

УДК 661.666.4
ББК 24.124
Р17

Рецензенты:

Л. М. Левченко, д.х.н., вед. науч. сотр. лаборатории
химии углеродных материалов ИХХ СО РАН;

С. Я. Ходакова, к.т.н., зав. лабораторией № 71 ФГУП «ФНПЦ «Прогресс»

Раздьяконова, Г. И.

Р17 Технологии модификации технического углерода : монография /
Г. И. Раздьяконова, В. А. Лихолобов, О. А. Кохановская ; Минобрнауки
России, ОмГТУ ; ИППУ СО РАН. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2017. –
160 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-2437-7

В монографии приведены современные тенденции модификации технического углерода в естественных и лабораторных условиях. Подробно описаны факторы, влияющие на окисление технического углерода, а также состав и методы оценки состава модифицированного продукта. Представлены основные направления использования модифицированного технического углерода.

Предназначена для студентов, аспирантов, а также специалистов, работающих в сфере получения и исследования технического углерода.

УДК 661.666.4
ББК 24.124

*Печатается по решению научно-технического совета
Омского государственного технического университета.
Протокол № 1 от 24.01.2017 г.*

ISBN 978-5-8149-2437-7

© ОмГТУ, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1 МОДИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЧАСТИЦАМИ УГЛЕРОДА: ИСТОЧНИКИ И ПОСЛЕДСТВИЯ	8
1.1 СТРОЕНИЕ ЧАСТИЦ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА.....	11
1.2 ИСТОЧНИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ЕСТЕСТВЕННОЙ СРЕДЕ.....	13
1.3 ЭВОЛЮЦИЯ ПРЕВРАЩЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В АТМОСФЕРЕ	18
1.4 АЭРОБНОЕ СТАРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОЧВЕ. ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА МИКРОФЛОРУ ПОЧВЫ. РОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПРОЦЕССАХ САМООЧИЩЕНИЯ ПОЧВЫ ОТ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ.....	20
ГЛАВА 2 ТЕХНОЛОГИИ МОДИФИКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА (МЕХАНИЧЕСКОЙ, ФИЗИЧЕСКОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ)	24
ГЛАВА 3 ПОИСКИ ТЕХНОЛОГИЙ МОДИФИКАЦИИ ПЕЧНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЯ КАНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В РЕЗИНАХ.....	28
3.1 ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВ КАНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА	29
3.2 ТИПИЧНЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИН, НАПОЛНЕННЫХ КАНАЛЬНЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ К354 И ЕГО ЗАМЕНИТЕЛЯМИ.....	36
3.3 ЗАМЕНИТЕЛИ КАНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА, ПРЕДЛОЖЕННЫЕ ЗАРУБЕЖНЫМИ ФИРМАМИ.....	38
3.4 АНАЛИЗ РАЗРАБОТОК В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ КАНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В МИРЕ.....	41
3.4.1 Окисление технического углерода в газовой фазе.....	41
3.4.2 Модификация технического углерода органическими соединениями, содержащими функциональные группы.....	42
3.4.3 Модификация технического углерода двуокисью кремния	43
3.4.4 Модификация технического углерода углеродными материалами	45
3.5 ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЯ КАНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В РЕАКТОРЕ	45
3.5.1 Совершенствование технологии получения печного технического углерода	45

3.5.2 Совершенствование технологии получения канального технического углерода	46
ГЛАВА 4 НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА.....	48
4.1 ПИГМЕНТЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА	48
4.2 КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА ТИПОГРАФСКОЙ КРАСКИ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА.....	49
4.2.1 Придание цветового тона и оттенка	49
4.2.2 Придание цветового тона и получение определённой вязкости	49
4.2.3 Насыщенность цветового тона и оттенок	50
4.2.4 Реология.....	50
4.2.5 Структурность.....	50
4.3 УДЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ.....	52
4.4 КРАСКИ, ПОДВЕРГАЕМЫЕ СУШКЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЕМ	52
4.5 ТИПОГРАФСКИЕ КРАСКИ	52
4.6 ПЕЧАТНЫЕ КРАСКИ ДЛЯ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ НА БУМАГЕ С ПОКРЫТИЕМ	53
4.7 ПЕЧАТНЫЕ КРАСКИ ДЛЯ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ НА БУМАГЕ БЕЗ ПОКРЫТИЯ.....	53
4.8 КРАСКИ ДЛЯ ПЕЧАТИ НА ГАЗЕТНОЙ БУМАГЕ	53
4.9 ПЕЧАТНЫЕ КРАСКИ ДЛЯ ЖУРНАЛОВ	54
4.10 КРАСКИ ДЛЯ ПЕЧАТИ НА ДЕКОРАТИВНОЙ БУМАГЕ И УПАКОВКЕ	54
4.11 КРАСКИ, ЗАКРЕПЛЯЕМЫЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ/ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СУШКОЙ (UV/EBC)	54
4.12 ПРОВОДЯЩИЕ ПЕЧАТНЫЕ КРАСКИ	55
4.13 КРАСКИ ДЛЯ ПЕЧАТИ НА МЕТАЛЛЕ	55
4.14 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ (МАЛОФОРМАТНАЯ ОФСЕТНАЯ ПЕЧАТЬ, ГРАВИРОВАНИЕ НА МЕТАЛЛЕ).....	55
4.15 ПИГМЕНТНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ДЛЯ ПЛАСТМАСС	56
4.16 ПИГМЕНТНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ДЛЯ ОКРАШИВАНИЯ ПЛАСТМАСС ..	56
4.17 ПИГМЕНТНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПЛАСТМАСС ОТ УФ- ИЗЛУЧЕНИЯ.....	58

