

22-2803

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

Логунова Нина Юрьевна

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Монография

22-02803

Москва - 2019

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

На правах рукописи

Логунова Нина Юрьевна

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Монография



Москва - 2019

УДК 001.895 (043)
ББК 65.9(2)29
Л -345

Рецензенты:

Амелькин Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательской части ФГБОУ ВО «Московский государственный лингвистический университет»;

Никитушкина Марина Юрьевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информатика и вычислительная техника пищевых производств» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

Монографии и учебные пособия ученых согласно Информационному сообщению № 45.1-132 от 14.10.2008 председателя ВАК академика РАН М.П. Кирпичникова приравнены «к публикациям в научных периодических изданиях, включенных в «Перечень ВАК».

Л -345

Автоматизация и системный анализ технологических процессов отложенной выпечки хлебобулочных изделий: монография/ Н.Ю. Логунова, – Москва, ЗАО «Университетская книга», 2019. – 385 с. – 500 экз. – ISBN 978-5-907555-34-1

ISBN 978-5-907555-34-1

В книге рассмотрены научно- практические аспекты промышленной автоматизации и системного анализа технологических процессов отложенной выпечки хлебобулочных изделий. Изучены понятия и принципы автоматизации технологических процессов пищевой промышленности, проведен анализ современного состояния российских теплотехнологий, рассмотрены теоретические основы поэтапной реализации технологии приготовления хлебобулочных изделий из замороженных тестовых полуфабрикатов как объекта автоматизации, проанализированы становление и развитие методологии автоматизированного контроля для холодильных установок заморозки полуфабрикатов хлебобулочных изделий.

Книга предназначена для студентов ВУЗов, а также для руководителей, предпринимателей и менеджеров всех уровней управления.

УДК 001.895 (043)
ISBN 978-5-907555-34-1
ББК 65.9(2)29

Фото обложки © Germes, 2019
© Логунова Нина Юрьевна 2019
© ЗАО «Университетская книга», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение...	9
ГЛАВА 1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	19
1.1 Автоматизация тепловых технологических процессов в пищевой промышленности	19
1.2 Характеристика технологических процессов пищевой промышленности и автоматизация трубчатых печей	21
1.3 Специфика подбора оборудования в пищевой промышленности и автоматизация массообменных процессов	24
1.4 Автоматизация процессов выпаривания и абсорбции	26
1.5 Структура промышленного пищевого предприятия и задачи управления данным предприятием.....	29
ГЛАВА 2. ТЕСТОМЕСИЛЬНЫЕ МАШИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ	32
2.1 Классификация тестомесильных машин	32
2.2 Тестомесильные машины периодического действия с подкатными дежами	38
2.3 Тестомесильные машины периодического действия со стационарными дежами	40
2.4 Функциональные схемы тестомесильных машин непрерывного действия	41
2.5 Разработка универсального оборудования для замеса теста	50
ГЛАВА 3. ТЕСТОДЕЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ	70
3.1 Анализ современного оборудования предназначенного для решения поставленной технологической задачи	70
3.2 Классификация тестоделительных машин.....	73
3.3 Тестоделительные машины с различными видами нагнетания	78
3.4 Тестоделительная машина для деления ржаного и ржано-пшеничного теста.....	84
3.5 Тестоделительная машина для деления пшеничного теста.....	85
ГЛАВА 4. ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ ПЕЧИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ	87
4.1 Анализ современного оборудования, предназначенного для решения технологической задачи	87

4.2 Анализ современного оборудования хлебопекарных печей	89
4.3 Модернизация конструкции хлебопекарной печи с электрообогревом	96
4.4 Модернизация конструкции печи хлебопекарной ротационной конвекционной	97
4.5 Хлебопекарные печи, используемые на малых предприятиях	102
ГЛАВА 5. РОТАЦИОННЫЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ ПЕЧИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ	104
5.1 Основы уровня техники и технологии производства ротационных печей	104
5.2 Ротационная печь как технологическая единица	105
5.3 Виды ротационных печей в РФ и за рубежом	107
5.4 Преимущества и недостатки ротационных печей	113
5.5 Описание конструкции и принципов функционирования ротационных печей камерного типа	116
ГЛАВА 6. АВТОМАТЫ ДЛЯ ЖАРКИ И ВЫПЕЧКИ	125
6.1 Автоматы для жарки: вращающиеся жаровни	125
6.2 Автоматы для приготовления и жарки пончиков	127
6.3 Автоматы для выпечки блинов из жидкого теста	129
6.4 Автоматы для приготовления и жарки пирожков	131
6.5 Автоматы для выпечки вафельных стаканчиков	134
ГЛАВА 7. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ХЛЕБОПЕЧЕНИЯ В ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ	137
7.1 Современное состояние, перспективы, задачи и пути совершенствования и развития анализа технологических процессов хлебопечения в пищевых производствах	137
7.2 Модели системного анализа и управления технологических процессов хлебопечения в пищевых производствах	139
7.3 Функционирование технологических процессов хлебопечения в пищевых производствах на основе теории массового обслуживания	143
7.4 Показатели функционирования технологических процессов хлебопечения в пищевых производствах при их проектировании, реализации и эксплуатации	145
7.5 Основные типовые задачи системного анализа, планирования и управления технологическими процессами хлебопечения в пищевых производствах	148

