

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
24.1.198.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО
ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТА ХИМИИ СИЛИКАТОВ ИМ. И.В. ГРЕБЕНЩИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК**

аттестационное дело № _____
дата защиты 13.03.2024 протокол № 194/49

О присуждении **Пошвиной Татьяне Александровне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «**Физико-химические свойства полиамфолитных гидрогелей на основе алифатических диаминов**» в виде рукописи по специальности 1.4.4 – физическая химия, химические науки, принята к защите **25 декабря 2023 г**, протокол № **191**, диссертационным советом **24.1.198.01**, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук (199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 2, приказ о создании диссертационного совета от «19» июня 2014 года № 346/нк).

Соискатель Пошвина Татьяна Александровна, 23 декабря 1994 года рождения, в 2018 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» с присуждением квалификации магистр по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология.

Работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» старшим преподавателем кафедры физической и коллоидной химии.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» на кафедре физической и коллоидной химии.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Липин Вадим Аполлонович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», кафедра физической и коллоидной химии, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Черемисина Ольга Владимировна, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», заведующий кафедрой Общей и физической химии.

Сивцов Евгений Викторович, доктор химических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», профессор кафедры физической химии.

дали **положительные отзывы о диссертации**.

Замечания Черемисиной Ольги Владимировны: 1. В литературном обзоре большое внимание уделено автором синтезу полиамфолитов и описанию их сорбционных особенностей. Учитывая диссертационную работу по специальности физической химии, было бы правильным привести термодинамические результаты исследований полиамфолитов или их аутентичных аналогов. 2. Расчет параметра взаимодействия по формуле (2) и расчет средней молекулярной массы не понятен в тексте диссертации. В обеих формулах присутствует некий параметр ϕ , который не ясно, что обозначает и как считается. 3. Сложно отнести константу сорбции, рассчитанную по формуле (8), к термодинамической и энергию Гиббса - по формуле (9) к стандартной (стр. 49 дис.). Константы, рассчитанные соискателем,

являются концентрационными. Следовало бы провести оценку коэффициентов активности сорбируемых красителей, а тем более соли меди (коэффициенты активности приведены в справочниках, например, в кратком справочнике физико-химических величин) и рассчитать значение хотя бы эффективной константы сорбции. 4. Зависимость степени поглощения воды полиаморфным гидрогелем при $pH=3-4$, равная $40-50$ мг/г не отличается на порядок от величин $50-60$ мг/г, достигаемых при $pH \approx 8$. Возникает вопрос, в чем причина отсутствия сорбции воды при $pH=2$? 5. Логично, что с увеличением ионной силы раствора уменьшается величина степени набухания (рис. 4.5). А вот в чем причина более сильного высаливающего действия катиона натрия по сравнению с магнием не понятна, так как магний обладает более высоким электрохимическим потенциалом и способен захватывать гораздо больше молекул воды в гидратные оболочки по сравнению с натрием (рис.4.6). 6. Зависимость сорбционной емкости полиамфолитных гидрогелей от pH водного раствора пиразолонового желтого автором объясняется диполь-дипольным взаимодействием между свободными аминогруппами алифатических диаминов и высоко поляризованными ароматическими группами красителя, в то время как более правдоподобным является ион-ионное взаимодействие между протонированной аминогруппой сорбента в кислой среде и возможны ионным обменом в щелочной. 7. Сорбция красителей, описываемая линейной моделью Ленгмюра, во-первых, имеет низкий коэффициент аппроксимации, во-вторых, не всегда имеет линейный вид, и в-третьих, отрезок, отсекаемый по оси ординат на рис.5.6 соответствует отрицательному значению сорбции. Не понятно, почему два анионных красителя, имеющие определенное подобие в структуре и химических свойствах, имеют разные модельные интерпретации процесса сорбции, и почему автор не воспользовался законом действующих масс для описания конкретных сорбционных процессов? 8. В тексте диссертации приводится большое количество условных обозначений, расшифровка которых не представлена. В названии глав, например 1.1.1, 1.1.2, неудачно используются словосочетания, включающие слова на английском языке, карбонильная группа называется карбоксильной группой, не приводится формула для расчета энергии смешивания (стр. 57 дис.), по тексту диссертации имеются опечатки.

