

## 1. Физические и технические науки

### **Использование ПЛК в системе автоматизации процесса стерилизации консервной продукции**

Камалов Ф. А., магистрант,

Институт холода и биотехнологий Национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (ИХиБТ НИУ ИТМО), [volshebnik\\_90@mail.ru](mailto:volshebnik_90@mail.ru)

Пастухов А.С., магистрант ИХиБТ НИУ ИТМО,  
[artem.pastukhov1984@gmail.com](mailto:artem.pastukhov1984@gmail.com)

Научный руководитель Данин В.Б. к.т.н., доцент кафедры автоматики и автоматизации производственных процессов ИХиБТ НИУ ИТМО

*В статье рассмотрена автоматизированная система управления автоклавом, и приборы автоматического контроля и регулирования. Рассмотрены параметры регулирования, проблемы регулирования и их решение.*

Ключевые слова: стерилизация консервной продукции, автоклав, регулирование.

### **Investigation of usage the PLC in canned products sterilization processes**

Kamalov F. A., master student,

Institute of Refrigeration and Biotechnologies, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (IR&BT NRU ITMO), [volshebnik\\_90@mail.ru](mailto:volshebnik_90@mail.ru)

Pastukhov A.S., master student, IR&BT NRU ITMO,  
[artem.pastukhov1984@gmail.com](mailto:artem.pastukhov1984@gmail.com)

Scientific supervisor Danin V.B., Ph.D., assistant professor of automacs and process automation department, IR&BT NRU ITMO, [vldimir.danin@gmail.com](mailto:vldimir.danin@gmail.com)

*The article describes the automated control system of the autoclave, and devices of automatic control and regulation. The parameters of regulation, regulatory issues and their solution are discussed.*

Key words: sterilization ,canned products, autoclave, regulation.

Высокое качество консервной продукции обеспечивается четкой и слаженной работой всех звеньев процесса переработки: начиная с сортировки, мойки, бланшировки, расфасовки и заканчивая упаковкой и стерилизацией. Стерилизация – один из самых ответственных этапов переработки сельскохозяйственных продуктов. Для стерилизации

консервов применяют аппараты периодического действия, к которым относятся автоклавы.

В настоящее время на рынке промышленной автоматизации в качестве программно-управляемых устройств технологическими процессами широкое распространение находят следующие устройства:

- программируемые логические контроллеры (ПЛК);
- промышленные (в частности панельные) компьютеры.

Для процесса стерилизации наиболее подходят первые.

Программируемый контроллер – это программно-управляемый дискретный автомат, имеющий некоторое множество входов, подключенных посредством датчиков к объекту управления, и множество выходов, подключенных к исполнительным устройствам. ПЛК контролирует состояния входов и вырабатывает определенные последовательности программно-заданных действий, отражающихся в изменении выходов [1]. ПЛК нашли своё широкое распространение в пищевой промышленности за счёт того, что имеют повышенную устойчивость к воздействиям внешней среды, малые габариты, модульность и возможность расширения, высокую скорость ремонта (низкое время восстановления), применения флэш-памяти, наличие сторожевого таймера (что защищает систему управления от зависания), наличие большого количества промышленных интерфейсов и т.д.

Контроллеры традиционно работают в нижнем звене автоматизированных систем управления предприятием (АСУ) — систем, непосредственно связанных с технологией производства.

Применение ПЛК в качестве управляющего устройства позволяет создать систему управления любой сложности [2], однако при её реализации возникают некоторые трудности. Главная проблема заключается в написании программы для регулирования температуры и давления в автоклаве. Существуют следующие основные критерии, которым должна соответствовать система регулирования:

- точность ведения процесса: по температуре  $\pm 0,01\Theta_{ст}$ , по времени  $\pm 1$  мин ( $\Theta_{ст}$  – температура стерилизации консервов, °С);
- поддержание противодействия изменению давления в банке с точностью  $\pm 0,01P_{ст}$  ( $P_{ст}$  – давление при стерилизации консервов, Па).

Добиться такой точности можно только с применением современных технических средств регулирования. Практически все производители контроллеров и комплексов программирования предоставляют разработчику библиотеку регуляторов, в которую традиционно входит ПИД-регулятор. Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор – наиболее эффективный и распространенный вид регулятора, обеспечивающий достаточно высокую точность при управлении различными процессами.

Для проверки работоспособности функционального блока ПИД-регулятора был проведён эксперимент на нагревательном элементе, который показал, что система регулирования температуры работоспособна (рис. 1).

