривая изменения давления внутри банки; A – время нагревания теплоносителя в автоклаве; B – время стерилизации; C – время охлаждения холодной водой; a – начало стерилизации; $(b-c)$ – выдержка при заданной температуре; d – охлаждение.

Автоматизация процессов в различных видах стерилизаторов может быть осуществлена разными способами, опираясь на разнообразные технические средства, отличающиеся по свойствам, назначению, принципу действия, конструктивному исполнению, точности, надежности и т. п. Автоматизация автоклавов периодического действия в настоящее время – наиболее актуальная задача, решение которой сопряжено с рядом сложностей [1].

Попытки создать систему управления процессом стерилизации, удовлетворяющую основным требованиям к процессу тепловой обработки пищевых продуктов в автоклавах осуществлялись А. П. Бабенковым, П. В. Зеленковым, Б. Е. Щёкиным и др. В советское время наибольшее распространение получила система Бином-1Г, основанная на элементах пневмоавтоматики, которая долгое время была единственной серийно выпускаемой. В [5] предложена система микропроцессорного управления стерилизацией консервов, однако данная система так и не поступила в серийное производство.

В статье [4] рассмотрены результаты внедрения существующих систем автоматического управления процессом стерилизации консервов в автоклавах, их достоинства и недостатки, а также предложена альтернативная система управления на базе программируемого логического контроллера (ПЛК), которая должна наиболее полно удовлетворять всем предъявляемым требованиям. Прототип предлагаемой системы был реализован и прошел успешные производственные испытания на пищекомбинате «Росинка» (Кировская область, г. Яранск). Результаты внедрения были опубликованы [6].

В настоящее время в России одной из наиболее перспективных из серийно выпускаемых систем является разработанная В. А. Каневским автоматическая система управления автоклавом для стерилизации консервов САУСТ-ПЛК (ООО «РАС», г. Калининград), выполненная на основе программируемого контроллера и сенсорного дисплея цветного изображения [7].

Необходимо выделить ряд проблем, возникающих при внедрении автоматизированных систем стерилизации в реальных производственных условиях [8]. К ним относятся, прежде всего, ограниченные ресурсы систем подачи пара, воды, воздуха. Это ведет к ухудшению показателей процесса стерилизации. Исследования, проведенные на ООО «АгроЭкоПродукт» (г. Астрахань), где участок стерилизации состоял из 20 автоклавов (при этом в работе их могло находиться более 8 штук одновременно), показали, что в ходе про-

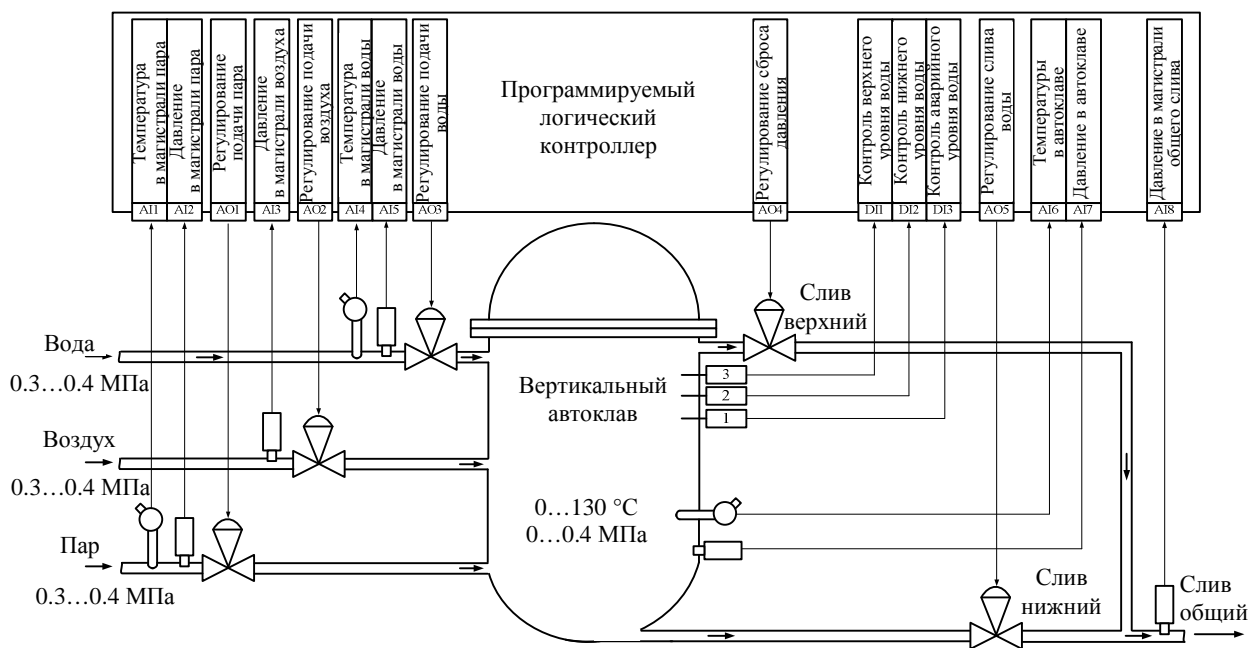


Рис. 3

цесса стерилизации система не успевала реагировать на возникающие возмущения, так как была построена по принципу отклонения регулируемого параметра, и не учитывала большого разброса внешних возмущений в виде изменения параметров теплоносителей.