Замечания Сивцова Евгения Викторовича: 1. Текст диссертации не отредактирован, изобилует стилистическими и терминологическими ошибками. В нумерации литературных источников есть несоответствия. 2. На стр. 81–84 многократно говорится об окислении $CuSO_4$ до CuO и уточняется, что окисляется медь (стр. 83, 84). Сульфату меди (II) некуда дальше окисляться. 3. Стр. 83. Три стадии разложения гидрогеля с адсорбированными ионами меди: «окисление меди»-разложение исходного полимера-разложение полимерной сетки не логичны. Сетка образована макромолекулами исходного полимера и не может разлагаться после него. 4. Величины некоторых физико-химических параметров приведены с излишней точностью.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук (ИВС РАН) дала **положительный отзыв** на диссертационную работу Пошвиной Т.А., подготовленный и подписанный главным научным сотрудником лаборатории «Анизотропных и структурированных полимерных систем» (ИВС РАН) д.х.н., доцентом Теньковцевым Андреем Витальевичем. Отзыв ведущей организации обсужден и одобрен на расширенном заседании лаборатории «Анизотропных и структурированных полимерных систем» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института высокомолекулярных соединений Российской академии наук, протокол №7 от 08 февраля 2024г. В отзыве отмечается следующее.

Получение новых полимерных материалов с контролируемыми свойствами требует проведения комплексных исследований в областях синтеза и установления их свойств. В настоящее время в различных приложениях широко используются материалы на основе полимерных гидрогелей, способных обратимо набухать в воде и биологических жидкостях. Полиамфолитные гидрогели обладают высокой абсорбционной емкостью вне зависимости от pH среды, в которой они находятся. Они используются в качестве оболочки в системах

доставки лекарств, для орошения и мелиорации почвы, в качестве сорбентов для очистки от нефтяных загрязнений и для извлечения ионов тяжёлых металлов из водных растворов. Несмотря на активные исследования указанных систем, многие проблемы остаются нерешёнными. В частности, слабо исследованы свойства несбалансированных полиамфолитов. Также недостаточно изучены полиамфолитные гидрогели на основе алифатических диаминов. Сказанное определяет актуальность и научную новизну диссертационной работы Пошвиной Т.А., в которой получены полиамфолитные гидрогели на основе гидролизованного полиакриламида и алифатических диаминов и установлена их сорбционная способность по отношению к красителям различной природы и Cu^{2+} . Широкий потенциал использования полиамфолитных гидрогелей в различных областях медицины и при решении экологических проблем обуславливает высокую практическую значимость проведенных исследований. Результаты диссертации Пошвиной Т.А. могут быть рекомендованы к использованию в научных исследованиях, проводимых в Санкт-Петербургском государственном университете, Казанском национальном исследовательском технологическом университете, Самарском государственном техническом университете, Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского, Институте проблем химической физики РАН, Российском химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева, Институте химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, АО «НИИ ВОДГЕО» и других научно-исследовательских центрах, а также материалы диссертации могут быть использованы в лекционных курсах по физической химии и химии полимеров.

Диссертация Пошвиной Т.А. «Физико-химические свойства полиамфолитных гидрогелей на основе алифатических диаминов» представляет собой научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему и по научной новизне и практической значимости соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Пошвина Татьяна Александровна заслуживает присуждения ей **ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.**
Замечания: 1. С чем связан выбор частично гидролизованного полиакриламида в качестве базового полимера? Почему не была выбрана полиакриловая кислота, содержащая только карбоксильные группы, необходимые для образования полимера амфотерного типа? 2. Приведенная на рисунке 4.3 (стр. 59) зависимость имеет минимумы, в особенности при pH 4 и 9 у полиамфолитного гидрогеля ЭДА. Необходимо объяснить, чем эти минимумы характеризуются. 3. В качестве замечания хочется отметить, что не совсем понятно, какая зависимость на рисунке 6.2 (стр. 71) к чему относится. Для лучшего понимания читателя важно представить пояснения на рисунке. 4. Сколько циклов было при проведении исследования влияния pH и ионного состава на набухание полиамфолитных гидрогелей? 5. В таблицах на стр. 65, 69, 77, 80, 84 должна быть представлена погрешность измерений.

