

УДК [678.5.01:539.216.1].001.573

677.494.03.001.573



Издание осуществлено при поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований по проекту № 09-08-07034

Рецензент:

доктор техн. наук, проф. Е. В. Славнов

Янков В. И., Глот И. О., Труфанова Н. М., Шакиров Н. В.

Течение полимеров в отверстиях фильер. Теория, расчет, практика. — М.—Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2010. — 368 с.

Приведены результаты численных исследований течения и теплообмена растворов и расплавов полимеров в отверстиях фильер для формования химических волокон. Изучено влияние геометрических размеров отверстий, реологических и теплофизических свойств полимеров на рабочие характеристики фильер. Приведено описание конструкций фильер и геометрии каналов для выпуска различных видов волокон, исследовано влияние точности изготовления отверстий на качество получаемых волокон.

Для научных и инженерно-технических работников промышленности химических волокон, для специалистов, занимающихся вопросами конструирования и изготовления фильер. Для студентов и аспирантов, изучающих вопросы переработки и формования волокон.

Табл. 47. Илл. 186. Библ. список 314 назв.

ISBN 978-5-93972-790-7

© **В. И. Янков**, И. О. Глот, Н. М. Труфанова, Н. В. Шакиров, 2010

© НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010

<http://shop.rcd.ru>

<http://ics.org.ru>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	7
ГЛАВА 1. ФИЛЬЕРЫ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ РАСТВОРОВ И РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ	10
Конструкции фильер	10
Форма и размеры отверстий фильер	15
Расположение отверстий на основании фильеры	22
Фильеры для бикомпонентных волокон	25
Фильеры для полых волокон	29
Фильеры для формования волокон из смесей полимеров	31
Требования к точности изготовления отверстий и шероховатости стенок каналов	33
Материалы, применяемые для изготовления фильер	34
Методы контроля качества фильер	43
ГЛАВА 2. ВЗАИМОСВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЛЬЕР С ПАРАМЕТРАМИ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ И СВОЙСТВАМИ ВОЛОКОН	49
Конструкционные материалы	49
Конструкция основания фильеры	50
Форма и размеры отверстий	51
Программа расположения отверстий	54
Точность изготовления отверстий и их износ при эксплуатации	56
ГЛАВА 3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕЧЕНИЯ АНОМАЛЬНО ВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ В ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ КАНАЛАХ	63
Постановка задачи	63
Особенности численной реализации	74

ГЛАВА 4. ДВИЖЕНИЕ И ТЕПЛООБМЕН РАСТВОРОВ И РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ В КАНАЛАХ ФИЛЬЕР	80
Течение в ступенчатых каналах	81
Течение в коническо-цилиндрических каналах фильер	92
ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ ПРИСТЕННОГО СКОЛЬЖЕНИЯ НА ПРОЦЕССЫ ТЕЧЕНИЯ В ОТВЕРСТИЯХ ФИЛЬЕР	124
Постановка задачи и граничные условия	124
Влияние пристенного скольжения на параметры течения полимеров в каналах фильер	127
ГЛАВА 6. НЕСТАЦИОНАРНОЕ ОДНОМЕРНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ ЖИДКОСТЕЙ В ПЛОСКИХ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КАНАЛАХ	135
Постановка задачи и метод решения.	
Течение в плоском канале	135
Особенности численной реализации	141
Особенности течения вязкоупругих жидкостей с различными уравнениями состояния в цилиндрических каналах	142
Напорно-расходные характеристики цилиндрических каналов	155
ГЛАВА 7. ДВУМЕРНОЕ НЕСТАЦИОНАРНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ ЖИДКОСТЕЙ В КАНАЛАХ ФИЛЬЕР	157
Постановка задачи	157
Методы решения и особенности численной реализации	159
Течение на входном участке канала	166
Течение в канале с внезапным сужением	170
Течение в коническо-цилиндрическом канале фильеры	178
Неизотермическое течение жидкости	186
Экспериментальное исследование течения вязкоупругих жидкостей в отверстиях фильер	190
ГЛАВА 8. ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОУПРУГИХ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ В КАНАЛАХ ФИЛЬЕР	196
Характеристики исследуемых растворов полимеров, фильерных каналов и режимов течения	196
Общая постановка задачи	198

Реологические соотношения и определение зависимостей для вязкости по напорно-расходным характеристикам	200
Исходная система уравнений и граничные условия задачи	209
Метод решения и особенности его реализации	211
Проверка адекватности модели	215
 ГЛАВА 9. АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ТЕЧЕНИЯ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ ЧЕРЕЗ ОТВЕРСТИЯ ФИЛЬЕР	 222
Закономерности течения через цилиндрические каналы	222
Параметры процесса течения через отверстия стандартной фильеры	234
 ГЛАВА 10. ОПТИМИЗАЦИЯ И РАСЧЕТ ФИЛЬЕРНЫХ КАНАЛОВ И ФИЛЬЕР	 246
Критерии оптимизации формы и размеров канала фильеры	246
Влияние заходного конуса	248
Влияние радиуса и длины калибрующего капилляра	254
Определение требований к точности изготовления отверстий фильер	256
Методика расчета фильер для формования волокон	262
 ГЛАВА 11. ДВУХСЛОЙНОЕ ТЕЧЕНИЕ РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КАНАЛАХ	 265
Установившееся двухслойное течение вязкоупругих жидкостей Уайта–Метцнера	271
Установившееся двухслойное течение нелинейных вязкоупругих жидкостей	280
Численное исследование двухслойного течения нелинейных вязкоупругих жидкостей	279
 ГЛАВА 12. ДВУМЕРНОЕ ТЕЧЕНИЕ РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ В КАНАЛАХ ФИЛЬЕР ПРИ ФОРМОВАНИИ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН	 289
Математическая модель течения	289
Метод решения и численная реализация	294

Участок гидродинамической стабилизации осесимметричного двухслойного течения	296
Неизотермическое двухслойное течение	305
Течение в канале с изотермической стенкой	307
Течение в канале с адиабатической стенкой	313
 ГЛАВА 13. ТЕЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В ПРОФИЛИРОВАННЫХ КАНАЛАХ	
Постановка задачи	317
Численная реализация задачи	325
 ГЛАВА 14. ТЕЧЕНИЕ РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ В ФИЛЬЕРАХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЬЮГИРОВАННЫХ ВОЛОКОН	
Конструкции фильер	333
Численное исследование процессов тепломассообмена в каналах фильер	339
 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	 354