

«Утверждаю»

Заместитель директора
ИОНХ РАН,
чл.-корр. РАН, д.х.н.



К. Ю. Жижин

«23» декабря 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук
(ИОНХ РАН)

Диссертация «Экстракция алифатических и ароматических кислот в двухфазной водной системе на основе полиэтиленгликоля 1500 и сульфата натрия» выполнена в Лаборатории теоретических основ химической технологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук.

В период подготовки диссертации в 2018-2021 гг. соискатель Зиновьева Инна Владимировна работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук в должности младшего научного сотрудника.

Научные руководители – Вошкин Андрей Алексеевич, заместитель директора по научной работе ИОНХ РАН, заведующий лабораторией теоретических основ химической технологии ИОНХ РАН, доктор технических наук и Заходяева Юлия Алексеевна, старший научный сотрудник лаборатории теоретических основ химической технологии ИОНХ РАН, кандидат химических наук. Наличие двух руководителей обусловлено междисциплинарностью исследования, включающего как изучение межфазного распределения органических веществ в экстракционных системах, так и разработку физико-химических основ процесса экстракции и его интенсификации.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Оценка выполненной соискателем работы.

В рамках диссертационной работы Зиновьевой Инной Владимировной исследовано межфазное распределение ряда алифатических и ароматических кислот в двухфазной водной системе на основе полиэтиленгликоля 1500 и сульфата натрия. Изучено влияние параметров процесса (исходной концентрации кислоты, pH, температуры, содержания компонентов экстракционной системы, молекулярной массы полимера и др.) на процесс

экстракционного извлечения рассматриваемого ряда кислот. Разработаны физико-химические основы процесса экстракции карбоновых кислот в двухфазных системах на основе полиэтиленгликоля 1500 и сульфата натрия. Показана возможность практического применения предложенных экстракционных систем для решения актуальной задачи выделения молочной кислоты из раствора ферментации. Показана возможность интенсификации процесса экстракции сульфосалициловой кислоты в двухфазной водной системе с использованием ультразвука.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.

Диссертантом спланирована и выполнена экспериментальная часть, анализ, и систематизация полученных результатов. Совместно с соавторами диссертант принимал участие в подготовке научных статей и докладов на конференции. Совместно с научными руководителями осуществлено обобщение результатов и сформулированы выводы по работе.

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием комплекса современных инструментальных методов физико-химического анализа, высокой воспроизводимостью и статистической оценкой погрешности экспериментальных данных. Основные результаты работы опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах и материалах конференций в области химической технологии.

Научная новизна и практическая значимость исследования.

Впервые изучены и обобщены закономерности межфазного распределения монокарбоновых алифатических и ароматических кислот в двухфазной водной системе на основе полиэтиленгликоля 1500 и сульфата натрия. Получены зависимости количественных характеристик экстракции исследуемых кислот от параметров проведения процесса. Разработаны физико-химические основы процесса экстракции карбоновых кислот в системах с полиэтиленгликолем 1500 и сульфатом натрия. Разработана новая технологическая схема выделения карбоновой кислоты из раствора ферментации с использованием двухфазной водной системы на основе полиэтиленгликоля 1500 и сульфата натрия. Впервые показана возможность интенсификации процесса экстракционного извлечения на примере сульфосалициловой кислоты с помощью ультразвука. Полученные в ходе выполнения диссертационной работы результаты по межфазному распределению органических кислот в экстракционных системах с полиэтиленгликолем и сульфатом натрия могут быть использованы для разработки новых экологически безопасных экстракционных методов извлечения и разделения карбоновых кислот из разбавленных водных растворов.

Ценность научных работ соискателя состоит в экспериментальных исследованиях процесса экстракции карбоновых кислот в двухфазной водной системе на основе полиэтиленгликоля и сульфата натрия, изучении зависимости ряда параметров процесса на экстракционное извлечение карбоновых кислот. На основании полученных данных были разработаны физико-химические основы процесса экстракции кислот в двухфазной водной системе на основе полиэтиленгликоля 1500. Предложена технологическая схема извлечения молочной кислоты из растворов ферментации с использованием предложенных экстракционных систем. Проведены кинетические исследования экстракции карбоновых кислот на примере сульфосалициловой кислоты, в том числе с использованием ультразвукового воздействия.

Специальность которой соответствует диссертация.

Диссертационная работа Зиновьевой Инны Владимировны соответствует научной специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий, в части:

- Фундаментальные исследования явлений переноса энергии, массы и импульса в химико-технологических процессах и аппаратах;
- Методы и способы интенсификации химико-технологических процессов, в том числе с помощью физико-химических воздействий на перерабатываемые материалы;
- Методы изучения, совершенствования и создания ресурсо- и энергосберегающих процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности, обеспечивающие минимизацию отходов, газовых выбросов и сточных вод, в том числе разработка химико-технологических процессов переработки отходов.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Основные материалы диссертационной работы опубликованы в 6 статьях в рецензируемых научных изданиях, 5 из которых в журналах, индексируемых в международных базах данных (Web of Science и Scopus), и 7 тезисах докладов отечественных и международных научных конференций.

