

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора

РХТУ им. Д. И. Менделеева,

доктор технических наук

И.В. Воротынцев



« 15 » ноября 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Структура и свойства высокопористых полимерных материалов, полученных полимеризацией дисперсионной среды обратных высококонцентрированных эмульсий» по научной специальности 02.00.11 – «Коллоидная химия» выполнена на кафедре наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

В процессе подготовки диссертации Широких Сергей Александрович, «23» октября 1995 года рождения, обучается в аспирантуре РХТУ им. Д.И. Менделеева с 01 сентября 2019 года по настоящее время.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов (справка об обучении) выдано РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2021 году.

Научный руководитель - доктор химических наук по специальности 02.00.11, профессор кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева Королёва Марина Юрьевна.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Структура и свойства высокопористых полимерных материалов, полученных полимеризацией дисперсионной среды обратных высококонцентрированных эмульсий» принято следующее заключение:

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена применимостью пористых полимерных материалов в качестве сорбентов нефтепродуктов. Данные материалы могут быть получены полимеризацией дисперсионной среды обратных высококонцентрированных эмульсий. Изменяя долю дисперсной фазы, соотношения мономеров в дисперсионной среде, концентрацию поверхностно-активного вещества в исходных эмульсиях, можно получать полимерные материалы с заранее заданными размером пор и пористостью. Из-за протекания процессов коалесценции и оствальдова созревания в исходных эмульсиях, особенно интенсивных при термически инициируемой полимеризации, может изменяться структура пор в полимерном материале и их размер может быть значительно больше размера капель дисперсной фазы. Соответственно, является необходимым изучение устойчивости обратных высококонцентрированных эмульсий с мономерами в дисперсионной среде для получения пористых полимерных материалов на их основе и сопоставление свойств исходных эмульсий и пористых полимерных материалов.

Научная новизна заключается в следующем:

Показано, что устойчивость к коалесценции обратных высококонцентрированных эмульсий с мономерами в дисперсионной среде с долей дисперсной фазы 0,95 при 25 и 65 °С увеличивалась при увеличении концентрации поверхностно-активного вещества сорбитанмоноолеата от 1,5 до 20 об.%, уменьшении концентрации дивинилбензола в дисперсионной среде, увеличении концентрации и размера наночастиц магнетита.

При включении в состав дисперсной фазы обратных высококонцентрированных эмульсий NaCl скорость оствальдова созревания и коалесценции при температуре 25 и 65 °С уменьшалась. Показано, что включение электролита в дисперсную фазу эмульсий необходимо для получения пористых полимерных материалов с более мелкими порами при инициировании полимеризации маслорастворимым пероксидом бензоила.

Установлена взаимосвязь между структурой и размером пор в пористых сополимерах стирола и дивинилбензола и устойчивостью исходных эмульсий к коалесценции и оствальдову созреванию. Установлены условия образования

вторичных отверстий в стенках пор сополимеров стирола и дивинилбензола. Показано, что можно получать пористые сополимеры стирола и дивинилбензола с одинаковым диаметром пор и разным средним диаметром вторичных отверстий.

Практическая ценность работы заключается в следующем:

определены условия получения пористых сополимеров стирола и дивинилбензола с размером пор в диапазоне 3-45 мкм полимеризацией дисперсионной среды обратных высококонцентрированных эмульсий.

Получены образцы сополимеров стирола и дивинилбензола с пористостью до 95% для сорбции нефтепродуктов с вязкостью от 1 до 670 мПа·с с сорбционной емкостью до 25 кг/кг. Показана эффективность сорбентов при сорбции нефтепродукта с поверхности как бидистиллированной, так и модельной морской воды. Образцы сохраняли плавучесть более 7 сут. Показано, что даже в случае поглощения сорбентами воды, она вытеснялась нефтепродуктами с течением времени.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 23 работах в научных журналах и в сборниках трудов конференций, в том числе в 4 статьях в журналах, входящих в международные базы данных: Коллоидный журнал (WoS, Scopus), Mendeleev Communications (WoS, Scopus), Polymer Testing (WoS, Scopus), получен 1 патент РФ на изобретение.

Результаты работы были представлены на Международных конференциях молодых ученых по химии и химической технологии МКХТ-2017, МКХТ-2018, МКХТ-2019, МКХТ-2020, МКХТ-2021 (Москва, 2017-2021), Международной конференции Химическая технология функциональных наноматериалов (Москва, 2017), IX-XI ежегодных конференциях Нанотехнологического общества России (Москва, 2018-2020), Международной конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения академика Б.А. Пурина "Экстракция и мембранные методы в разделении веществ" (Москва, 2018), III и IV междисциплинарном научном форуме с международным участием «Новые материалы и перспективные технологии» (Москва, 2017, 2018), V Международной научно-практической

конференции «Нефтепромысловая химия» (Москва, 2018), the 33d Conference of the European Colloid and Interface Society (Leuven, Belgium, 2019).

