

УДК 664.69-9+664.66.05
ББК Л80-5я7
П84

Авторы:

А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. В. Логинов, Ю. В. Красовицкий, В. Н. Василенко

Рецензенты:

кафедра процессов и аппаратов пищевых производств ФГОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. К. Д. Глинки» (зав. кафедрой, засл. деятель науки РФ, д-р техн. наук, проф. К. К. Полянский);

кафедра машин и аппаратов пищевых производств ГОУ ВПО «Орловский государственный технический университет» (зав. кафедрой, д-р техн. наук, проф. В. П. Корячкин)

П84 **Процессы и аппараты пищевых производств** : учеб. для вузов / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. В. Логинов [и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. — СПб. : ГИОРД, 2012. — 616 с. : ил.

ISBN 978-5-98879-124-9

В книге рассмотрены теоретические основы гидравлики и процессов пищевых производств, закономерности гидромеханических, тепловых, массообменных и механических процессов. Приведены основные понятия теории подобия и анализа размерностей. Описаны аппараты для ведения гидромеханических, тепловых, массообменных и механических процессов.

Учебник предназначен для студентов вузов пищевого профиля. Он может быть использован также студентами других направлений.

УДК 664.69-9+664.66.05
ББК Л80-5я7

ISBN 978-5-98879-124-9

ООО «Издательство „ГИОРД”», 2012

Оглавление

Введение	10
Методические рекомендации	12
Глава 1. Основные законы технологических процессов. Теория подобия	16
Характеристика основных законов технологических процессов	16
Классификация процессов пищевых производств	17
Принципы расчета процессов и аппаратов пищевых производств	19
Подобие физических явлений	22
Подобные преобразования. Теоремы подобия	26
Анализ размерностей	29
Глава 2. Основы технической гидромеханики	34
Основные понятия гидромеханики	34
Гидростатика	40
Гидродинамика	47
Уравнения энергии	57
Потери энергии при движении жидкости	67
Движение жидкости через отверстия и насадки	74
Глава 3. Транспортирование жидкостей и газов	83
Насосные установки пищевых предприятий	83
Вентиляторные установки	126
Глава 4. Гидромеханические процессы	145
Неоднородные системы и методы их разделения	145
Кинетика осаждения	149
Отстойники	154
Фильтрование	157
Центрифугирование	174
Сепарирование	181
Обеспыливание газов под действием центробежной силы. Циклоны одиночные, групповые и батарейные	187

Глава 5. Мембранные процессы	193
Общая характеристика мембранных процессов	193
Характеристика мембран	201
Аппараты для баромембранных процессов	205
Расчет баромембранных процессов и аппаратов	211
Глава 6. Процессы измельчения пищевых сред	214
Физические основы измельчения	214
Классификация измельчительных машин	228
Основные виды измельчительных машин	229
Глава 7. Процессы сортирования пищевого сырья	237
Сущность процесса сортирования	237
Ситовое сепарирование	239
Воздушное сепарирование	245
Триерное сепарирование	249
Магнитное сепарирование	258
Глава 8. Процессы перемешивания пищевых сред	263
Характеристика процесса перемешивания	263
Механическое перемешивание	266
Пневматическое перемешивание	286
Глава 9. Процессы прессования пищевых сред	288
Классификация процессов прессования пищевых продуктов	288
Формование пищевых продуктов	289
Теоретические основы процесса прессования	292
Оборудование для обработки продуктов прессованием	294
Глава 10. Основы теплопередачи	303
Характеристика тепловых процессов	303
Основное уравнение теплопередачи	304
Перенос теплоты теплопроводностью	305
Перенос теплоты конвекцией	310
Тепловое излучение	324
Сложная теплоотдача	329
Теплопередача	330
Глава 11. Нагревание и конденсация	337
Характеристика процессов нагревания и конденсации	337
Теплоотдача при конденсации пара	338

Конструкции теплообменных аппаратов	340
Расчет теплообменных аппаратов	361
Основные типы конденсаторов	375
Расчет конденсаторов	377
Глава 12. Процессы охлаждения и замораживания	382
Характеристика процессов охлаждения и замораживания	382
Охлаждение пищевых продуктов	388
Замораживание пищевых продуктов	390
Основные типы морозильных аппаратов	398
Глава 13. Выпаривание	403
Физико-химические основы процесса выпаривания	403
Однокорпусные выпарные установки	405
Многокорпусные выпарные установки	408
Устройство выпарных аппаратов	412
Расчет многокорпусных выпарных аппаратов	418
Глава 14 . Основы массопередачи	430
Характеристика массообменных процессов	430
Основное уравнение массопередачи.	
Материальный баланс массообменных процессов	432
Движущая сила процесса массопередачи	434
Модифицированные уравнения массопередачи	439
Основные законы массопередачи	443
Массопередача в системах с твердой фазой	452
Глава 15. Сушка	456
Характеристика процесса сушки	456
Статика процесса сушки	458
Кинетика процесса сушки	463
Материальный и тепловой балансы сушки	469
Устройство сушилок	473
Распылительная сушка	476
Сублимационная сушка	479
Глава 16. Абсорбция	484
Характеристика процесса абсорбции	484
Статика процесса абсорбции	485
Материальный и тепловой баланс абсорбции	486

Кинетика абсорбции	488
Факторы, влияющие на коэффициенты массоотдачи	490
Средняя движущая сила абсорбции	492
Способы организации движения фаз при абсорбции	495
Основные типы абсорбционных аппаратов	497
Глава 17. Перегонка и ректификация	512
Физико-химические основы процесса ректификации	512
Перегонка	516
Ректификация	520
Глава 18. Процессы диффузии и экстракции	537
Основные понятия и определения	537
Экстракция в системе «жидкость—жидкость»	538
Устройство и принцип действия экстракторов	543
Экстракция путем однократного контакта	546
Многократный контакт с подачей свежего растворителя в каждую ступень	548
Противоточная экстракция	550
Расчет кинетики процесса жидкостной экстракции	552
Экстрагирование в системе «твердое тело—жидкость»	555
Фазовое равновесие в системе «твердое тело—жидкость».	557
Аппаратурное оформление процессов экстрагирования из твердых тел	558
Кинетика процесса экстрагирования в системе «жидкость—твердое тело»	560
Расчет экстракторов	562
Методы интенсификации процессов экстрагирования	563
Глава 19. Адсорбция	565
Характеристика процесса адсорбции	565
Равновесие, материальный баланс, кинетика и тепловой эффект процесса адсорбции	566
Основные характеристики адсорбентов	569
Классификация и устройство адсорберов	571
Перспективные схемы адсорбционных процессов	574
Ионообменные процессы и аппараты	576
Регенерация поглотителей (десорбция).	579
Технологический расчет адсорберов	580

Глава 20. Кристаллизация	586
Характеристика процесса кристаллизации	586
Возникновение кристаллических зародышей	589
Кинетика роста кристаллов	591
Методы кристаллизации.	597
Основные типы кристаллизаторов	601
Расчет кристаллизаторов	608
Заключение	612
Рекомендуемая литература	613