

УДК 519.8: 541.64

ББК 3 973 - 018

М74

Научный редактор профессор И.А. АВЦИНОВ

Р е ц е н з е н т ы:

д.т.н. С. Л. ПОДВАЛЬНЫЙ

(Воронежский государственный технический университет);
кафедра информационных процессов и управления
Тамбовского государственного технического университета

Печатается по решению

редакционно-издательского совета

Воронежского государственного университета инженерных технологий

**Моделирование и контроль параметров качества в
М74 процессах растворной полимеризации** [Текст]: монография /
В. К. Битюков, С. Г. Тихомиров, В. Ф. Лебедев [и др.]; Воронеж.
гос. ун-т. ннж. технол. – Воронеж : ВГУИТ, 2011. – 172 с.

ISBN 978-5-89448-884-4

Монография посвящена развитию математического моделирования периодических и непрерывных технологических процессов растворной полимеризации с учетом связи этих моделей с показателями качества производимой продукции; созданию методов контроля, позволяющих на всех этапах производственного процесса в режиме реального времени по измеряемым значениям определенных физических характеристик технологического процесса оценивать важнейшие показатели качества производимых полимеров.

Монография предназначена для аспирантов, инженерно-технических работников химических производств и магистрантов, обучающихся по направлениям 220700.65 – «Автоматизация технологических процессов и производств» и 220400.65 – «Управление и информатика».

2804070000

УДК 519.8:541.64

М

Без объявл.

ББК 3 973-018

ОК2(03)-2011

ISBN 978-5-89448-884-4

© Битюков В.К., Тихомиров С.Г.,
Лебедев В.Ф, Хаустов И.А.,
Хвостов А.А., 2011

© ФГБОУ ВПО «Воронеж. гос. ун-т
инж. технол.», 2011

Оригинал-макет данного издания является собственностью Воронежского государственного университета инженерных технологий, его воспроизведение (воспроизведение) любым способом без согласия университета запрещается.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧЕСКИХ И НЕПРЕРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА ПОЛИМЕРОВ В РАСТВОРАХ.....	9
1.1 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕАКТОРОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.....	17
1.2 ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ.....	20
1.3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ РАСТВОРНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.....	29
1.4 УПРАВЛЕНИЕ РЕАКТОРОМ КАК ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ..	33
ГЛАВА 2. СОСТОЯНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ХИМИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАСТВОРНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.....	35
2.1 ТРЕБОВАНИЯ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ РАСТВОРНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.....	35
2.2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	36
2.2.1 Структурная дентификация.....	37
2.2.2 Параметрическая идентификация.....	38
2.2.3 Системный подход к структурному моделированию..	41
2.3 РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К СТРУКТУРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ.....	43
2.3.1 Стехиометрия химических реакций.....	43

2.3.2 Кинетика химических реакций.....	45
2.3.3 Термодинамика процесса в неравновесных системах.	47
2.3.4 Динамика промышленного реактора синтеза полимеров.....	49
2.4 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ СИНТЕЗА ПОЛИМЕРОВ....	55
2.5 КОНТРОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА	65
2.5.1 Анализ методов контроля показателей качества полимеров.....	65
2.5.2 Связь молекулярных характеристик полимера с реологическими параметрами его раствора.....	71
2.5.3 Определение эффективной вязкости по перепаду давлений на линейном участке трубопровода.....	76
2.5.4 Взаимосвязь вязкостных характеристик растворов полимера и мощности, затрачиваемой на перемешивание....	78
ГЛАВА 3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАСТВОРНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ С УЧЕТОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ И КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРОВ.....	84
3.1 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАСТВОРНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.....	84
3.1.1 Моделирование синтеза термоэластопластов.....	84
3.1.1.1 Исследование коэффициента теплопередачи для периодических процессов получения термоэластопластов....	89
3.1.1.2 Параметрическая идентификация математической модели синтеза термоэластопластов.....	96

3.1.2 Математическая модель периодического процесса растворной полимеризации, учитывающая динамику изменения структурно-молекулярных характеристик полимеров..	102
3.2 МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ РАСТВОРНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ КАУЧУКОВ С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ММР И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПОЛИМЕРОВ.....	106
3.2.1 Математическая модель непрерывного процесса синтеза полибутадиена.....	106
3.2.2 Моделирование молекулярно-массового распределения полимера по времени его пребывания в реакторах..	116
3.2.3 Моделирование функции распределения времени пребывания частиц потока раствора в реакторах.....	117
3.2.4 Моделирование функции распределения времени пребывания полимера в реакторном каскаде.....	121
ГЛАВА 4. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПОЛИМЕРОВ.....	127
4.1 СВЯЗЬ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСТВОРА ПОЛИМЕРА С ЕГО СТРУКТУРНО-МОЛЕКУЛЯРНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.....	128
4.2 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНО-МОЛЕКУЛЯРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРОВ НА ИХ ПЛАСТО-ЭЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.....	133
4.3 РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЛИМЕРА	137
4.3.1 Гидростатический метод контроля концентрации полимера и конверсии мономера в процессе растворной полимеризации.....	137
4.3.2 Метод контроля концентрации полимера и конверсии мономера по тепловому эффекту.....	141

4.4 РАЗРАБОТКА СИСТЕМ КОНТРОЛЯ СТРУКТУРНО-МОЛЕКУЛЯРНЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРА.....	146
4.4.1 Система контроля структурно-молекулярных и качественных характеристик линейных полимеров.....	147
4.4.2 Система контроля структурно-молекулярных и качественных характеристик разветвленных полимеров.....	152
4.4.3 Расчёт показателей качества по измеряемым параметрам.....	154
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	156
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	158