

УДК 661.7

**Бухаров С.В.**

Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза : учебное пособие / С.В. Бухаров, Г.Н. Нугуманова; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 268 с.

ISBN 978-5-7882-1436-8

Рассмотрены физико-химические свойства, сырьевая база, химические закономерности протекания основных и побочных процессов получения, технологические схемы производства, области применения стабилизаторов полимеров, присадок к смазочным маслам и топливам, поверхностно-активных веществ, кремний-, фосфор- и металлоорганических соединений. Изложены теоретические основы процесса старения полимеров и механизмов действия стабилизаторов и присадок к смазочным маслам и топливам, дана классификация поверхностно-активных веществ, показано важное значение элементоорганических соединений в технологии современного тонкого органического синтеза.

Предназначено для магистров, обучающихся по направлению 240100.68 «Химическая технология» по программе «Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза», изучающих дисциплины «Химия тонкого органического синтеза», «Технология тонкого органического синтеза».

Подготовлено на кафедре технологии основного органического и нефтехимического синтеза.

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

Рецензенты: вед. науч. сотр. ИОФХ им. А.Е.Арбузова КНЦ РАН,  
д-р хим. наук, проф. *А.Р. Бурилов*  
канд. хим. наук, доцент каф. физической химии  
Казанского (Приволжского) федерального университета,  
*С.Р. Егорова*

ISBN 978-5-7882-1436-8

© Бухаров С.В., Нугуманова Г.Н., 2013

© Казанский национальный  
исследовательский технологический  
университет, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	6
<b>1. Химические добавки к полимерам, смазочным маслам и топливам</b> .....	7
<b>1.1. Старение полимеров и механизмы действия стабилизаторов</b> .....	7
<b>1.2. Аминные стабилизаторы</b> .....	14
1.2.1. Сырьевая база аминных стабилизаторов .....	15
1.2.2. Реакции, лежащие в основе получения аминных стабилизаторов.....	15
1.2.3. Производство аминных стабилизаторов.....	20
<b>1.3. Фенольные стабилизаторы</b> .....	32
1.3.1. Сырьевая база и классификация фенольных стабилизаторов.....	34
1.3.2. Реакции, лежащие в основе получения фенольных стабилизаторов.....	35
1.3.3. Производство фенольных стабилизаторов.....	43
<b>1.4. Фосфор-, серу- и металлсодержащие стабилизаторы</b> .....	48
1.4.1. Эфиры фосфористой кислоты.....	48
1.4.2. Эфиры тιο(дипропионовой) кислоты.....	50
1.4.3. Производство тιο(диалкилпропионатов).....	51
1.4.4. Металлсодержащие стабилизаторы.....	51
<b>1.5. Присадки к смазочным маслам</b> .....	55
1.5.1. Антиокислительные присадки (антиоксиданты, дезактиваторы металлов).....	55
1.5.2. Моющие и диспергирующие присадки.....	57
1.5.3. Противозадирные присадки.....	64
1.5.4. Вязкостные присадки.....	65
1.5.5. Депрессорные присадки.....	66
<b>1.6. Присадки к топливам</b> .....	66
1.6.1. Антидетонационные и продетонационные присадки... ..	67
1.6.2. Антиокислительные и диспергирующие присадки.....	71
1.6.3. Противокоррозионные, противонагарные и противодымные присадки.....	71
<b>2. Поверхностно-активные вещества</b> .....	73
<b>2.1. Классификация ПАВ</b> .....	73
	78

<b>2.2. Физико-химические свойства ПАВ и их растворов...</b>	
2.2.1. Адсорбционные свойства ПАВ.....	78
2.2.2. Объемные свойства ПАВ.....	82
2.2.3. Промышленное применение ПАВ.....	84
<b>2.3. Анионактивные ПАВ.....</b>	86
2.3.1. Алкилсульфаты.....	86
2.3.1.1. Сырьевая база первичных алкилсульфатов.....	87
2.3.1.2. Стадия сульфатирования алканолов .....	89
2.3.1.3. Стадия нейтрализации алкилсерных кислот.....	92
2.3.1.4.Технология и аппаратурное оформление произ- водства алкилсульфатов .....	93
2.3.1.5. Получение вторичных алкилсульфатов .....	98
2.3.2. Алкиларенсульфонаты .....	101
2.3.2.1. Сырьевая база и биоразлагаемость сульфонолов НП- 1, НП-2, НП-3 .....	102
2.3.2.2. Стадия хлорирования углеводородов .....	104
2.3.2.3. Стадии алкилирования бензола и сульфирования алкилбензолов .....	105
2.3.2.4. Технология производства алкилбензолсульфонатов ..	108
2.3.3. Алкилсульфонаты .....	112
2.3.3.1. Процесс сульфохлорирования .....	112
2.3.3.2. Процесс сульфоокисления .....	114
2.3.3.3. Первичные алкилсульфонаты .....	117
2.3.4. Олефинсульфонаты .....	118
<b>2.4. Катионактивные ПАВ .....</b>	122
2.4.1. Моноалкилдиметиламины .....	123
2.4.2. Четвертичные аммонийные основания .....	126
<b>2.5. Амфолитные ПАВ .....</b>	127
<b>2.6. Неионогенные ПАВ .....</b>	131
2.6.1. Методы получения неионогенных ПАВ .....	131
2.6.2. Технология производства неионогенных ПАВ .....	136
2.6.2.1. Непрерывный процесс оксиэтилирования .....	137
2.6.2.2. Полимерные неионогенные ПАВ .....	137
<b>2.7. Кремний- и фторсодержащие ПАВ .....</b>	142
<b>3. Элементоорганические соединения .....</b>	145
<b>3.1. Особенности химии и технологии элементо- органических соединений .....</b>	147
	151

<b>3.2. Кремнийорганические соединения</b> .....	151
3.2.1. Номенклатура кремнийорганических соединений .....	151
3.2.2. Кремнийорганические мономеры .....	153
3.2.2.1. Органохлорсиланы .....	153
3.2.2.2. Эфиры ортокремниевой кислоты и их производные ..	160
3.2.2.3. Гидроксиорганосиланы .....	167
3.2.3. Высокомолекулярные кремнийорганические соединения .....	168
3.2.3.1. Полиорганосилоксаны .....	168
3.2.3.2. Полиорганосилазаны .....	177
3.2.3.3. Полиэлементоорганосилоксаны .....	178
<b>3.3. Фосфорорганические соединения</b> .....	183
3.3.1. Производство метилмеркаптофоса .....	185
3.3.2. Производство N-фосфонометилглицина (глифосата) ..	188
3.3.3. Фосфорорганические антипирены .....	191
<b>3.4. Металлоорганические соединения</b> .....	193
3.4.1. Металлоорганические соединения с $\sigma$ -связями металл – углерод .....	194
3.4.1.1. Алюминийорганические соединения .....	195
3.4.1.2. Магнийорганические соединения .....	200
3.4.2. Металлоорганические комплексы и метало- комплексный катализ .....	204
3.4.2.1. Реакции кросс-сочетания .....	207
3.4.2.2. Реакции гидрирования .....	210
3.4.2.3. Реакции гидроформилирования .....	213
3.4.2.4. Активация алканов .....	217
<b>Библиографический список</b> .....	221
<b>Приложение 1</b> .....	225
<b>Приложение 2</b> .....	233