

УДК [678.5.01:539.216.1].001.573
677.494.03.001.573



Издание осуществлено при поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований по проекту № 09-08-07035

Рецензент:
доктор тех. наук, проф. Е. В. Славнов

Труфанова Н. М., Щербинин А. Г., Янков В. И.

Плавление полимеров в экструдерах. — М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2009. — 336 с.

Проведено численное исследование движения и теплообмена полимера в пластицирующем экструдере. Рассмотрены все рабочие зоны экструдера: зона загрузки, зона задержки плавления, зона плавления и зона дозирования. Изучено влияние реологических и теплофизических свойств полимера, геометрии экструдера и технологических параметров на процессы плавления и теплообмена и рабочие характеристики экструдера. Приведены пути интенсификации процессов плавления полимеров.

Для научных и инженерно-технических работников промышленности переработки полимеров, главным образом промышленности химических волокон и пленок, а также для преподавателей, аспирантов и студентов, изучающих вопросы переработки пластмасс.

Табл.: 53. Ил.: 267. Библ.: 135 назв.

ISBN 978-5-93972-420-5

© Н. М. Труфанова, А. Г. Щербинин, 2009

© НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009

<http://shop.rcd.ru>
<http://ics.org.ru>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
ГЛАВА 1. ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗВИТИИ ТЕОРИИ ПЛАСТИЦИРУЮЩИХ ЭКСТРУДЕРОВ	8
Движение и теплообмен полимера в зоне загрузки экструдера	8
Процессы плавления полимеров в канале пластицирующего экструдера	11
ГЛАВА 2. ТЕЧЕНИЕ И ТЕПЛООБМЕН РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ В ВИНТОВОМ КАНАЛЕ ЭКСТРУДЕРА	20
Математическая модель процесса течения и теплообмена	20
Метод решения	26
ГЛАВА 3. ДВИЖЕНИЕ И ТЕПЛООБМЕН ПОЛИМЕРА В ЗОНАХ ЗАГРУЗКИ И ЗАДЕРЖКИ ПЛАВЛЕНИЯ ЭКСТРУДЕРА	30
Движение полимера в зоне загрузки	30
Математическая модель процессов тепломассообмена в зоне задержки плавления	46
Обсуждение результатов расчета	49
ГЛАВА 4. ПЛАВЛЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАНАЛЕ ЭКСТРУДЕРА	57
Математическая модель процесса плавления полимера и ее численная реализация	57
Основные закономерности процесса плавления полимеров в канале постоянной глубины	60
Влияние условий переработки и физических свойств полимера на скорость плавления	80
Особенности плавления полимеров в сходящемся канале экструдера	88

ГЛАВА 5. ТЕЧЕНИЕ ПОЛИМЕРА В ВИНТОВЫХ КАНАЛАХ ЭКСТРУДЕРА	106
Математическое описание процессов течения и теплообмена	106
Гидродинамический анализ изотермического течения аномально-вязких жидкостей в винтовом канале экструдера	108
Математические модели течения в канале экструдера	109
Сравнительный анализ численных моделей изотермической экструзии	119
ГЛАВА 6. ОБОБЩЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ ПЛАВЛЕНИЯ ТЕПЛОМАССООБМЕНА В КАНАЛЕ ЭКСТРУДЕРА	141
Математическое описание дозирующей зоны экструдера	141
Обобщенная математическая модель пластицирующего экструдера	144
Обсуждение результатов расчета	145
Увеличение производительности экструдера	158
Сравнение результатов расчета с экспериментальными данными	167
ГЛАВА 7. ВЛИЯНИЕ РАДИАЛЬНЫХ ЗАЗОРОВ НА РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКСТРУДЕРА	175
Математическое описание процесса утечек расплава полимера через радиальный зазор экструдера	175
Основные закономерности процессов тепломассопереноса в канале экструдера с учетом радиальных зазоров	181
Влияние радиальных зазоров на напорно-расходные характеристики экструдера	189
Влияние реологических свойств расплава полимера, технологических режимов и геометрии шнека на работу экструдера	192
ГЛАВА 8. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАВЛЕНИЯ В ЭКСТРУДЕРЕ	201
Конструкции шнеков, ускоряющих процессы плавления и гомогенизацию расплава	201
Постановка и метод решения задачи и плавление полимера в канале экструдера с барьерным гребнем	207
Обсуждение результатов расчета	209
Сравнительный анализ работы классических и неклассических экструдеров	218
Влияние зазора над барьерным гребнем на работу пластицирующего экструдера	223

Влияние реологических свойств расплава полимера и технологического режима на рабочие характеристики экструдеров с неклассической геометрией	224
Выбор температурного режима обогрева цилиндра экструдера	229
ГЛАВА 9. ПОТРЕБЛЯЕМАЯ ЭКСТРУДЕРОМ МОЩНОСТЬ	232
Максимальная производительность зоны загрузки	234
Мощность, потребляемая зоной загрузки	246
Мощность, потребляемая зоной задержки плавления	248
Мощность, потребляемая зоной плавления	249
Мощность, потребляемая зоной дозирования	251
ГЛАВА 10. МОДИФИЦИРОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАСООБМЕНА В КАНАЛЕ ЭКСТРУДЕРА	257
Математическая модель зоны плавления	257
Математическая модель по определению температуры шнека	264
Проверка адекватности модели	269
ГЛАВА 11. ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСА ПОЛИМЕРОВ В КАНАЛАХ ПЛАСТИЦИРУЮЩИХ ЭКСТРУДЕРОВ	277
Основные закономерности процессов движения, теплообмена и плавления полимеров в винтовых каналах пластицирующих экструдеров	277
Мощность, потребляемая экструдером	398
Смещение полимеров в экструдере	302
Исследование зависимости характеристик пластицирующего экструдера от изменения производительности и числа оборотов шнека	303
Влияние технологических и геометрических параметров на работу экструдера	316
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	326
ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	333