4.18 ТЕХНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД, ПРИДАЮЩИЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ПЛАСТМАССАМ.....	59
4.19 ПИГМЕНТНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД ДЛЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ	60
4.20 КРИТЕРИИ ВЫБОРА ПИГМЕНТНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА ДЛЯ ЛАКОВ.....	60
ГЛАВА 5 ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ РЕЗИН, НАПОЛНЕННЫХ ОКИСЛЕННЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ	63
5.1 ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА УПРУГО- РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИН	63
5.2 ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА "СВЯЗАННЫЙ КАУЧУК"	74
ГЛАВА 6 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ НА ТЕХНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД	80
6.1 ОКИСЛЕНИЕ АЗОТНОЙ КИСЛОТОЙ	80
6.2 ОКИСЛЕНИЕ СМЕСЬЮ АЗОТНОЙ И СЕРНОЙ КИСЛОТ	81
6.3 ОКИСЛЕНИЕ ГИПОХЛОРИТОМ НАТРИЯ	81
6.4 МЕХАНОХИМИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА	81
6.5 ОКИСЛЕНИЕ ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА	82
6.6 ОКИСЛЕНИЕ ОЗОНОМ.....	85
6.7 ОКИСЛЕНИЕ ПЕРМАНГАНАТОМ КАЛИЯ	87
ГЛАВА 7 ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА СПОСОБНОСТЬ К ОКИСЛЕНИЮ	89
7.1 ПАРАМЕТРЫ НАНОСТРУКТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА	89
7.2 ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГРУПП НА НАНОСТРУКТУРУ УГЛЕРОДНОГО СЛОЯ.....	94
7.3 ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТЬ РЕЗИН	98
7.4 ГИДРОФИЛЬНО-ГИДРОФОБНОЕ ОБРАЩЕНИЕ УГЛЕРОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОКИСЛЕНИИ	98
ГЛАВА 8 ГАЗИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА.....	100
8.1 КИНЕТИКА ПРОЦЕССА	100
8.2 СЕЛЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА	102

8.3 СПОСОБНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА К ГАЗИФИКАЦИИ.....	103
ГЛАВА 9 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СОСТАВ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И МЕТОДЫ ЕГО ОЦЕНКИ	105
9.1 ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОТОНОГЕННЫХ ГРУПП.....	106
9.2 ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОТОНОГЕННЫХ ГРУПП (МЕТОД БЁМА).....	107
9.3 МЕТОД ТЕРМОДЕСОРБЦИИ С ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП	108
9.4 РЕНТГЕНОВСКАЯ ФОТОЭЛЕКТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ XPS И СПЕКТРОСКОПИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ ВБЛИЗИ КРАЯ ПОГЛОЩЕНИЯ NEXAFS ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА.....	111
9.5 ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ.....	111
ГЛАВА 10 АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ РЕЗИН, НАПОЛНЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ.....	113
10.1 ПРИМЕНЕНИЕ НАНОАНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА К ИССЛЕДОВАНИЮ КОМПОЗИТОВ, НАПОЛНЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ	113
10.2 ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ ЯМР И ЭПР ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КОМПОЗИТОВ	118
ГЛАВА 11 ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ ГИДРОФОБНО-ГИДРОФИЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ НАПОЛНИТЕЛЕЙ И РЕЗИН	124
11.1 ЗАВИСИМОСТЬ ПОЛЯРНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ ЭЛАСТОМЕРНАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ ОТ РН ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА	124
11.2 ВЛИЯНИЕ ГИДРОФИЛЬНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА ПОВЕРХНОСТНУЮ ЭНЕРГИЮ СОДЕРЖАЩИХ ЕГО РЕЗИН	130
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	135
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	136
АВТОРСКО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	157