

А. Г. ЛАПТЕВ, М. М. БАШАРОВ, Е. А. ЛАПТЕВА

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
И МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ
ТЕПЛОМАССООБМЕННЫХ
И СЕПАРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
В ДВУХФАЗНЫХ СРЕДАХ**

2-е издание, исправленное

Старый Оскол
ТНТ
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные обозначения	6
Введение	10

Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЯВЛЕНИЙ

ПЕРЕНОСА.....	13
1.1. Теоретические основы моделирования тепломассообмена	13
1.2. Методы моделирования явлений переноса	18
1.3. Общие принципы повышения эффективности процессов и снижения энергозатрат	19
1.4. Масштабные эффекты и энергозатраты	20
1.5. Высокоэффективные контактные насадки	22

Глава 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ПРОТИВОТОЧНЫХ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ АППАРАТОВ.....

2.1. Математическая модель тепломассопереноса в колонне с провальными тарелками.....	25
2.2. Эффективность охлаждения газов и жидкостей в пенном слое ...	35
2.3. Математическая модель расчета эффективности насадочной тепломассообменной колонны	41
2.4. Эффективность охлаждения газов в противоточных насадочных скрубберах	45
2.5. Комплексная оценка тепломассообменных и энергетических характеристик насадок	48
2.6. Сравнительные характеристики контактных устройств	59

Глава 3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТРЕНИЯ И ТЕПЛОМАСООБМЕНА В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОГРАНИЧНОМ

СЛОЕ	64
3.1. Процессы переноса импульса и тепла в пограничном слое	64
3.2. Гидродинамическая аналогия	66
3.3. Модель Прандтля (двухслойная модель турбулентного пограничного слоя)	67
3.4. Модель диффузионного пограничного слоя Ландау-Левича	69
3.5. Развитие моделей турбулентности.....	70
3.6. Консервативные свойства пограничного слоя	74
3.7. Коэффициенты теплоотдачи в гладких каналах при турбулентном режиме	77
3.8. Теплоотдача от шероховатой поверхности	82
3.9. Расчет коэффициентов теплоотдачи в турбулентной пленке при слабом и сильном взаимодействии с газом	87
3.10. Коэффициенты тепло- и массоотдачи в газовой фазе пленочных аппаратов (турбулентный режим)	90
3.11. Трение и тепло- массоотдача в зернистых и насадочных слоях (однофазный поток).....	94
3.12. Массоотдача в насадочном слое при пленочном режиме.....	99

Глава 4. МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОЙ ДИФфуЗИИ И ОСАЖДЕНИЯ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В ЖИДКОСТЯХ

4.1. Теоретические основы математического моделирования массопереноса частиц	104
4.2. Турбулентный перенос тонкодисперсных частиц в жидкой фазе динамических сепараторов	105
4.3. Эффективность турбулентного разделения в гидроциклонах ...	113
4.4. Конструкция и расчет тонкослойного отстойника с коагулятором	118
4.5. Эффективность турбулентной физической коагуляции капель в хаотичной насадке.....	122
4.6. Эффективность очистки жидкостей пневматической флотацией	125
4.7. Выбор режима флотации по энергетическому коэффициенту	135
	143

Глава 5. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ГАЗОВ И ПАРОВ ОТ ТОНКОДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ.....

5.1. Сепарационная и энергетическая эффективности аппаратов газоочистки	145
5.2. Турбулентная диффузия частиц	147
5.3. Скорость турбулентной миграции	149
5.4. Диффузионная и ячеечная модели	151
5.5. Модели переноса в насадочных и сетчатых газосепараторах ...	154
	158

5.6. Эффективность каплеуловителей (демистеров).....	161
5.7. Эффективность вихревых сепараторов	169
5.8. Конструкция комбинированного газосепаратора	172
5.9. Результаты расчета процессов сепарации.....	174
5.10. Определение эффективности насадочных газосепараторов с учетом неравномерности профиля скорости газа	177
5.11. Определение тепловых потерь от газосепараторов	184

Глава 6. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И РАСЧЕТЫ

ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ

В ПЛЕНОЧНЫХ ГРАДИРНЯХ И СКРУББЕРАХ	187
6.1. Теоретические основы моделирования явлений переноса	188
6.2. Определение коэффициентов тепло- и массоотдачи	193
6.3. Тепловая эффективность градирни	202
6.4. Модифицированный метод единиц переноса	213
6.5. Расчет градирен с учетом неравномерности распределения фаз	218
6.6. Показатели энергоэффективности градирен	228
6.7. Алгоритм расчета промышленной градирни	232
6.8. Замена крупномасштабных градирен на мини-градирни	235
6.9. Моделирование и расчеты насадочных скрубберов охлаждения газов и нагрева воды	239
Расчетные формулы тепломассообменных и сепарационных характеристик аппаратов	250
Заключение.....	254
Библиографический список	255