

УДК 06.061;621.928;66.067.5
ББК 35.113

Гришин Н.С.

Экстракция в поле переменных сил. Гидродинамика, массопередача, аппараты: монография: в 2 ч. Ч. 1 / Н.С.Гришин [и др.]; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2012. – 468 с.

ISBN 978-5-7882-1332-3

ISBN 978-5-7882-1333-0 (ч. 1)

Обобщены результаты исследований и разработки центробежных экстракторов. Рассмотрены их основные конструкции, приведены основные закономерности движения радиальных потоков, капель, а также описание массообменных процессов в центробежных экстракторах с различными насадочными устройствами. Предложен методологический подход к интенсификации процессов экстракции в центробежных аппаратах и изложена методика расчета центробежных экстракторов на основе полученных авторами расчетных зависимостей. Описаны наиболее перспективные конструкции исследуемых аппаратов.

Рассчитана на инженерно-технических работников различных отраслей промышленности, разработчиков массообменной аппаратуры, а также может быть полезна студентам технических высших учебных заведений.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского научно-исследовательского технологического университета.

Под редакцией профессора И.И. Поникарова

Рецензенты:

зав кафедрой, заслуженный деятель науки и техники России,
доктор технических наук *Г.И. Ильин*
доктор технических наук, профессор *Ю.И. Азимов*

ISBN 978-5-7882-1333-0 (ч.1)
ISBN 978-5-7882-1332-3

© Гришин Н.С., Поникаров И.И.,
Поникаров С.И., Гришин Д.Н., 2012
© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	8
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	10
Глава 1. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ	
ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ	
ЭКСТРАКТОРАХ.....	13
1.1. Основные характеристики центробежного поля. Общие положения.....	13
1.2. Уравнение неразрывности (сплошности) в цилиндрических координатах.....	18
1.3. Дифференциальные уравнения равновесия и движения во вращающемся роторе (уравнение Л.Эйлера)	24
1.4. Истечение жидкостей из затопленных насадок (дисперга- торов)	31
1.5. Вывод функциональной зависимости для определения коэффициента расхода для центробежных аппаратов	36
1.6. Уравнение движения струи при истечении жидкостей из отверстий насадок в поле действия центробежных сил	43
1.7. Истечение жидкости в среде близкой плотности из вращающихся насадок	53
1.8. Экспериментальное исследование истечения жидкостей из затопленных насадок и диспергаторов	59
1.9. Метод определения параметров движущихся частиц в прозрачных роторах с помощью фотосъемки.....	75

Глава 2. ДИСПЕРГИРОВАНИЕ И ДРОБЛЕНИЕ КАПЕЛЬ, ДВИЖУЩИХСЯ В РАВНОМЕРНО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ СРЕДЕ	84
2.1. Процесс диспергирования в контактных зонах центробежных экстракторов.....	84
2.2. Дробление капли в центробежном поле	86
2.3. Процессы каплеобразования жидкостей из отверстий и сопел насадок центробежных экстракторов.....	102
2.3.1. Вывод функциональной зависимости для среднего размера капель при двухфазном движении жидкостей по наклонному каналу	102
2.3.2. Вывод функциональной зависимости среднего размера капель при однофазном движении жидкостей через отверстия насадок.....	108
2.3.3. Деформация капель, осаждающихся в центробежном поле	114
2.4. Размер капель при дроблении струй в центробежном экстракторе.....	125
Глава 3. ДВИЖЕНИЕ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ В ЖИДКОСТИ, ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ	138
3.1. Уравнения движения капли во вращающейся жидкости.....	138
3.2. Экспериментальное исследование по определению скорости капель во вращающейся среде.....	154
3.3. Режимы движения и коэффициенты сопротивления капель, движущихся в поле действия центробежных сил.....	173
3.4. Стесненное движение капель во вращающейся жидкой среде	194

Глава 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ОДНО- И ДВУХ- ФАЗНЫХ ВНУТРИТОРНЫХ РАДИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ.....	208
4.1. Теоретический анализ гидродинамического состояния двух- фазного потока при противоточном движении жидкостей через отверстия в момент инверсии фаз.....	208
4.2. Производительность центробежных аппаратов при одно- и двухфазном истечении через круговые щели насадочных устройств	215
Глава 5. МАССООТДАЧА В КАПЛЯХ, ДВИЖУЩИХСЯ В СРЕДЕ ДРУГОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ ...	222
5.1. Методы описания массопередачи в экстракционных аппаратах	222
5.2. Массопередача в центробежных экстракторах.....	229
5.3. Вывод функциональной зависимости по определению массопередачи в каплях в среде другой вращающейся жидкости.....	232
5.4. Экспериментальное определение параметров, обуславливаю- щих массопередачу в каплях	239
5.5. Массоперенос в каплях, движущихся по конусу в равномерно вращающейся жидкости (диффузионное сопротивление в дисперсной фазе).....	250
5.6. Массоперенос в одиночных каплях, движущихся в равномерно вращающейся вязкой жидкости	258
5.7. Массопередача в каплях при наличии «концевого эффекта»	266

Глава 6. ПРОДОЛЬНОЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЕ В КОНТАКТНОЙ ЗОНЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЭКСТРАКТОРА.....	275
6.1. Продольное перемешивание в экстракторе. Методика проведения исследования	275
6.2. Основные математические модели структуры потоков.....	276
6.3. Основные методы определения структуры потоков в аппаратах	279
6.4. Продольное перемешивание в каналах центробежного экстрактора при равномерном вращении	286
6.5. Продольное перемешивание в дисперсной фазе	288
6.6. Продольное перемешивание в сплошной фазе	299
Глава 7. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ЭКСТРАКЦИОННЫХ АППАРАТАХ.....	310
7.1. Проблемы интенсификации массообмена в аппаратах.....	310
7.2. Анализ гидродинамических параметров насадочных устройств центробежных экстракторов.....	317
7.3. Поэлементный анализ радиального движения потоков в центробежных экстракторах.....	320
7.4. Определение зависимости для профилирования ротора исходя из закономерностей массоотдачи	330
Глава 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ПОТОКОВ В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ЭКСТРАКТОРАХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-КОНТАКТНОГО ТИПА.....	361
8.1. Процесс разделения жидкостей в межтарельчатом пространстве центробежных аппаратов	361

8.2. Распределение скоростей потоков в центробежных аппаратах с профилированным ротором (в направлении оси вращения)	375
8.3. Окружная скорость радиальных потоков	393
8.4. Радиальная скорость дисперсной фазы в центробежном экстракторе	404
8.5. Расчетные зависимости по определению основных параметров центробежных экстракторов с профилированным ротором	409
8.5.1. Производительность центробежных экстракторов дифференциально-контактного типа	409
8.5.2. Поверхность контакта фаз в аппарате с профилированным ротором	419
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	426