На автореферат диссертации поступило **8** отзывов, **все положительные.**

1. Федосеев Виктор Борисович, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории фотополимеризации и полимерных материалов Института металлорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук. *Замечания:* 1. При обсуждении актуальности в качестве важного отличия полиамфолитных гидрогелей от традиционных сорбентов кроме эффективности названа способность к регенерации. Однако в реферате о регенерации больше нигде не говорится, а необратимое образование нерастворимых комплексов с металлами, видимо, затрудняет регенерацию сорбента. 2. При использовании гидрогелей в качестве сорбентов возникают дополнительные проблемы, связанные с диффузией сорбируемых веществ и компонентов растворителя в объеме гидрогеля. В зависимости от объема сорбента это может существенно увеличивать длительность процессов сорбции и регенерации (по сравнению с дисперсными сорбентами). Как это согласуется с утверждением о высокой эффективности гидрогелей в качестве сорбентов? 3. В автореферате очень бегло охарактеризована глава 6, хотя идентификация водородных связей методом молекулярной динамики не является тривиальной задачей.

Следовало бы указать, какие геометрические процедуры и критерии использованы для определения водородных связей. 4. В таблице 4 приведена "энергия активации (E_a) полиамфолит-металлических комплексов", без указания процесса (образования, распада или др.), смысл этой величины в автореферате неясен.

2. Родыгин Константин Сергеевич, кандидат химических наук, старший научный сотрудник Санкт-Петербургского государственного университета. *Замечания:* 1. Проводились ли исследования сорбции других ионов металлов? Если да, то каких. Чем был обусловлен выбор именно двухвалентной меди? 2. Какова селективность сорбции ионов меди по отношению к другим анализам, способным к сорбции? Если взять смесь металлов, то будет ли медь сорбироваться селективно из смеси? 3. Обратимы ли процессы сорбции и можно ли выделить ионы меди при изменении условий? 4. Какова максимальная сорбционная способность полученных гидрогелей?

3. Цеменко Валерий Николаевич, д.т.н., профессор, профессор Института машиностроения, материалов и транспорта Высшей школы физики и технологии материалов ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого и **Ганин Сергей Владимирович**, к.х.н., Директор высшей школы ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. *Замечания:* 1. Чем обусловлен выбор ионов меди Cu^{2+} в качестве сорбируемого тяжелого металла? Насколько потенциально могут быть хороши полученные сорбенты для удаления из водных растворов ионов тяжелых металлов другой конфигурации электронной оболочки? 2. На множестве графиков, представленных в автореферате, наблюдаются резкие скачки (например, рисунок 1 при $pH=4$, рисунок 3 при $pH=9$), которые никак не объясняются. 3. В автореферате на страницах 4-6 имеется целый ряд орфографических ошибок.

4. Курданова Жанна Иналовна, к.х.н., старший научный сотрудник Центра прогрессивных материалов и аддитивных технологий ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарского государственного университета им.Х.М. Бербекова». *Замечания:* 1. Из текста автореферата не понятно, каким методом определялась плотность сшивки синтезированных гидрогелей? 2. Поскольку было упомянуто важное отличие полиамфолитных гидрогелей - способность к регенерации, возник вопрос: сохраняются ли данные свойства при образовании нерастворимых комплексов с металлами?

5. Галяметдинов Юрий Генадьевич, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой физической и коллоидной химии ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» и **Богданова Светлана Алексеевна**, к.х.н., доцент, профессор кафедры технологии косметических средств ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». *Замечание:* 1. Для более глубокого понимания концепции взаимодействий в системе, предложенной автором, было бы полезно привести в автореферате структуру полученного полиамфолита. 2. Наличие минимумов и максимумов на зависимости набухания от pH среды нуждается в пояснении. 3. В работе встречаются неудачные выражения и несогласования («сухие гели», «исследовать механизма», «провести анализа» и др.).

6. Кучук Вера Ивановна, к.х.н., доцент кафедры физической и коллоидной химии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. *Замечания:* 1. В автореферате отмечается, что все результаты по набуханию и процессам сорбции получены в равновесных условиях, но не представлены данные о временной зависимости этих процессов и времени установления соответствующих равновесий. 2. Согласно анализу результатов процессов сорбции можно полагать, что некоторые виды взаимодействия адсорбент-адсорбат обусловлены и хемосорбцией. 3. Отмечается, что достоинства сорбентов данного типа связаны и с возможностью их регенерации (стр. 3), но в тексте автореферата данный вопрос не обсуждается.