Однако стоит сказать, что хотя процесс регулирования не имеет статической ошибки (отклонения от заданной температуры в установившемся

режиме), что крайне важно для процесса стерилизации консервов, в процессе выхода температуры на заданную уставку присутствует динамическое отклонение (перерегулирование). Так же при переходе на более низкую температуру работы происходит появление незатухающих автоколебаний. Всё это может негативно сказаться на процессе стерилизации, где требования к отклонению температуры довольно жёсткие.

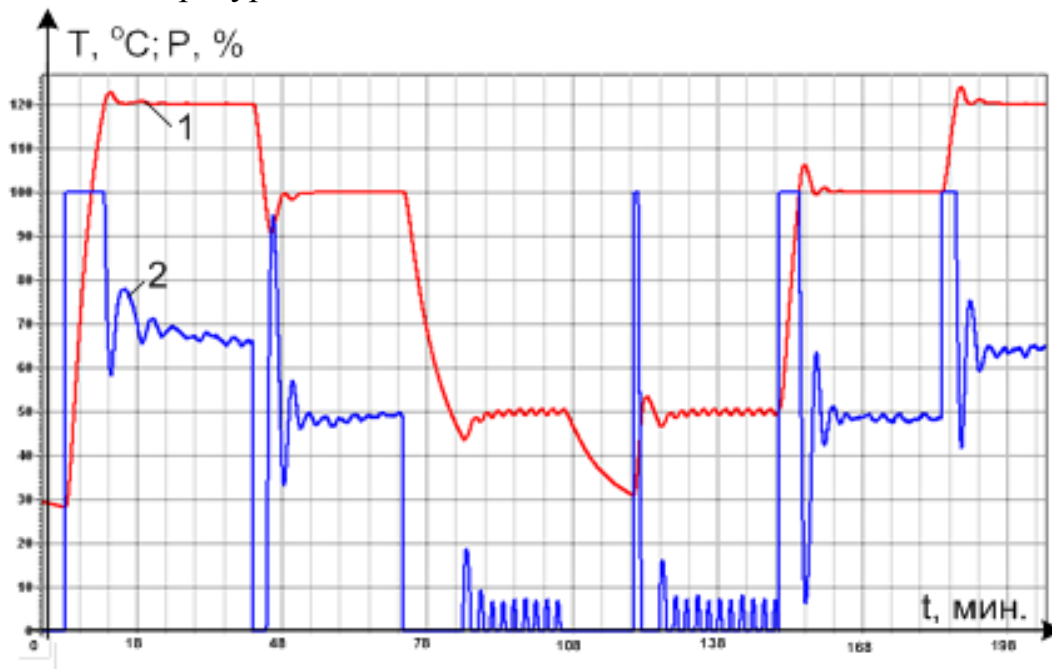


Рис. 1. Графики работы ПИД-регулятора .  
1 – Регулируемая температура, °C; 2 – Мощность на выходе регулятора, %

Можно отметить то, что работать автоклаву во время стерилизации приходится на различных температурах. Это обусловлено тем, что процесс стерилизации имеет стадийный характер (стадию нагрева, стерилизации и охлаждения). Поэтому система регулирования должна одинаково хорошо работать на любых уставках температуры.

Применение в системе управления автоклавом блоков ПИД-регулирования возможно, однако необходимо производить дополнительную коррекцию настроек регулятора в зависимости от стадии процесса для снижения перерегулирования. Для этого при составлении математической модели процесса необходимо учесть технологические параметры на различных его стадиях[3].

Повысить качество регулирования поможет применение в системе управления стерилизацией совместно с классическими законами управления (ПИД-регулятором) современных методов управления, таких как адаптивное. Подтверждением вышеизложенному материалу служит график регулирования давления и температуры полученный путём экспериментальных исследований в лаборатории (рис.2.). Система устойчиво работает и даже при подаче возмущающего воздействия, в виде холодной воды, система вернулась в установившееся состояние, что подтверждает наличие в ней требуемого астатизма.