Основные публикации по теме диссертации:

1. Королёва М.Ю., Щербаков В.А., Хасанова Л.Х., Ракитин А.И., **Широких С.А.**, Юртов Е.В. Устойчивость обратных высококонцентрированных эмульсий и структура высокопористого полистирола, полученного на их основе // Коллоидный журнал. — 2018. — Т. 80. — №. 3. — С. 290-299.

2. Koroleva M.Yu., **Shirokikh S.A.**, Khasanova L.Kh., Babusenko E.S., Yurtov E.V. Highly porous polymeric sponges for oil sorption //Mendeleev Communications. — 2019. — V.29. — P. 176-177.

3. Koroleva M.Y., **Shirokikh S.A.**, Zagoskin P.S., Yurtov E.V. Controlling pore sizes in highly porous Poly(Styrene-Divinylbenzene) sponges for preferable oil sorption // Polymer Testing. — 2019. — V. 77. — P. 105931.

4. **Широких С.А.**, Кулиева Л.Э., Королёва М.Ю., Юртов Е.В. Влияние устойчивости высококонцентрированных эмульсий со стиролом и дивинилбензолом на структуру высокопористого сополимера на их основе // Коллоидный журнал. — 2020. — Т. 82. — №. 6. — С. 771-780.

5. Щербаков В.А., Королёва М.Ю., Хасанова Л.Х., **Широких С.А.**, Ракитин С.И., Юртов Е.В. Способ получения макропористого полимерного композиционного материала с магнитными наночастицами для устранения разливов нефтепродуктов с поверхности воды: пат. RU 2680044 С1 Рос. Федерация; заявл. 26.12.2017; опубл. 14.02.2019.

6. Щербаков В.А., **Широких С.А.**, Ракитин А.И., Хасанова Л. Х., Королёва М.Ю., Юртов Е.В. Влияние магнитных наночастиц на гидрофобные свойства высокопористого полимера // Сборник материалов Международной конференции Химическая технология функциональных наноматериалов. — РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. — С. 294-296.

7. Щербаков В.А., Хасанова Л.Х., **Широких С.А.**, Ракитин А.И., Королёва М.Ю. Влияние инициатора полимеризации на размер пор и сорбционные свойства высокопористого сополимера стирола и дивинилбензола // Сборник материалов Третьего междисциплинарного молодежного научного форума с международным участием "Новые материалы". — Москва, 2017. — С. 535-539.

8. Щербаков В.А., Хасанова Л.Х., **Широких С.А.**, Ракитин А.И., Анисимова Е.Д., Корчагина М.Г., Королёва М.Ю. Изучение влияния концентрации пероксид бензоила на размер пор высокопористого сополимера стирола и дивинилбензола // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. — 2017. — Т. 31, № 13(194). — С. 26-28.

9. Щербаков В.А., Хасанова Л.Х., Ракитин А.И., **Широких С.А.**, Корчагина М.Г., Анисимова Е.Д., Королёва М.Ю. Изучение гидрофобности нанокompозита на основе высокопористого сополимера стирола и дивинилбензола // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. — 2017. — Т. 31, № 13(194). — С. 45-47.

10. Щербаков В.А., Хасанова Л.Х., Ракитин А.И., **Широких С.А.**, Королёва М.Ю., Юртов Е.В. Влияние природы инициатора полимеризации на размер пор высокопористых полимерных материалов // Труды Кольского научного центра РАН. — 2017. — №. 5-1(8). — С. 229-233.

11. **Широких С.А.**, Ракитин А.И., Хасанова Л.Х., Королева М.Ю., Юртов Е.В. Влияние концентрации магнитных наночастиц на размер пор высокопористого сополимера стирола и дивинилбензола // Сборник тезисов IX ежегодной конференции Нанотехнологического общества России. — 2018. — С. 67-69.

12. **Широких С.А.**, Ванесян А.А., Загоскин П.С., Королёва М.Ю., Юртов Е.В. Изучение поглощения нефтепродуктов и воды высокопористым полимерным материалом // Тез. докл. Международной конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения академика Б. А. Пурина "Экстракция и мембранные методы в разделении веществ". — 2018. — С. 63-64.

13. **Широких С.А.**, Хасанова Л.Х., Ракитин А.И., Королёва М.Ю., Юртов Е.В. Изучение сорбционных свойств высокопористого полимерного композита с наночастицами магнетита // Четвёртый междисциплинарный научный форум Новые материалы и перспективные технологии. — Т. 3. — Москва: Москва, 2018. — С. 515-517.