Публикации в ведущих периодических, рекомендованных ВАК при Минобрнауке РФ:

1. **Зиновьева И.В.**, Заходяева Ю.А., Вошкин А.А. Экстракционные системы на основе полимеров для выделения органических кислот из водных сред // Химическая технология. 2018. Т. 19. № 14. С. 681-683.
2. Voshkin A.A., Zakhodyaeva Y.A., **Zinov'eva I.V.**, Shkinev V.M. Interphase distribution of aromatic acids in the polyethylene glycol–sodium sulfate–water system // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2018. V. 52. № 5. P. 890-893.
3. **Zinov'eva I.V.**, Zakhodyaeva Y.A., Voshkin A.A. Extraction of monocarboxylic acids from diluted solutions with polyethylene glycol // Theoretical Foundations of Chemical

Engineering. 2019. V. 53. № 5. P. 871-874.

4. **Zinov'eva I.V.**, Zakhodyaeva Yu.A., Voshkin A.A. Data on the extraction of benzoic, salicylic and sulfosalicylic acids from dilute solutions using PEG-based aqueous two-phase systems // Data in Brief. 2020. V. 28, Article 105033.

5. **Зиновьева И.В.**, Заходяева Ю.А., Вошкин А.А. Экстракции молочной кислоты с использованием системы полиэтиленгликоль–сульфат натрия–вода // Теор. основы хим. технологии. 2021. Т. 55. № 1. С. 1-6.

6. Gradov, O.M., Zakhodyaeva, Y.A., **Zinov'eva, I.V.**, Voshkin, A.A. Ultrasonic intensification of mass transfer in organic acid extraction // Processes. 2021. V. 9. № 1. С. 1-12.

Публикации по результатам российских и международных конференций:

1. Шашкова Ю.И., Зиновьева И.В., Заходяева Ю.А. Межфазное распределение низкомолекулярных карбоновых кислот в системе полиэтиленоксид 1500 – Na₂SO₄ – вода // VI конференция молодых ученых по общей и неорганической химии: матер. конф. – Москва, 2016. – С. 239–240.

2. Заходяева Ю.А., Шашкова Ю.И., Зиновьева И.В., Шкинев В.М., Вошкин А.А. Межфазное распределение салициловой кислоты в системе полиэтиленоксид-1500 – сульфат натрия – вода // Международная научно-техническая конференция, посвящённая 105-летию со дня рождения А.Н. Плановского «Повышение эффективности процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности»: Сборник научных трудов. Т.1. 2016. С. 337–339.

3. Заходяева Ю.А., Шашкова Ю.И., Зиновьева И.В., Изюмова К.В., Шкинев В.М., Вошкин А.А. Экстракция кофеина в системе на основе полиэтиленоксида: В книге: V Международная конференция-школа по химической технологии ХТ'16 сборник тезисов докладов сателлитной конференции XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. 2016. С. 280–281.

4. Заходяева Ю.А., Шашкова Ю.И., Зиновьева И.В., Шкинев В.М., Мясников С.К., Вошкин А.А. Межфазное распределение бензойной кислоты в системе полиэтиленоксид 1500 – Na₂SO₄ – H₂O: В книге: V Международная конференция-школа по химической технологии ХТ'16 сборник тезисов докладов сателлитной конференции XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. 2016. С. 282–283.

5. Зиновьева И.В., Заходяева Ю.А., Вошкин А.А. Экстракционные системы ПЭО-1500 – сульфат натрия – сульфосалициловая кислота // VII конференция молодых ученых по общей и неорганической химии: матер. конф. – Москва, 2017. – С. 75–76.

6. Заходяева Ю.А., Зиновьева И.В., Изюмова К.В., Шкинев В.М., Вошкин А.А. Извлечение ароматических кислот из водных растворов в системах на основе полиэтиленоксида // Третий съезд аналитиков России: сборник тезисов докладов. – Москва, 2017. – 174 с.

7. Зиновьева И.В., Заходяева Ю.А., Вошкин А.А. Межфазное распределение

ряда водорастворимых органических кислот в системе ПЭО-1500 – соль – вода // VIII конференция молодых ученых по общей и неорганической химии: матер. конф. – Москва, 2018. – С. 42–43.

Таким образом, диссертация Зиновьевой Инны Владимировны является научно-квалификационной работой, в которой решена важная задача химической технологии – разработаны научные основы экологически безопасных экстракционных методов извлечения алифатических и ароматических кислот в двухфазной водной системе на основе полиэтиленгликоля 1500 и сульфата натрия.

Диссертационная работа Зиновьевой И.В. полностью соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №824 (ред. от 11.09.2021 г.) и пп. 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном учреждении науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертационная работа «Экстракция алифатических и ароматических кислот в двухфазной водной системе на основе полиэтиленгликоля 1500 и сульфата натрия» Зиновьевой Инны Владимировны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

Заключение принято на заседании расширенного коллоквиума Лаборатории теоретических основ химической технологии от 23 декабря 2021 г. Присутствовало на заседании 16 человек, из них докторов наук – 5, кандидатов наук – 3.

Результаты голосования: «за» - 16 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел.

Протокол № 12 от 23 декабря 2021 г.

Председатель коллоквиума,
заведующий лабораторией теоретических основ
химической технологии ИОНХ РАН,
доктор технических наук

А.А. Вошкин

Секретарь коллоквиума,
младший научный сотрудник
лаборатории теоретических основ
химической технологии ИОНХ РАН

А.В. Полковниченко