

Заключение диссертационного совета МГУ.01.01

по диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Решение диссертационного совета от «09» июня 2022 г. №10

О присуждении Анахову Михаилу Владимировичу, гражданину Российской Федерации,
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Компьютерное моделирование набухания полимерных микрогелей в смесях двух несовместимых жидкостей» по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения принята к защите диссертационным советом МГУ.01.01 21 апреля 2022 г., протокол № 5.

Соискатель Анахов Михаил Владимирович 1994 года рождения, в 2017 году окончил магистратуру Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», в 2021 году окончил аспирантуру физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Соискатель работает ведущим инженером на кафедре физики полимеров и кристаллов физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Диссертация выполнена на кафедре физики полимеров и кристаллов физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Научный руководитель – Потемкин Игорь Иванович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, профессор кафедры физики полимеров и кристаллов физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Ярославов Александр Анатольевич, доктор химических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»,

Даринский Анатолий Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Института высокомолекулярных соединений РАН,

Субботин Андрей Валентинович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, из них 5 статей, опубликованных, в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 02.00.06.

Перечень статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и RSCI:

1. Kleinschmidt D., Nothdurft K., Anakhov M.V., Meyer A.A., Mork M., Gumerov R.A., Potemkin I.I., Richtering W., Pich A. Microgel organocatalysts: modulation of reaction rates at liquid–liquid interfaces // *Mater. Adv.* 2020. Vol. 1, № 8. P. 2983–2993. Импакт-фактора нет. (Вклад 0,3)

2. Anakhov M.V., Gumerov R.A., Richtering W., Pich A., Potemkin I.I. Scavenging One of the Liquids versus Emulsion Stabilization by Microgels in a Mixture of Two Immiscible Liquids // *ACS Macro Lett.* 2020. Vol. 9, № 5. P. 736–742. Импакт-фактор WoS 6.903. (Вклад 0,7)

3. Kleinschmidt D., Fernandes M.S., Mork M., Meyer A.A., Krischel J., Anakhov M.V., Gumerov R.A., Potemkin I.I., Rueping M., Pich A. Enhanced catalyst performance through compartmentalization exemplified by colloidal L-proline modified microgel catalysts // *J. Colloid Interface Sci.* 2020. Vol. 559. P. 76–87. Импакт-фактор WoS 8.128. (Вклад 0,3)

4. Anakhov M.V., Gumerov R.A., Potemkin I.I. Stimuli-responsive aqueous microgels: properties and applications // *Mendelev Commun.* 2020. Vol. 30, № 5. P. 555–562. Импакт-фактор WoS 1.786. (Вклад 0,6)

5. Anakhov M.V., Gumerov R.A., Potemkin I.I. Enhanced scavenging of a minor component from mixtures of two immiscible liquids by hollow polymer microgels // *Mol. Syst. Des. Eng.* 2022. Vol. 7, № 3. P. 285–293. Импакт-фактор WoS 4.935. (Вклад 0,7)

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высокой профессиональной квалификацией и наличием публикаций в области физики высокомолекулярных соединений.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований подробно изучено поведение полимерных микрогелей в смесях несовместимых жидкостей и решены научные задачи, имеющие значение для развития физики полимерных систем.

Основные результаты и их значимость:

1. С помощью компьютерного моделирования показан механизм влияния температуры на скорость межфазной каталитической реакции, в которой катализатор встроен в структуру термочувствительного микрогеля. Предложенный соискателем механизм объясняет обнаруженное в эксперименте нелинейное увеличение скорости межфазной каталитической реакции с температурой. Данный результат позволяет глубже понять физические причины, определяющие каталитическую активность термочувствительных микрогелей-катализаторов на границе жидкостей, что является важным шагом в разработке эффективных инструментов межфазного катализа.

2. Продемонстрирована возможность селективного поглощения минорной компоненты ассиметричной смеси несовместимых жидкостей полимерными микрогелями. Данный эффект позволяет объяснить ряд экспериментальных результатов. В частности, в работе соискатель показывает, что наблюдаемый в эксперименте рост скорости каталитической реакции при локализации катализатора в ядре микрогеля может объясняться именно селективным поглощением плохо растворимых в воде реагентов. С практической точки зрения, обнаруженный соискателем эффект селективного поглощения открывает перспективы использования микрогелей для очистки систем от остатков жидкостей, а также расширяет потенциал использования микрогелей в каталитических системах, в которых реагенты плохо совместимы с растворителями.

3. Выявлены особенности явления селективного поглощения минорной компоненты смеси несовместимых жидкостей полыми микрогелями. Показано, что такие микрогели способны поглощать минорную жидкость в двух режимах – оболочкой и полостью. Кроме того, продемонстрировано, что «мягкие» полые микрогели деформируются в процессе селективного поглощения, что открывает перспективы для синтеза несферических сетчатых макромолекул.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Нелинейное возрастание скорости каталитического процесса, проходящего на межфазной границе вода/реагенты, с температурой обусловлено ухудшением растворимости термочувствительного микрогеля в воде, которое приводит к смещению термочувствительных микрогелей в фазу субстратов реакции и росту вероятности контакта между катализатором и реагентами.

2. Полимерный микрогель, помещенный в ассиметричную смесь несовместимых жидкостей, селективно поглощает минорную компоненту. При этом основной причиной

поглощения является несовместимость между молекулами жидкостей, взаимодействие между которыми при поглощении экранируется сегментами микрогеля.

3. Поглотившие минорную жидкость микрогели способны сохранять коллоидную стабильность при достаточно малой концентрации минорной жидкости в системе.

4. Для полых микрогелей поглощение может реализовываться в одном из двух режимов – оболочкой или полостью – в зависимости от концентрации минорной компоненты. При поглощении минорной жидкости оболочкой «мягкие» полые микрогели, характеризующиеся достаточно малой плотностью сшивки или большим размером полости, способны к сильной деформации.

5. Емкость полых микрогелей значительно превышает емкость микрогелей с регулярной структурой, обладающих аналогичным размером в хорошем растворителе. Это, в свою очередь, ведет к большей устойчивости полых микрогелей к агрегации.

На заседании 09.06.2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Анахову М.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» -14, «против» - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель
диссертационного совета МГУ.01.01
доктор физико-математических наук,
академик РАН

А.Р. Хохлов

Ученый секретарь
диссертационного совета МГУ.01.01
кандидат физико-математических наук, доцент

И.А. Малышкина

09 июня 2022 г.

Подписи А.Р. Хохлова и И.А. Малышкиной удостоверяю.
Ученый секретарь физического факультета МГУ,
профессор

В.А. Караван