

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

В.И. ЖУКОВ

# ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК  
2013

УДК 664.02(075.8)  
Ж 86

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук, профессор *С.И. Лежнин*  
канд. техн. наук, доцент *Ю.Л. Крутский*

Работа подготовлена на кафедре химии и химической технологии  
для студентов III–IV курсов дневной и заочной форм обучения,  
направление 260800.62 – Технология продукции  
и организация общественного питания

**Жуков В.И.**

Ж 86      Процессы и аппараты пищевых производств : учеб. посо-  
бие. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. – 188 с.

ISBN 978-5-7782-2403-2

Рассмотрены гидромеханические, механические, тепловые и мас-  
сообменные процессы пищевых производств, а также приведены ос-  
новные уравнения гидравлики. Изложены принципы анализа, расчета  
и пути интенсификации процессов пищевых производств и их аппа-  
ратурного оформления. Некоторые формулы, часто использующиеся  
для оценок, приводятся без громоздкого вывода, в конце каждого раз-  
дела дан обширный список литературы, использовавшейся при со-  
ставлении данного пособия, где содержится вывод и теоретическое  
обоснование зависимостей.

Пособие предназначено для студентов III–IV курсов в целях изу-  
чения дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» по  
направлению (специальности): 260800.62 – Технология продукции и  
организация общественного питания.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта НГТУ С-7.

УДК 664.02(075.8)

ISBN 978-5-7782-2403-2

© Жуков В.И., 2013

© Новосибирский государственный  
технический университет, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....	5
2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА МАШИН И АППАРАТОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ .....	7
3. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПОДОБИЕ ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ .....	8
3.1. Математическое моделирование .....	8
3.2. Физическое моделирование .....	9
3.3. Основы теории подобия .....	9
3.4. Три теоремы подобия. ....	9
3.5. Метод анализа размерностей .....	10
4. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АППАРАТАМ, ПРИМЕНЯЕМЫМ В ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ.....	11
5. ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ ГИДРАВЛИКИ ПРИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ .....	12
5.1. Свойства жидкостей .....	13
5.2. Дифференциальные уравнения движения Л. Эйлера .....	14
5.3. Основы гидростатики .....	15
5.4. Основы гидродинамики.....	17
5.5. Гидравлические сопротивления .....	23
5.6. Истечение жидкости из резервуаров .....	26
5.7. Аппаратурное оформление процессов перемещения жидкостей .....	28
5.8. Основы реологии .....	36
Список литературы .....	38
6. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ .....	39
6.1. Получение гомогенных и гетерогенных систем методами перемешивания и диспергирования .....	39
6.2. Пенообразование и взбивание .....	51
6.3. Псевдооживление.....	54

6.4. Разделение гетерогенных жидкостных систем .....	57
6.5. Очистка газов от пыли.....	66
Список литературы .....	68
7. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ .....	69
7.1. Измельчение .....	69
7.2. Прессование.....	76
7.3. Смешение и сортировка сыпучих материалов .....	79
Список литературы .....	85
8. ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ .....	87
8.1. Общие сведения о тепловых процессах .....	87
8.2. Основы теплопередачи.....	88
8.3. Тепловые процессы, происходящие без изменения агрегатного состояния вещества.....	100
8.4. Тепловые процессы с изменением агрегатного состояния вещества.....	103
8.5. Тепловое излучение .....	114
8.6. Теплообменные аппараты .....	117
8.7. Варка .....	123
8.8. Жарка .....	127
8.9. Выпаривание .....	130
Список литературы .....	133
9. МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ .....	135
9.1. Классификация массообменных процессов.....	135
9.2. Общие признаки массообменных процессов .....	136
9.3. Фазовое равновесие .....	138
9.4. Механизмы передачи массы .....	139
9.5. Подобие массообменных процессов .....	142
9.6. Массоперенос в твердых телах. Массопроводность.....	143
9.7. Абсорбция.....	144
9.8. Ректификация .....	149
9.9. Адсорбция.....	157
9.10. Экстракция.....	160
9.11. Мембранные методы разделения жидкостных систем .....	165
9.12. Сушка .....	169
Список литературы .....	184