

## Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Мокрушин С.А. (Вятский государственный университет)

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СТЕРИЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ПЛК CONTROL SYSTEM OF PROCESS OF STERILIZATION ON BASIS PLC

В работе рассматривается проблема автоматизации процесса стерилизации консервов в вертикальных автоклавах.

Автоклав; Стерилизация консервов; Формула стерилизации; Технологический процесс; Качество продукции; Экономия энергоресурсов; Система управления; Автоматизация; Микропроцессорная техника; Программируемый логический контроллер; Автоматизированное рабочее место; Устройство для архивации данных.

In work the problem of automation of process of sterilization of canned food in vertical autoclaves is considered.

An autoclave; Sterilization of canned food; The formula of sterilization; Technological process; Quality of production; Economy of power resources; A control system; Automation; Microprocessor technics; The programmed logic controller; The automated workplace; The device for archiving the data.

Стерилизация является одним из самых важных этапов переработки сельскохозяйственных продуктов [1]. Процедура стерилизации требует повышенной точности поддержания параметров процесса. Добиться высокого качества выпускаемой продукции при стерилизации в автоклавах можно за счёт создания современных и надёжных систем автоматического управления процессом стерилизации.

Существуют следующие основные критерии, которым должна соответствовать система автоматического управления процессом стерилизации консервной продукции [2]:

- точность ведения процесса: по температуре  $\pm 0,01\Theta_{CT}$ , по времени  $\pm 1\text{мин}$  ( $\Theta_{CT}$  – температура стерилизации консервов, °С);
- поддержание противодействия изменению давления в банке с точностью  $\pm 0,01P_{CT}$  ( $P_{CT}$  – давление при стерилизации консервов, Па);
- универсальность в отношении рабочей среды и типа аппарата;
- возможность оперативного перехода на новый режим;
- надёжность, простота в обслуживании, низкая стоимость.

Попытки создать систему управления процессом стерилизации, удовлетворяющую хотя бы частично вышеперечисленным критериям производились А.П. Бабенковым [2], П.В. Зеленковым [3], Б.Е. Щёкиным [4] и др. Однако у первых систем управления прослеживались следующие недостатки:

- элементная база систем управления обладала недостаточной надёжностью;
- невысокая точность поддержания регулируемых параметров, из-за отсутствия точных и надёжных датчиков, что приводило к браку продукции;
- так как первые регуляторы были пневматическими, то на их работу влияли колебания давления системы питания, потому работа регулятора давления и температуры был неустойчива;

– регулятор давления и температуры реализовал П-закон управления, что не обеспечивало астатического регулирования параметров поддержания технологического процесса с заданной точностью;

– система имела низкие показатели качества регулирования из-за отсутствия возможности установки параметров настройки регуляторов по каждому каналу (передаточные функции автоклава по всем четырём каналам управления различны);

– из-за отсутствия качественных и удобных носителей информации существовала низкая точность формирования задания температуры, давления и интервалов времени, по той же причине исключалась возможность оперативного перехода на новый режим стерилизации;

– регистрация графиков технологического процесса выполнялась на бумажном носителе информации, что приводило к проблемам хранения и обработки данных технологического процесса.

Из всех первых разработанных систем автоматизированного управления автоклавом наибольшее распространение на предприятиях консервной промышленности получила система Бином-1Г, которая долгое время была единственной серийно выпускаемой.

Развитие микропроцессорной техники положило толчок для создания систем управления стерилизацией в автоклавах на их основе. Выскубов Е.В. достаточно подробно описал процесс создания качественной системы микропроцессорного управления стерилизацией консервов [5], однако в настоящее время с учётом появившейся в последние годы новой элементной базы она имеет ряд недостатков:

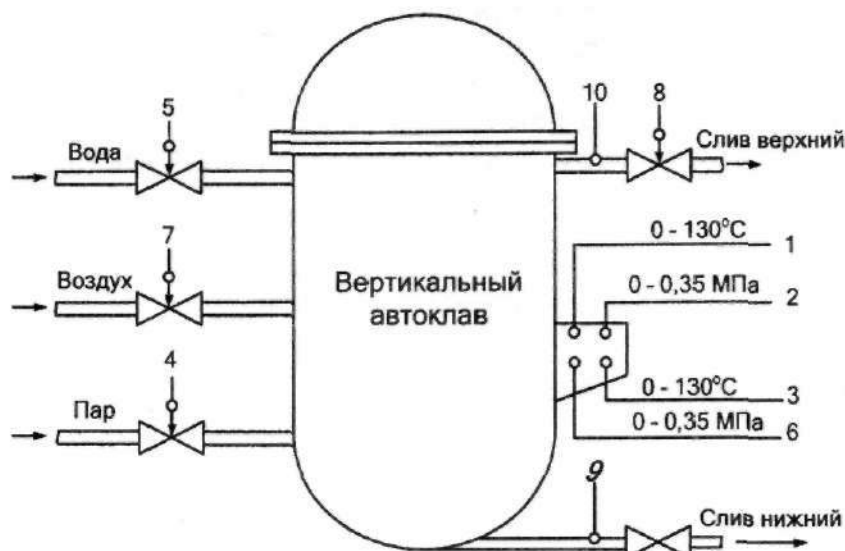
– система требует выполнения дополнительных плат согласования входных и выходных сигналов системы управления с датчиками и исполнительными механизмами;

– не предусмотрена возможность автоматического заполнения автоклава водой;

– нет чётко организованного человеко-машинного интерфейса;

– нет процедуры архивации данных;

В статье предлагается альтернативная система, которая наиболее полно удовлетворяет всем предъявляемым требованиям к системе стерилизации консервов. Задачей системы автоматизированного управления является заполнение автоклава водой и управление двумя основными параметрами процесса автоклавирования: температурой и давлением. На рис. 1 представлена разработанная автором система автоматизированного контроля и управления процессом водяной стерилизации консервов в вертикальном автоклаве. Она включает в себя автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора и обслуживает все стадии процесса стерилизации консервов: заполнение автоклава водой, ее подогрев, после загрузки продукта подъем температуры и давления до значений установленных формулой стерилизации, собственно стерилизация и охлаждение консервов.



Приборы по месту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5	10	5
	TI 1-1	PI 2-1	TE 3-1	N 3-5	N 3-6	PE 4-1	N 4-5	N 4-6	LE 5-1	N 5-5	LE 6-1	N 6-5
Щит управления	ПЛК											
	Программа ПЛК											
	Входы											
Выходы												
Регулирование												
Панель оператора			TIA 3-3			PIA 4-3			LIA 5-3		LIA 6-3	
Устройство для архивации данных			TR 3-4			PR 4-4			LR 5-4		LR 6-4	
Наименование измеряемого и регулируемого параметра	Датчик измерения температуры	Датчик измерения давления	Канал измерения и регулирования температуры			Канал измерения и регулирования давления			Канал измерения и регулирования нижнего уровня воды		Канал измерения и регулирования верхнего уровня воды	

Рис.1. Схема системы автоматизированного управления автоклавом

TI – термометр; PI – манометр; TE – датчик измерения температуры с выходным сигналом 4-20mA; PE – датчик измерения давления с выходным сигналом 4-20mA; LE – датчик-реле уровня воды; N – электропневматический преобразователь; TC – регулятор температуры; PC – регулятор давления; LC – регулятор уровня воды; TIA – экран отображения текущего значения и сигнализации аварий канала измерения температуры; PIA – экран отображения текущего значения и сигнализации аварий канала измерения давления; ; LIA – экран отображения текущего значения и сигнализации аварий канала измерения уровня воды; TR – регистрация температуры; PR – регистрация давления; LR – регистрация уровня воды.

Как видно из схемы система включает в себя четыре основных контура регулирования:

- контур регулирования температуры;
- контур регулирования давления;
- контур регулирования нижнего уровня воды;



- контур регулирования верхнего уровня воды.

С целью сокращения количества регулирующих устройств в качестве главного управляющего устройства в системе используется программируемый логический контроллер (ПЛК), который позволяет создать в себе систему управления с требуемым уровнем сложности. ПЛК, в отличие от микропроцессорного контроллера, представляет собой уже готовую конструкцию и имеет все необходимые для реализации системы управления каналы ввода/вывода.

В качестве датчиков измерения температуры и давления используются датчики с унифицированным выходом 4-20 мА, что увеличивает помехозащищённость каналов измерения.

Во время подготовительного режима при открытой крышке незагруженный автоклав автоматически наполняется водой до срабатывания датчика нижнего уровня 9, который настроен на определенную точку срабатывания по давлению воды. Затем производится подогрев воды в автоклаве.

После загрузки автоклава консервами его крышку герметично закрывают. Оператор запускает основной режим. Система набирает воду в автоклав до верхнего датчика уровня 10 (датчик срабатывает при контакте с водой), проверяет герметичность автоклава и начинает процесс автоклавирования.