В то же время предложенная в статье [4] система управления на основе ПЛК хорошо зарекомендовала себя на небольшом производстве из 3 автоклавов периодического действия [6].

Поэтому, принимая во внимание результаты проведенных исследований [8], предлагается усовершенствованная структура автоматической системы управления технологическим процессом тепловой обработки пищевых продуктов в вертикальном автоклаве периодического действия (рис. 3), реализованная на программируемом логическом контроллере.

В отличие от существующих аналогов [4]–[8] в предлагаемой системе автоматического управления необходимо расширить количество универсальных аналоговых входов (Analog Input – AI), для подключения датчиков измерения температу-

ры и давления в магистралях теплоносителей, задействовать дополнительный аналоговый выход (Analog Output – AO), для подключения регулирующего клапана на нижнем сливе автоклава, что в свою очередь может помочь при сбросе давления во время охлаждения продукта водой, а также позволит увеличить интенсивность процедуры охлаждения. Кроме того потребуются дополнительные дискретные входы (Discrete Input – DI), для подключения датчиков контроля уровня воды в автоклаве во время работы нижнего слива.

Данную систему можно оптимизировать за счет уменьшения количества датчиков в магистралях, передавая с них информацию на системы управления автоклавами через локальные сети.

Предлагаемая структура системы управления процессом стерилизации позволит построить комбинированную систему управления, опирающуюся на современные методы регулирования технологических параметров, в том числе на основе регуляторов с переменной структурой, экспертных систем, адаптивных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мокрушин С. А., Хорошавин В. С. Обзор и анализ стерилизаторов консервов с целью их дальнейшей автоматизации [Электронный ресурс] / Всерос. ежегодная науч.-техн. конф. «Общество, наука, инновации» (НТК-2012): 16–27 апр. 2012 г.: сб. материалов / Вят. гос. ун-т; отв. ред. С. Г. Литвинец. Киров, 2012. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). (Факультет автоматизации и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем»).

2. Мокрушин С. А., Хорошавин В. С. Исследование типовой конструкции автоклава с целью дальнейшей автоматизации процесса стерилизации [Электронный ресурс] / Всерос. ежегодная науч.-техн. конф. «Общество, наука, инновации» (НТК-2012): 16–27 апр. 2012 г.: сб. материалов / Вят. гос. ун-т; отв. ред. С. Г. Литвинец. Киров, 2012. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). (Факультет автоматизации и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем»).

3. Мокрушин С. А., Хорошавин В. С. Современные технологии процесса стерилизации консервов как объекты управления [Электронный ресурс] / Всерос. ежегодная науч.-техн. конф. «Общество, наука, инновации» (НТК-2012): 16–27 апр. 2012 г.: сб. материалов / Вят. гос. ун-т; отв. ред. С. Г. Литвинец. Киров, 2012. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). (Факультет автоматизации и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем»).

ки и вычислительной техники. Секция «Оптимизация управления электромеханических систем»).

4. Мокрушин С. А. Система управления процессом стерилизации на основе ПЛК // Естественные и технические науки. М.: Спутник+, 2010. № 4 (48). С. 309–314.

5. Выскубов Е. В. Разработка микропроцессорных систем управления периодическими процессами тепловой обработки пищевых продуктов (на примере САУ стерилизации консервов): дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 1996. 162 с.

6. Мокрушин С. А. Стерилизация консервной продукции // Автоматизация и производство. 2010. №1(10); URL: <http://www.owen.ru/text/37588154> (дата обращения: 01.10.2015).

7. Автоматическая система управления автоклавом САУСТ-ПЛК // Сайт компании ООО «Рыбопромышленные автоматизированные системы» 2015. URL: <http://www.fasltd.ru/saust.htm> (дата обращения: 01.10.2015).

8. Управление процессами тепловой обработки пищевых продуктов / С. А. Мокрушин, В. С. Хорошавин, Е. С. Филатова, Т. Л. Русяева // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-7935> (дата обращения: 25.12.2012).

S. A. Mokrushin, S. I. Ochapkin, E. V. Moskvina
Vyatka state university

FEATURES OF CONSTRUCTION PROCESS CONTROL SYSTEM THERMALLY PROCESSED FOODS IN AN AUTOCLAVE

The implementations of the process control system of sterilization of canned food in the vertical autoclaves are considered. Various options for management systems, their advantages and disadvantages are described. Proposed an improved version of the process control system of heat treatment of foodstuffs in an autoclave.

Automation, control system, programmed logic controller, technological process, sterilization of canned food, autoclave