7. Симоненко Татьяна Леонидовна, к.х.н., старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН). *Замечания:* 1. Требуется уточнить,

какие факторы обуславливают отсутствие набухания полиамфолитных гидрогелей при $pH=2$.
2. Возникает вопрос, каким образом осуществляется регенерация сорбента при использовании полученных автором гидрогелей в этом качестве.

8. Будылин Никита Юрьевич, к.х.н., научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН). *Замечания:* 1. Как отмечается в автореферате, образование координационных комплексов гидрогелями с Cu^{2+} приводит к их гидрофобизации, что подтверждается через отсутствие их растворимости в ряду растворителей. Представляется интересным, если бы в работе поверхности гидрогелей были охарактеризованы численно через значение величины поверхностной энергии и ее составляющих (полученные, например, методом сидячей капли). 2. Из текста автореферата не понятно, каким образом автор оценивал нерастворимость полученных комплексов в перечисленных в работе растворителях. 3. Диссертант связывает введение в состав композиций Cu^{2+} с дальнейшим повышением их стойкости к термоокислительной деградации на основании термогравиметрического анализа. Работа выглядела бы более полно, если бы кривые потери веса (и рассчитанные при их обработке энергии активации), полученные в кислородосодержащей среде, сравнивались с термограммами, полученными при нагревании в среде инертного газа.

Основное содержание диссертационной работы представлено в 35 публикациях, включая 11 статей в рецензируемых научных журналах из Перечня ВАК, Scopus и Web of Science, 2 патента РФ и 22 тезисов докладов.

Основные работы:

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, Scopus и Web of Science:

1. Липин, В.А. Взаимодействие полиамфолитных гидрогелей на основе частично гидролизованного полиакриламида с двухвалентными металлами / В.А.Липин, **Т.А.Пошвина**, Ю.А.Петрова // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2023. – Т. 72. – № 6. – С. 1299-1306.

2. Липин, В.А. Полиамфолит-металлические комплексы для каталитических процессов / В.А.Липин, **Т.А.Пошвина**, К.А.Федорова, А.Ф.Фадин, Н.В.Мальцева, Т.А.Вишневская // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. – 2023. – Т. 65. – № 3. – С. 230-240.

3. Липин, В.А. Сорбция ионов тяжелых металлов полиамфолитными гидрогелями / В.А.Липин, **Т.А. Пошвина**, Ю.А.Петрова // Пластические массы. – 2022. – № 7-8. – С. 33-36.

4. Липин, В.А. Физико-химические свойства полиамфолитов на основе полиакриловой кислоты и алифатических диаминов и их комплексов с $Cu(II)$ / В.А.Липин, **Т.А.Пошвина**, К.А.Федорова, А.Ф.Фадин // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2022. – Т. 12. – № 6. – С. 38-43.

5. Липин, В.А. Кинетика и равновесная сорбция катиона Cu^{2+} полиамфолитными гидрогелями на основе гидролизованного полиакриламида и алифатических диаминов / В.А.Липин, А.Н.Евдокимов, **Т.А.Суставова (Пошвина)**, Ю.А.Петрова // Журнал физической химии. – 2022. – N 3. – с. 438-431.

6. Липин, В.А.. Сорбция анионных красителей полиамфолитными гидрогелями на основе гидролизованного полиакриламида, модифицированного алифатическими диаминами / В.А.Липин, А.Н.Евдокимов, В.Г.Алексеев, **Т.А.Суставова (Пошвина)** // Журнал физической химии. – 2022. – N 2. – с.266-269.

7. Липин, В.А. Синтез полимера амфотерного типа на основе полиакриловой кислоты и этилендиамина / В.А.Липин, **Т.А.Суставова (Пошвина)**, Т.Е.Горкина // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2020. – N 52(78). – С. 36-40.

8. Липин, В.А. Получение и свойства полиамфолитного гидрогеля на основе полиакриламида и этилендиамина / В.А.Липин, **Т.А.Суставова (Пошвина)**, Ю.А.Петрова, И.С. Баржеева // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2020. – N 52(78). – С. 41-45.