Панель оператора предназначена для загрузки управляющей программы функционирования ПЛК, мониторинга функционирования и редактирования значений параметров процесса. Панель позволяет отображать на экране ход выполнения технологического процесса и редактировать значения параметров, отвечающих за функционирование системы.

Устройство для архивации данных предназначено для сбора, хранения на карте памяти и передачи данных на ПК, полученных от ПЛК.

Все перечисленные устройства в настоящее время серийно выпускаются отечественной промышленностью, что делает данную систему доступной к реализации.

В отличие от системы Выскубова Е.В., предлагаемая система управления автоклавом обеспечивает:

- автоматическое заполнение автоклава водой, при этом не требуется присутствия оператора во время подготовительного режима;

- автоматическое регулирование параметров процесса стерилизации с применением ПИД-регуляторов на каждом выходном канале регулирования, что позволяет добиться высоких показателей качества регулирования с применением как мембранных исполнительных механизмов (непрерывное регулирование), так и механизмов дискретного принципа действия работающих в режиме широтно-импульсной модуляции;

- автоматизированное рабочее место оператора, выполненное на цифровой панели оператора или ПК, что позволяет производить выбор из списка или ввод с панели формул стерилизации, наблюдать за ходом технологического процесса в режиме реального времени, отображать предаварийные и аварийные ситуации;

- устройство для архивации с целью централизованного сбора данных о ходе процесса и состоянии автоклава, что позволяет формировать архив основных (регистрацию давления, температуры, времени и аварийных ситуаций) и дополнительных данных (номер варки, наименование продукта, формулу стерилизации, Ф.И.О. сменного оператора и мастера) каждой варки консервов с возможностью просмотра и распечатки на принтере;

- ведение учёта выработки ресурсов датчиков и управляемых клапанов.

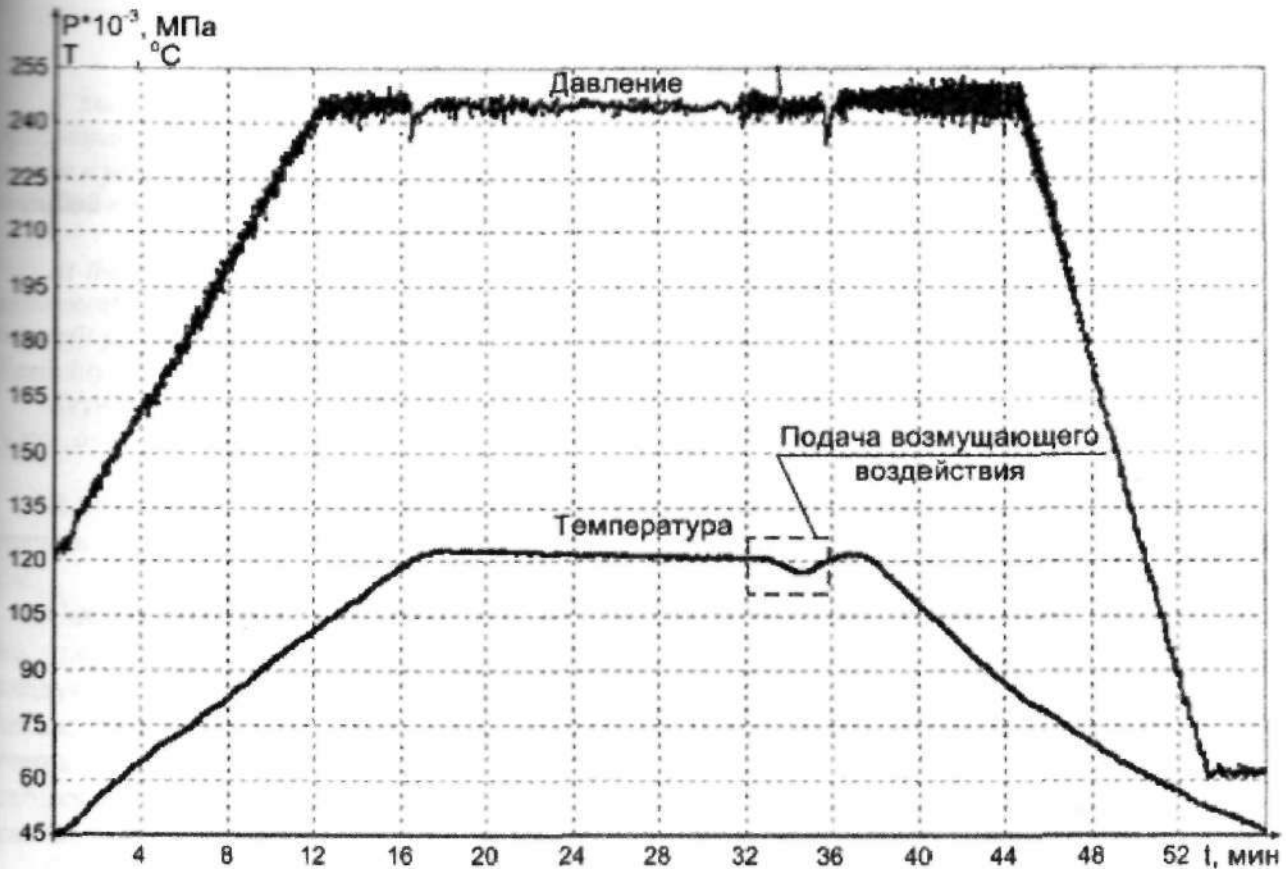
Все это позволяет добиться:

- выпуска продукции надлежащего качества благодаря точному поддержанию режима технологического процесса;

- экономии энергоресурсов благодаря оптимизации технологического режима и точного соблюдения алгоритмов работы;

- безопасности работы установки за счет наличия автоматических защит и блокировок;
- увеличения ресурса установки путем точного соблюдения технологического режима работы;
- сокращение расходов на ремонт;
- снижение трудоёмкости обслуживания.

Подтверждением вышеизложенному может служить реально полученный график регулирования давления и температуры в автоклаве марки Б-6-КА2-В-2 (рис.2.).



**Рис.2.** Графики регулирования давления и температуры в автоклаве

Из графиков давления и температуры видно, что при подаче возмущающего воздействия, в виде холодной воды, система вернулась в установившееся состояние, что подтверждает наличие в системе требуемого астатизма.

Разработанная система прошла опытно-промышленную эксплуатацию в течение года на пищекомбинате «Росинка» в городе Яранске Кировской области. В течение указанного срока эксплуатации отмечена высокая надёжность работы системы, удобство эксплуатации, получено высокое качество выпускаемой продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабарин В.П. Стерилизация консервов: Справочник. – Спб. ГИОРД, 2006. – 312 с.: ил.
2. Дикий Б.Ф., Фан-Юнг А.Ф. Автоматизация консервного производства. – М: пищевая промышленность, 1966 – 342 с
3. Дикис М.Я., Мальский А.Н. Технологическое оборудование консервных заводов. – М. Пищевая промышленность, 1969 – 779 с

**Естественные  
и  
технические  
науки<sup>®</sup>**

**№ 4(48) 2010 г.**

**ISSN 1684-2626**



В соответствии с решением Высшей аттестационной комиссии  
(Перечень ВАК)

журнал «**Естественные и технические науки**» включен  
в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,  
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты  
диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук  
(в редакции июля 2007 г.):

для соискателей ученой степени кандидата наук —  
в соответствии с тематикой журнала,  
т.е. по естественным и техническим наукам.

для соискателей ученой степени доктора наук —  
по наукам о Земле; по биологическим наукам;  
по электронике, измерительной технике, радиотехнике и связи.

Главный редактор журнала, доктор технических наук,  
главный научный сотрудник Института проблем  
нефти и газа Российской академии наук,  
Почетный нефтяник Российской Федерации – *А.Я. Хавкин*

Учредитель – Издательство «Спутник+»  
Ответственный секретарь – *Ю.А. Новикова*  
Корректор – *М.А. Рожкова*  
Компьютерный набор и верстка – *Т.В. Семенова*

Адрес редакции: Россия, 109428, Москва, Рязанский проспект, д.8а

Телефон: (495) 730-47-74, 778-45-60 (с 9 до 18, обед с 14 до 15)

**E-mail: [sputnikplus2000@mail.ru](mailto:sputnikplus2000@mail.ru)**

**Издание зарегистрировано  
Министерством Российской Федерации по делам печати,  
телерадиовещания и средств массовых коммуникаций**

**Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-39983 от 20 мая 2010 г.**

Объем 53 печ. л.  
Тираж 1000 экз. Заказ № 1623.  
Подписано в печать 08.09.10.

**Отпечатано в ООО «Издательство «Спутник+»  
ПД №1-00007 от 28.07.2000**