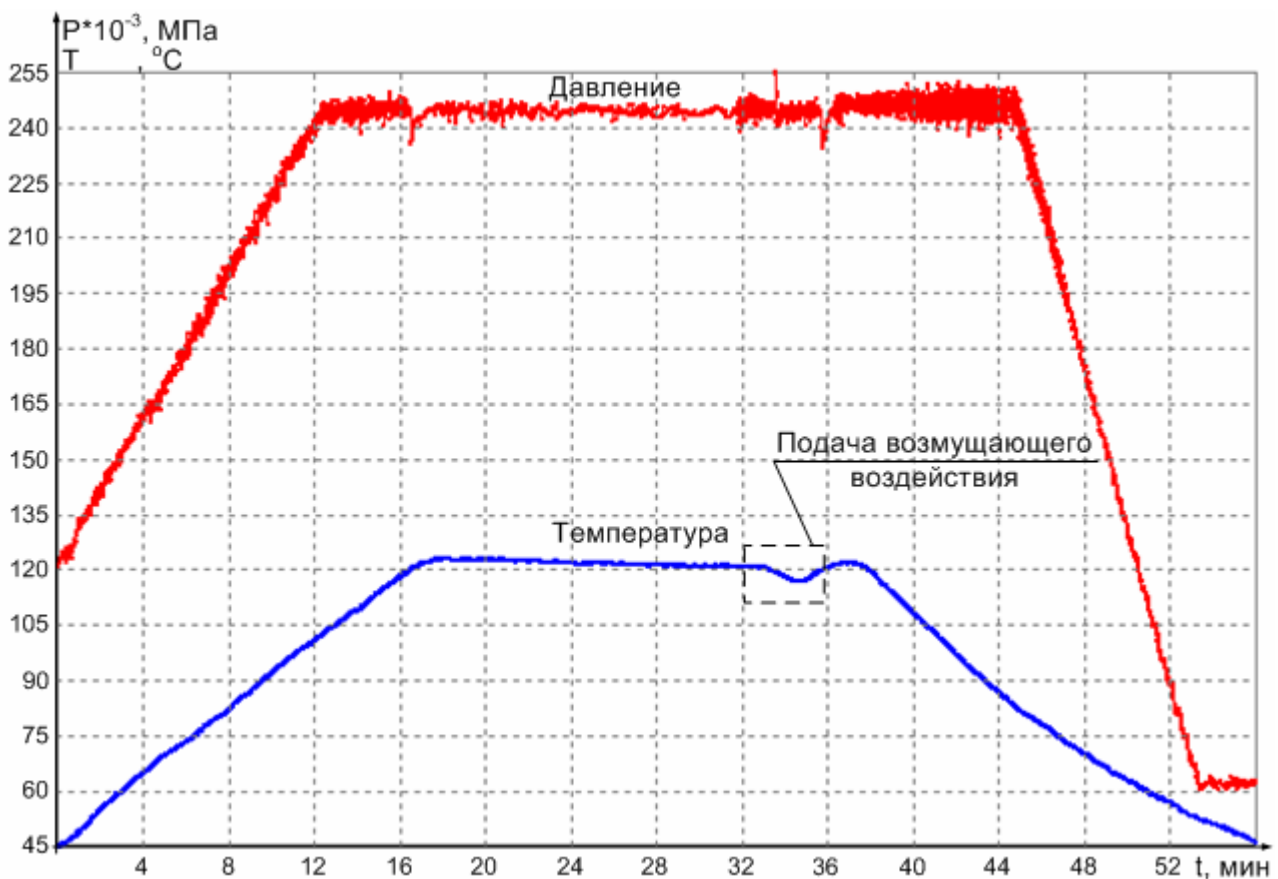


Рис.2. Графики регулирования давления и температуры в автоклаве

#### Список литературы:

1. Мокрушин С.А. Система управления процессом стерилизации на основе ПЛК // Естественные и технические. – М.: Издательство «Спутник+», 2010 г. - №4 (48). - с.309-314.
2. Данин В.В., Гуреев А.П., Пастухов А.С. Инновационные методы автоматизации управления процессами в климатических камерах // VI Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2013 г.): Материалы конференции. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 818 с.
3. Pastukhov A., Danin V. Model development for fresh baked bread natural and forced cooling. В сборнике: 6th Baltic Conference on Food Science and Technology: Innovations for Food Science and Production, FOODBALT-2011 -Conference Proceedings 2011. С. 209-214.

Транслитерация:

Spisok literatury:

1. Mokrushin S.A. Sistema upravleniya protsessom sterilizatsii na osnove PLK // Yestestvennye i tekhnicheskiye. – M.: Izdatelstvo «Sputnik+», 2010 g. - №4 (48). - s.309-314.
2. Danin V.V., Gureev A.P., Pastukhov A.S. Innovacionnye metody avtomatizacii upravlenija processami v klimaticheskikh kamerah // VI Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija «Nizkotemperaturnye i pishhevye tehnologii v XXI veke» (Sankt-Peterburg, 13–15 nojabrja 2013 g.): Materialy konferencii. – SPb.: NIU ITMO; IHiBT, 2013. – 818 s.
3. Pastukhov A., Danin V. Model development for fresh baked bread natural and forced cooling. V sbornike: 6th Baltic Conference on Food Science and Technology: Innovations for Food Science and Production, FOODBALT-2011 -Conference Proceedings 2011. S. 209-214.