9. Липин, В.А. Синтетические полиамфолитные гидрогели на основе различных алифатических диаминов для удаления красителей из водных растворов / В.А.Липин,

А.Н.Евдокимов, Т.А.Суставова (Пошвина), Ю.А.Петрова // Вестник ТвГУ. Серия: Химия. – 2020. – N 4(42). – С. 149-158.

10. Lipin, V.A. New Polyampholytes and their Capacity to Form Complexes with Amphoteric Surfactants / V.A.Lipin, Т.А. Sustavova (Poshvina), Т.Е.Gorkina // Fibre Chemistry. – 2021. – N. 2(53). – P. 73-75.

11. Lipin, V.A. Polyampholyte Hydrogels Based on Aliphatic Diamines / V.A.Lipin., Т.А.Sustavova (Poshvina), Yu.A.Petrova // Fibre Chemistry. – 2021. – N. 1(53). – P. 11-14.

Патенты:

1. Пат. 2714670 Рос. Федерация МПК C08F 8/32, 265/02 Способ получения полиамфолита / В.А.Липин, Т.А.Суставова (Пошвина), А.Н. Евдокимов, Т.Е. Горкина. - № 2019121309, заявл. 04.07.2019, опубл. 19.02.2020

2. Пат. 2765637 Рос. Федерация МПК C08F 8/32, C08L 20/56, 101/14, C08J 3/075, B01J 20/30 Способ получения полиамфолитного гидрогеля / В.А. Липин, Т.А. Суставова (Пошвина), А.Н. Евдокимов, Ю.А. Петрова, И.С. Баржиева. - № 2021106953, заявл. 17.03.2020, опубл. 01.02.2022

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается профилем их специализации, близкой к теме диссертации, наличием публикаций в рецензируемых научных изданиях по теме диссертации, а также возможностью дать объективную оценку всем аспектам диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Получены несбалансированные полиамфолитные гидрогели нового состава на основе частично гидролизованного полиакриламида и алифатических диаминов, взятых в гомологическом ряду.

Доказано, что при изменении pH водного раствора полученные полиамфолиты проявляют полианионный характер в силу несбалансированности кислотных и основных групп.

Показано, что в присутствии сильного электролита NaCl полиамфолитные гидрогели находятся в полиэлектролитном режиме в диапазоне pH=4-11.

Установлено влияние различных катионов металлов на набухание полиамфолитных гидрогелей в зависимости от используемого алифатического диамина в структуре полимера.

Установлено, что сорбционная способность полученных полимеров по отношению к красителям практически не изменяется в диапазоне pH=4-11 и находится в пределах $30 < q_e < 70$ мг.

Показано, что в процессе сорбции красителей полиамфолитными гидрогелями в образовании водородных связей участвуют сульфоновые и карбонильные группы аниона индигокармина, сульфоновые и карбоксильная группы аниона пиразолонового жёлтого, аммонийные, амидные и карбоксильные группы гидролизованного полиакриламида, о чем свидетельствуют данные компьютерного моделирования.

Доказано, что сорбция красителей различной природы полиамфолитными гидрогелями носит физический характер, в то время как сорбция Cu^{2+} сопровождается химическим взаимодействием.

Установлено, что ион меди бидентантно координирует карбоксилатные группы гидрогелей на основе ЭДА и ПДА за счет электростатического взаимодействия ионов, о чем свидетельствуют данные компьютерного моделирования.

Показано, что данные о равновесной сорбции Cu^{2+} достоверно описываются моделью Ленгмюра ($R^2 > 0,99$), что позволяет сделать вывод, что наибольший вклад в сорбцию катиона меди вносит только карбоксильная группа, в то время как аминогруппа лишь координирует металл.

Показана закономерность влияния структуры алифатического диамина на набухание полиамфолитов в водном растворе при различных значениях pH и ионной силы, а также на их сорбционную способность по отношению к окрашенным примесям.

Предложен механизм сорбции красителей различной природы (физическая сорбция) и Cu^{2+} полиамфолитными гидрогелями (ионный обмен).

Установлено, что введение Cu^{2+} повышает термоустойчивость полиамфолитных гидрогелей, о чем свидетельствуют рассчитанные значения энергии активации.