ГЛАВА 8. КЛАССИФИКАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ	154
8.1 Холодильники компрессионного типа	154
8.2 Холодильники абсорбционного типа.....	157
8.3 Термоэлектрический холодильник	160
8.4 Холодильники на вихревых охладителях.....	162
8.5 Пароэжекторные холодильные машины	163
ГЛАВА 9. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ ...	165
9.1 Характеристики приборов автоматизации для холодильных систем	165
9.2 Модели управления, задачи автоматизации и технологическое исполнение испарителей холодильных систем	172
9.3 Модели управления, задачи автоматизации и технологическое исполнение конденсаторов холодильных систем	179
9.4 Технологическое исполнение компрессорных агрегатов и вентиляторных градирен	183
9.5 Технологическое исполнение ресиверов и отделителей жидкости.....	186
ГЛАВА 10. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДЕННОГО ПРОДУКТА.....	187
10.1 Требования к проектируемой системе автоматизации	187
10.2 Функциональная схема автоматизации объекта и выбор технических средств автоматизации (ТСА)	188
10.3 Автоматическое регулирование технологических параметров объекта.	194
10.4 Методика предварительного расчета надежности системы автоматизации регулирования температуры охлажденного продукта.....	199
10.5 Алгоритмическое и программное обеспечение системы автоматического регулирования температуры охлажденного продукта.....	201
ГЛАВА 11. АВТОМАТИЗАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.....	204
11.1 Типы автоматических систем	204
11.2 Законы регулирования и показатели качества технологического процесса	207
11.3 Алгоритм системы автоматического контроля САК	209
11.4 Структурно-логическая схема технологического процесса.....	211
11.5 Функциональная схема «Реле регулятор с таймером ТРМ501»	213

ГЛАВА 12. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАССОЛЬНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК	216
12.1 Функции и задачи системы автоматизации холодоснабжения объекта ..	216
12.2 Разработка структурной схемы автоматизации холодильной установки	218
12.3 Разработка принципиальной схемы автоматизации холодильной установки	220
12.4 Методика подбора приборов автоматики	221
12.5 Техническая эксплуатация приборов автоматики	224
ГЛАВА 13. УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ КОМПРЕССИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	227
13.1 Виды компрессионных холодильных установок	227
13.2 Устройство и технология работы приборов автоматики	230
13.3 Эксплуатация устройств автоматики и контрольно-измерительных приборов (КИП)	233
13.4 Автоматизация холодильной установки	236
13.5 Автоматизация вихревого охладителя с помощью сервоventиля	243
ГЛАВА 14. МИКРОПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ	250
14.1 Развитие микропроцессоров	250
14.2 Универсальные микропроцессоры	254
14.3 Сигнальные микропроцессоры	256
14.4 Микроконтроллеры типа MCS51 и ARM	258
14.5 Микроконтроллеры типа AVR и PIC	262
ГЛАВА 15. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ ..	265
15.1 Разработка структурной схемы микропроцессорной системы управления технологическим объектом (МКС)	265
15.2 Методика подключения микроконтроллера и ввода цифровых и аналоговых сигналов	266
15.3 Методика ввода управляющих сигналов и светодиодных индикаторов ..	269
15.4 Методика подключения линейного дисплея и клавиатуры и сопряжения с последовательным интерфейсом	271
15.5 Разработка программного обеспечения работы МКС	273

ГЛАВА 16. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ.....	293
16.1 Обобщенный алгоритм функционирования МКС обработки информации, поступающей с дискретных датчиков	293
16.2 Управление пуском–остановом электродвигателя.....	295
16.3 Управление технологическим параметром в заданных пределах	297
16.4 Обработка информации, поступающей с аналоговых датчиков (V1, ..., Vm).....	299
16.5 Обработка запроса прерывания	300
ГЛАВА 17. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА ПОСЛЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И РАЗМОРАЖИВАНИЯ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ	304
17.1 Требования к сырью	304
17.2 Методика проведения исследований технологии приготовления теста, обеспечивающей формирование качества пшеничного хлеба после замораживания, хранения и размораживания	307
17.3 Исследование холодной интенсивной технология приготовления замороженного теста с различными температурными режимами	312
17.4 Технологический процесс приготовления замороженного теста с различными температурными режимами	315
17.5 Микробиологическая безопасность замороженных полуфабрикатов	320
ГЛАВА 18. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ ТЕСТОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ ...	322
18.1 Современное состояние рынка замороженных полуфабрикатов хлебобулочных изделий.....	322
18.2 Виды замороженных полуфабрикатов хлебобулочных изделий и их технологии.....	325
18.3 Технологии замороженных полуфабрикатов хлебобулочных изделий ..	329
18.4 Описание технологической схемы основного оборудования шоковой заморозки полуфабрикатов хлебобулочных изделий	335
18.5 Маркировка и упаковка замороженных полуфабрикатов хлебобулочных изделий.....	337

ГЛАВА 19. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЗАМОРОЖЕННЫХ БЛИНЧИКОВ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ	341
19.1 Автоматизация компрессорной группы	341
19.2 Автоматизация испарительной системы	342
19.3 Автоматизация конденсаторной группы	343
19.4 Методика подбора оборудования по производительности	344
19.4 Технология производства продукта из замороженных полуфабрикатов	348
ГЛАВА 20. СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ЗАМОРОЗКИ ПОЛУ- ФАБРИКАТОВ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	353
20.1 Инновационные методы заморозки хлеба.....	353
20.2 Функциональная схема автоматизированного контроля для холодильной установки.....	354
20.3 Методика выбора приборов и средств автоматизации и составление спецификации	356
20.4 Методика расчета основных погрешностей измерительных комплектов для заданных значений технологических параметров.....	357
20.5 Устройство и принцип работы пульта автоматизации компрессора ПАК-11	358
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	362
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	364
ЛИТЕРАТУРА	365