14. **Широких С.А.**, Хасанова Л.Х., Ракитин А.И., Королёва М.Ю. Сорбция нефтепродуктов высокопористыми полимерами с разным размером пор //

Материалы V Международной научно-практической конференции. — 2018. — С. 97-98.

15. **Широких С.А.**, Хасанова Л.Х., Ракитин А.И., Ванесян А.А., Королева М.Ю. Влияние концентрации наночастиц магнетита на гидрофобные свойства высокопористого композита // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр.— 2018.— Т. 32.— №10.— С. 64-66.

16. **Широких С.А.**, Хасанова Л.Х., Ракитин А.И., Загоскин П.С., Королева М.Ю. Исследование зависимости размера пор высокопористого полимера, полученного на основе высоко-концентрированных обратных эмульсий, от концентрации NaCl // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. — 2018. — Т. 32. — № 10. — С. 67-69.

17. **Широких С.А.**, Каракатенко Е.Ю., Королёва М.Ю., Юртов Е.В. Получение высокопористых композитных материалов на основе сополимеров стирола и дивинилбензола с наночастицами гидроксиапатита // Четвертый междисциплинарный научный форум с международным участием Новые материалы и перспективные технологии. — Т. 1. — Москва, 2018. — С. 552-554.

18. Мельников В.В., **Широких С.А.**, Хасанова Л.Х., Каракатенко Е.Ю., Королева М.Ю. Получение высокопористых полимерных материалов с наночастицами гидроксиапатита // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр.— 2018.— Т. 32. — № 10. — С. 33-35.

19. Koroleva M., **Shirokikh S.**, Yurtov E., Structures of highly porous polymers prepared from highly concentrated W/O emulsions // Book of Abstracts of the 33d Conference of the European Colloid and Interface Society. — 2019. — P. 160.

20. Загоскин П.С., **Широких С.А.**, Королёва М.Ю., Юртов Е.В. Изучение скорости сорбции нефтепродуктов с различной вязкостью высокопористыми сополимерами стирола и дивинилбензола // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. — 2019. — Т. 33 — № 10. — С. 14-16.

21. Кулиева Л.Э., **Широких С.А.**, Загоскин П.С., Королёва М.Ю., Юртов Е.В. Изучение влияния состава дисперсионной среды на устойчивость высококонцентрированных обратных эмульсий // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. — 2019. — Т. 33, № 10. — С. 20-22.

22. **Широких С.А.**, Крылов Д.И., Загоскин П.С., Королёва М.Ю. Изучение влияния размера вторичных отверстий на сорбционные свойства высокопористого сополимера стирола и дивинилбензола // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. — 2020. — Т. 34, № 8. — С. 118-120.

23. **Shirokikh S.A.**, Koroleva M.Y., Montalvan-Estrada A., Yurtov E.V. Highly porous polymeric composite with γ -Fe₂O₃ nanoparticles for oil products sorption // Revista Cubana de Química. — 2020. — Vol. 32(1). — P.104-116.

24. Кулиева Л.Э., **Широких С.А.**, Загоскин П.С., Королёва М.Ю., Юртов Е.В. Влияние концентрации магнитных наночастиц на устойчивость высококонцентрированных обратных эмульсий на основе сополимера стирола и дивинилбензола // Сборник тезисов XI ежегодной конференции Нанотехнологического общества России. — 2020. — С. 45-46.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация Широких Сергея Александровича, посвященная изучению структуры и свойств высокопористых полимерных материалов, полученных полимеризацией дисперсионной среды обратных высококонцентрированных эмульсий, соответствует паспорту специальности научных работников 02.00.11 – Коллоидная химия в части п.1 «Поверхностные силы, устойчивость коллоидных систем, смачивание и адсорбция» и п.6 «Коллоидно-химические принципы создания нанокмозитов и наноструктурированных систем». Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Широких Сергея Александровича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Широких Сергею Александровичу; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям

Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Структура и свойства высокопористых полимерных материалов, полученных полимеризацией дисперсионной среды обратных высококонцентрированных эмульсий» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.11 – Коллоидная химия.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, состоявшемся «10» ноября 2021 года, протокол № 06. В обсуждении приняли участие: и.о. зав. каф., д.х.н. Королева М.Ю.; доц., к.х.н. Мурашова Н.М.; доц., к.х.н. Мурадова А.Г.; ст. преп. Шарапаев А.И.; проф., д.т.н. Корнилов Д.Ю. Принимало участие в голосовании 5 человек. Результаты голосования: «За» - 5 человек, «Против» - нет, воздержались - нет, протокол № 06 от 10 ноября 2021 года.

Руководитель структурного подразделения:

и.о. заведующего кафедрой
наноматериалов
и нанотехнологии, д.х.н.



Королёва М.Ю.

Секретарь заседания:

заведующий лабораторией кафедры
наноматериалов и нанотехнологии



Мищенко Е.В.