

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный технологический университет» (ПензГТУ)

К. В. Таранцев

МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ
И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ.
АБСОРБЦИОННЫЕ АППАРАТЫ И УСТАНОВКИ

Учебное пособие

ПЕНЗА
Издательство
Пензенского государственного
технологического университета
2020

УДК 66.021.3
Т19

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой
«Процессы и аппараты химической технологии им. Н. И. Гельперина»
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский
технологический университет» (г. Москва)
А. В. Вязьмин;

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация
технологических производств» федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский политехнический университет»
М. Г. Лагуткин

Таранцев, К. В.

Т19 Массообменные процессы и аппараты химической технологии.
Абсорбционные аппараты и установки : учеб. пособие / К. В. Таран-
цев. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, 2020. – 180 с.

ISBN 978-5-989033-35-5

Рассмотрены теоретические основы массообменных процессов химической технологии, применяемых в природоохранной технике. Показаны схемы и принцип действия аппаратов для их проведения. Даны методы расчета типовых процессов и аппаратов.

Издание подготовлено на кафедре «Биотехнологии и техносферная безопасность» и предназначено для обучающихся по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Издание может быть также рекомендовано обучающимся по направлениям подготовки 19.03.01 «Биотехнология» и 20.03.01 «Техносферная безопасность» при изучении дисциплин «Процессы и аппараты химической технологии», «Процессы и оборудование основных химических производств» и др.

УДК 66.021.3

ISBN 978-5-989033-35-5

© Издательство Пензенского
государственного технологического
университета, 2020
© Таранцев К. В., 2020

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ И ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ.....	6
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ РАВНОВЕСИЯ И РАВНОВЕСНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ	7
3. РАБОЧИЕ УСЛОВИЯ.....	10
3.1. Энергетический баланс.....	10
3.2. Материальный баланс.....	11
3.3. Уравнение рабочей линии	12
4. КИНЕТИКА ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ	15
4.1. Движущая сила процесса.....	15
4.2. Принципиальные схемы проведения процесса и их сравнительный анализ	19
4.3. Определение кинетических характеристик процесса	23
5. КЛАССИФИКАЦИЯ И КРАТКИЙ ОБЗОР АППАРАТОВ И КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ.....	28
5.1. Колонны с фиксированной поверхностью.....	32
5.1.1. Конструкция пленочных колонн.....	32
5.2. Колонны с поверхностью, образуемой в процессе движения фаз.....	37
5.2.1. Конструкция распылительных колонн	37
5.3. Конструкция инжекторных (скоростных прямоточных) колонн	40
5.4. Конструкции насадочных колонн.....	43
5.4.1. Распределительные устройства для подачи жидкости.....	46
5.4.2. Насадочные контактные устройства.....	56

5.5. Конструкции тарельчатых колонн	67
5.5.1. Конструкции элементов тарельчатых колонн	80
5.5.2. Устройство колпачковых тарелок.....	84
5.5.3. Устройство тарелок с однонаправленным движением газа и жидкости (струйных)	90
5.5.4. Устройство клапанных тарелок	91
5.5.5. Устройство клапанных прямоточных тарелок	92
5.5.6. Устройство тарелок из S-образных элементов.....	96
5.5.7. Устройство ситчатых тарелок.....	97
5.5.8. Устройство тарелок ситчатых с отбойными элементами.....	102
5.5.9. Устройство ситчато-клапанных тарелок.....	103
5.5.10. Устройство жалюзийно-клапанных тарелок.....	104
5.5.11. Устройство решетчато-провальных тарелок	105
5.5.12. Устройство вихревых тарелок.....	108
5.5.13. Секционированные массообменные устройства ..	109
5.6. Конструкция аппаратов с внешним подводом энергии ...	119
6. ГИДРОДИНАМИКА КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ	124
6.1. Гидродинамика пленочных аппаратов	124
6.2. Гидродинамика насадочных аппаратов	127
6.3. Гидродинамика колонн с колпачковыми тарелками	133
7. ПРИМЕР РАСЧЕТА АБСОРБЕРА (по Ю. И. Дытнерскому)....	137
7.1. Общие сведения	138
7.2 Расчет насадочного абсорбера.....	144
7.3. Расчет тарельчатого абсорбера.....	160
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	179

