

УДК 678(075)
ББК 35.71я7
Г85

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Казанского национального исследовательского технологического университета*

*Рецензенты:
д-р хим. наук, доц. С. Р. Егорова
канд. техн. наук, доц. Ю. А. Аверьянова*

Григорьев Е. И.

Г85 Технология полимеров : практикум / Е. И. Григорьев, Е. Н. Черезова, Е. С. Макарова; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2021. – 156 с.

ISBN 978-5-7882-3070-2

Содержит теоретические сведения, вопросы для контроля знаний, а также лабораторные работы по технологии полимеров. Даны рекомендации по выполнению лабораторных работ, приведены методики синтеза и анализа полимеров, получаемых методами полимеризации, поликонденсации, полимераналогичных превращений, макромолекулярных реакций в газовой фазе, растворе, суспензии, и некоторые характерные промышленные технологические процессы (выделение, дегазация, очистка, стабилизация полимеров).

Предназначен для бакалавров, обучающихся по направлению 18.03.01 «Химическая технология» и изучающих дисциплину «Технология полимеров».

Подготовлен на кафедре технологии синтетического каучука.

**УДК 678(075)
ББК 35.71я7**

ISBN 978-5-7882-3070-2

© Григорьев Е. И., Черезова Е. Н.,
Макарова Е. С., 2021

© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА ПОЛИМЕРОВ	9
1.1. Из истории развития технологии получения полимеров	9
1.2. Основные особенности технологии синтеза полимеров	12
1.3. Химические методы синтеза и технологические способы получения полимеров	20
1.4. Термодинамика полимеризационных процессов. Тепловые эффекты реакции и энергии связи	27
1.4.1. Тепловые эффекты реакции и энергии связи	28
1.4.2. Способность мономеров к полимеризации	31
1.4.3. Предельная температура полимеризации и характеристика ее процессов	36
1.4.4. Влияние давления на предельную температуру	41
1.5. Реологические процессы в полимеризационных реакторах. Постановка задачи о течении реакционной массы в трубчатом реакторе	44
1.6. Гистерезисные явления при течении полимеризующейся жидкости в реакторе идеального вытеснения	46
1.7. Распределение скорости и степени превращения при проведении полимеризации в трубчатом реакторе	49
1.8. Тепловые эффекты в трубчатом реакторе. «Тепловой взрыв»	52
1.9. Реокинетические закономерности структурирования (отверждения) олигомеров и полимеров	53
1.10. Влияние температур стеклования и отверждения олигомеров на физическое состояние конечного материала	56
1.11. Отверждение олигомеров, состав олигомерных композиций, отвердители и отверждающие системы	58
1.12. Характеристики некоторых синтетических эластомеров, олигомеров и пластиков	66
1.12.1. Синтетические эластомеры	66
1.12.2. Олигомеры и пластики	72
1.13. Идентификация полимеров и полимерных материалов	75
1.13.1. Предварительные испытания полимеров	75
1.13.2. Растворимость полимеров	75

Задания и вопросы для контроля знаний	79
Вопросы для коллоквиумов.....	82
Тесты для контроля знаний	84
2. ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	89
2.1. Синтез полимеров	90
<i>Лабораторная работа 1. Полимеризация формальдегида</i> <i>в газовой фазе</i>	90
<i>Лабораторная работа 2. Получение поливинилового спирта</i> <i>щелочным методом.....</i>	91
<i>Лабораторная работа 3. Получение поливинилформала</i> <i>в растворе.....</i>	93
<i>Лабораторная работа 4. Получение тройного сополимера</i> <i>типа МСН суспензионным методом</i>	95
<i>Лабораторная работа 5. Получение полиамида 66 в растворе</i> <i>из соли гексаметиленадипината</i>	97
<i>Лабораторная работа 6. Получение олигомера каталитической</i> <i>деструкцией линейного алифатического полиэфира в растворе</i>	99
<i>Лабораторная работа 7. Получение цис-1,4-олигоизопрена</i> <i>озонолитической деструкцией каучука СКИ-3.....</i>	101
<i>Лабораторная работа 8. Получение эпоксидного олигомера</i> <i>и изготовление клея на его основе</i>	105
2.2. Выделение и очистка полимеров.....	108
2.2.1. Выделение полимеров из раствора и концентрирование латекса	108
<i>Лабораторная работа 9. Выделение каучука из раствора</i> <i>методом водной дегазации полимеризата</i>	111
<i>Лабораторная работа 10. Концентрирование латекса</i> <i>методом сливкоотделения.....</i>	113
2.2.2. Очистка полимеров от примесей и низкомолекулярных соединений	116
<i>Лабораторная работа 11. Очистка полимера методом</i> <i>переосаждения.....</i>	117
2.3. Стабилизация полимеров	118
2.3.1. Окисление полимеров	119
2.3.2. Ингибирование окисления карбоцепных полимеров.....	121
<i>Лабораторная работа 12. Введение стабилизатора в полимер</i> <i>в ходе выделения полимера из раствора.....</i>	124

3. ОБЩИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРОВ	127
3.1. Методы определения молекулярных масс полимеров	127
3.1.1. Химические метод определения молекулярной массы	127
3.1.1.1. Определение молекулярной массы полиэфиров	128
3.1.1.2. Определение молекулярной массы полиамидов	128
3.1.1.3. Определение молекулярной массы эпоксидных смол	129
3.1.2. Физические методы определения молекулярной массы	129
3.1.2.1. Криоскопический метод определения молекулярной массы.....	130
3.1.2.2. Вискозиметрический метод определения молекулярной массы	134
3.2. Методы определения функциональных групп	139
3.2.1. Определение кислотного числа.....	139
3.2.1.1. Определение частичного кислотного числа полиэфира	139
3.2.1.2. Определение полного кислотного числа полиэфира... ..	
3.2.2. Определение содержания гидроксильных групп	141
3.2.2.1. Определение гидроксильного числа сложных полиэфиров.....	142
3.2.2.2. Определение гидроксильного числа простых полиэфиров	143
3.2.3. Определение содержания ацетатных групп.....	144
3.2.4. Определение содержания функциональных групп поливинилформала	144
3.2.5. Определение аминного числа.....	146
3.2.6. Определение эпоксидных групп	147
3.2.7. Методы определения степени ненасыщенности	148
3.2.7.1. Определение степени ненасыщенности бромным методом	148
3.2.7.2. Определение степени ненасыщенности методом озонолиза	149
3.3. Определение растворимости полимера.....	150
3.4. Золь-гель анализ	151
Контрольные вопросы	152
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	155