Установлено, что увеличение числа углерода в цепи алифатических диаминов приводит к снижению степени набухания при различных рН, в то время как наилучшей сорбционной способностью по отношению к красителям различной природы и двухвалентной меди обладает полиамфолитный гидрогель на основе ЭДА.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установлены физико-химические свойства несбалансированных полиамфолитных гидрогелей на основе одноосновных органических непредельных поликислот и двухосновных азотистых органических оснований, в т.ч. влияние рН и ионной силы водного раствора на набухание гидрогелей, их сорбционная способность по отношению к индигокармину и пиразолоновому желтому и способность образовывать координационные комплексы с двухвалентным металлом.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс современных физико-химических методов исследования: ИК-спектроскопия для проведения качественного анализа исходных полиамфолитных гидрогелей и полимер-металлических комплексов на их основе, гравиметрический метод для исследования влияния рН и ионного состава водного раствора на набухание полученных полимеров, фотометрический метод для исследования сорбционной способности полиамфолитных гидрогелей по отношению к окрашенным примесям, элементный и термогравиметрический анализ для оценки способности гидрогелей сорбировать двухвалентную медь, а также компьютерное моделирование для изучения процессов взаимодействия красителей и Cu^{2+} .

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

выявлены закономерности о влиянии условий сорбции полиамфолитными гидрогелями, включая рН и концентрацию красителей и Cu^{2+} , которые могут быть использованы для получения высокоэффективных сорбентов на основе полимеров амфотерного типа для удаления окрашенных примесей из водных растворах на предприятиях металлургической, текстильной и целлюлозно-бумажной отраслей промышленности.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены на современном оборудовании в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» (г. Санкт-Петербург, Россия), ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (г. Тверь, Россия), ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» (г. Санкт-Петербург, Россия).

Установлена хорошая согласованность экспериментальных данных, представленных в диссертационной работе, с современными представлениями физической химии о связи состава и структурных особенностей материала с его физико-химическими свойствами;

достоверность полученных результатов основана на применении известных современных взаимодополняющих физико-химических методов исследования, а также на обсуждении установленных закономерностей в ходе тематических российских и международных научных мероприятий и в публикациях в рецензируемых научных журналах;

выводы обоснованы и экспериментально подтверждены в диссертационной работе; они согласуются с современными принципами и представлениями физической химии.

Личный вклад соискателя заключался в проведении обзора литературы по теме исследования, формулировании цели и задачи, а также проведении планирования эксперимента, проведении синтеза полиамфолитных гидрогелей, определении влияния рН и ионной силы на их физико-химические свойства, а также определении их сорбционной способности по отношению к красителям различной природы и Cu^{2+} . Кроме того, автором был предложен механизм их взаимодействия. Автор принимал непосредственное участие в

обработке и обосновании полученных в ходе исследования результатов и подготовке всех публикаций.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается логичностью её построения, последовательностью изложения и комплексным характером, включающим 1) осуществление синтеза полиамфолитных гидрогелей на основе частично гидролизованного полиакриламида и алифатических диаминов 2) исследование влияния pH и ионного состава на набухание полученных гидрогелей амфотерного типа 3) изучение сорбционной способности по отношению к красителям различной природы и Cu^{2+} .

Содержание и название диссертации соответствует паспорту специальности 1.4.4 – физическая химия в пунктах п. 3 «Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях»; п. 4 «Теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия»; п. 9 «Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями протекания химической реакции» паспорта специальности 1.4.4 – физическая химия (химические науки) и требованиям критериев 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней».

Диссертация Пошвиной Татьяны Александровны «**Физико-химические свойства полиамфолитных гидрогелей на основе алифатических диаминов**» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на высоком экспериментальном и теоретическом уровне.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что по актуальности, новизне и практической значимости диссертация Т.А. Пошвиной соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней (п.п. 9-14), утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции с последними изменениями).

На заседании 13 марта 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Пошвиной Татьяне Александровне ученую степень кандидата химических наук по специальности 1.4.4 – физическая химия, химические науки.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 12 докторов наук (отдельно по каждой специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета (из них 0 человек дополнительно введены на разовую защиту), проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета 24.1.198.01,
доктор химических наук



Голубева Ольга Юрьевна

Учёный секретарь
диссертационного совета 24.1.198.01,
кандидат химических наук

Бирюков Ярослав Павлович

13 МАРТА 2024 г.