Библиографический список

1. Александров, И. А. Ректификационные и абсорбционные аппараты / И. А. Александров. – Москва : Химия, 1965. – 310 с.
2. Бакластов, А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок / А. М. Бакластов, В. А. Горбенко, П. Г. Удыма ; под ред. А. М. Бакластова. – Москва : Энергоиздат, 1981. – 336 с.
3. Берд, Р. Явления переноса : пер. с англ. / Р. Берд, В. Стьюард, Е. Лайтфут ; под ред. Н. М. Жаваронкова, В. А. Малюсова. – Москва : Химия, 1974. – 688 с.
4. Вихман, Г. Л. Основы конструирования и расчета аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов / Г. Л. Вихман, С. А. Круглов. – Москва : Машиностроение, 1978. – 328 с.
5. Гельперин, Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии / Н. И. Гельперин. – Москва : Химия, 1981. – 812 с.
6. Гельперин, Н. И. Структура потоков и эффективность колонных аппаратов химической промышленности / Н. И. Гельперин, В. Л. Пибалк, А. Е. Костанян. – Москва : Химия, 1977. – 262 с.
7. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : в 2 кн. / Ю. И. Дытнерский. – Москва : Химия, 1995. – 400 с.
8. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической промышленности / А. Г. Касаткин. – 9-е изд. – Москва : Химия, 1973. – 750 с.
9. Коптев, А. А. Аппаратура колонного типа для диффузионных процессов. Метод. разработка / А. А. Коптев. – Тамбов, 1976. – 48 с.
10. Основные процессы и аппараты химической технологии : пос. по проектированию / под ред. Ю. И. Дытнерского. – 2-е изд. – Москва : Химия, 1991. – 496 с.
11. Домашнев, А. Д. Конструирование и расчет химических аппаратов / А. Д. Домашнев. – Москва : Машгиз, 1961. – 624 с.
12. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – Ленинград : Химия, 1981. – 560 с.
13. Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии / А. Н. Плановский, П. И. Николаев. – Москва : Химия, 1987. – 540 с.

14. Кафаров, В. В. Основы массообработки / В. В. Кафаров. – 3-е изд. – Москва : Высшая школа, 1979. – 439 с.
15. Романков, П. Г. Массообменные процессы химической технологии / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов. – Ленинград : Химия, 1990. – 384 с.
16. Стабников, В. Н. Расчет и конструирование устройств ректификационных и абсорбционных аппаратов / В. Н. Стабников. – Киев : Техніка, 1970. – 207 с.
17. Рамм, В. М. Абсорбция газов / В. М. Рамм. – Москва : Химия, 1966. – 768 с.
18. Чернобыльский, И. И. Машины и аппараты химических производств / И. И. Чернобыльский, Р. Я. Ладнев. – Москва, 1975. – 454 с.
19. Тимонин, А. С. Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования : справочник / А. С. Тимонин. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2001. – Т. 1. – 756 с.

Учебное издание

Таранцев Константин Валентинович

**МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ
И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ.
АБСОРБЦИОННЫЕ АППАРАТЫ И УСТАНОВКИ**

Подписано в печать 08.09.2020.
Формат 60×84¹/₁₆. Усл. печ. л. 10,46.
Заказ 214. Тираж 500.

Пензенский государственный технологический университет
Адрес: 440039, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11
Тел. (8412) 49-54-41; факс: (8412) 49-60-86;
e-mail: rector@penzgtu.ru

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный технологический университет»**

К. В. Таранцев

**МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ
И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ. АБСОРБЦИОННЫЕ
АППАРАТЫ И УСТАНОВКИ**

Учебное пособие

Пенза 2020