

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА

Заседания диссертационного совета 24.1.116.01 (Д 002.085.01)

На базе ФГБУН Института синтетических полимерных материалов

им. Н.С. Ениколопова

Российской академии наук

от 26 декабря 2024 года № 12

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ – член-корр. РАН, д.х.н. А.Н. Озерин

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ – д.х.н. О.В. Борщев

ПОВЕСТКА ДНЯ

1. Прием к защите диссертации А.В. Зиновьева на тему: «Поверхностное модифицирование газоразделительных мембран из поливинилтриметилсилана в низкотемпературной плазме тлеющего разряда», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения, химические науки.
2. Прием к защите диссертации А.В. Устимова на тему: «Кинетический анализ процесса получения растворимых полиимидов и олигоимидов термической имидизацией полиамидокислот в растворе», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения, химические науки.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ:

На основании явочного листа на заседании присутствует 14 членов диссовета из 18.

Озерин А.Н.	д.х.н., чл.-корр. РАН	02.00.06
Пономаренко С.А.	д.х.н., чл.-корр. РАН	02.00.06
Борщев О.В.	д.х.н.	1.4.7
Акопова Т.А.	д.х.н.	02.00.06
Агина Е.В.	д.х.н.	02.00.06
Евтушенко Ю.М.	д.х.н.	02.00.06
Зеленецкий А.Н.	д.х.н.	02.00.06
Кузнецов А.А.	д.х.н.	02.00.06
Музафаров А.М.	д.х.н., академик РАН	02.00.06
Серенко О.А.	д.х.н.	02.00.06
Сергеев В.Г.	д.х.н.	02.00.06
Фельдман В.И.	д.х.н.	02.00.06

Чвалун С.Н.	д.х.н., чл.-корр. РАН	02.00.06
Шевченко В.Г.	д.х.н.	02.00.06

Необходимый кворум есть.

Экспертная комиссия в составе д.х.н., академика РАН Музафарова А.М., д.х.н. Евтушенко Ю.М., д.х.н. Зеленецкого А.Н., утвержденная решением Диссертационного совета 24.1.116.01 (Д 002.085.01) №11 от 19 декабря 2024 г., ознакомилась с диссертацией Зиновьева Александра Владимировича на тему «Поверхностное модифицирование газоразделительных мембран из поливинилтриметилсилана в низкотемпературной плазме тлеющего разряда».

По результатам рассмотрения диссертации «Поверхностное модифицирование газоразделительных мембран из поливинилтриметилсилана в низкотемпературной плазме тлеющего разряда» принято следующее заключение:

Диссертационная работа Зиновьева Александра Владимировича посвящена поверхностному модифицированию газоразделительных мембран из поливинилтриметилсилана в низкотемпературной плазме тлеющего разряда. Основным результатом работы является то, что автором установлено, что кратковременное (10-30 с) воздействие на поверхность плёнок поливинилтриметилсилана (ПВТМС) низкотемпературной плазмы (НТП) разряда постоянного тока в вакууме при остаточном давлении воздуха 20-50 Па приводит к значительному снижению угла смачивания по воде; возрастанию поверхностной энергии и ее полярного компонента. Выявлено также, что воздействие низкотемпературной плазмы (НТП) на пленки ПВТМС приводит к существенному изменению газотранспортных свойств пленок. Этот эффект существенно различается для разных газов и может быть использован для газоразделения. Получено значение коэффициента идеальной селективности газоразделения α по паре O_2/N_2 равно $\alpha = 10$, при незначительном снижении общей газопроницаемости. Установлено, что в результате модифицирования в разряде постоянного тока образуется приповерхностный модифицированный слой толщиной 40-50 нм, химическое строение которого градиентно изменяется по глубине, при этом химическое окружение атомов кремния изменяется от $Si(-O)-4$ до $Si(-C)-4$. Образование градиентного слоя и является причиной улучшения газоразделительных характеристик пленок ПВТМС. Выявлено, что поверхностное модифицирование пленок ПВТМС в НТП в оптимальном режиме приводит к незначительному увеличению шероховатости поверхности, которое, однако, не оказывает заметного влияния на поверхностные и газоразделительные свойства пленок.

Актуальность работы

В настоящее время все более активно развивается разработка и применение полимерных газоразделительных мембран (ПГМ). Важным фактором для этого является снижение капитальных, эксплуатационных и энергетических затрат, связанных с газоразделением посредством полимерных мембран по сравнению с используемыми в настоящее время для этой цели криогенными и адсорбционными методами. Данный метод применим для выделения из смесей ряда газов, необходимых для различных отраслей промышленности. Полимерные мембраны характеризуются соотношением проницаемости и селективности. Для процессов газоразделения важны как полимеры с высокой селективностью, так и с высокой проницаемостью, для каждого конкретного применения выбирается определённое соотношение. Но исходя из экономических соображений требуется получить полимерные мембраны максимально возможной селективности при максимальной их производительности. Для этого используются различные подходы, такие как: использование полимерных смесей для изготовления мембран, получение композиционных мембран, синтез новых полимеров с лучшей комбинацией свойств, модифицирование готовых полимеров для улучшения газоразделительных свойств. Одним из методов модификации полимерных мембран является поверхностная обработка полимеров низкотемпературной плазмой. Разработка способа улучшения характеристик полимерных мембран путем их поверхностного плазмохимического модифицирования будет способствовать повышению эффективности установок для разделения воздуха, снижению эксплуатационных, и капитальных затрат, внедрению в процессы разделения принципов «зеленой химии». В связи с этим, диссертационное исследование Зиновьева А.В., направленное на решение этих задач, является безусловно актуальным.

Цель диссертационной работы Зиновьева А.В. заключается в изучении влияния низкотемпературной плазмы на химическое строение, морфологию и газоразделительные свойства плёнок поливинилтриметилсилана (ПВТМС), а также в оценке применимости данного способа модифицирования поверхности по отношению к газоразделительным мембранам.

Научная новизна полученных результатов. Впервые для плёночной мембраны ПВТМС изучены закономерности воздействия низкотемпературной плазмы, генерированной в разряде постоянного тока; установлено глубокое изменение химического состава и физико-химических свойств поверхности, измерена толщина модифицированного слоя и установлено его градиентное химическое строение. Установлено, что образование градиентного слоя является причиной повышения

селективности разделения пары кислород/азот до ~10 практически без потери проницаемости.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в том, что изучено взаимодействия плазмы с полимерной пленкой ПВТМС и показано, что в данном процессе химические изменения происходят не только на поверхности плёнки, но образуется градиентный по химическому составу тонкий сплошной функциональный слой, благодаря которому улучшаются газоразделительные свойства плёночных мембран. Практическая значимость работы заключается в том, что предложенный автором способ модифицирования полимерного пленочного материала эффективен и экологически безопасен, т.к. не использует каких-либо химических реагентов, а также позволяет получать материал с улучшенным сочетанием газоразделительных характеристик. Дальнейшее внедрение данной технологии может способствовать повышению эффективности мембранных установок для разделения воздуха, снижению эксплуатационных и капитальных затрат, внедрению принципов «зеленой химии».

Комиссия отмечает, что диссертация Зиновьева А.В. соответствует пунктам 4 и 9 паспорта научной специальности 1.4.7 – «Высокомолекулярные соединения» и отрасли науки – химические. Результаты работы были опубликованы в виде 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и РИНЦ. Материалы работы также были представлены в виде устных и стендовых докладов на 18 российских и международных конференциях.

В публикациях и докладах диссертанта подробно изложены основные положения и содержание проведенных теоретических и экспериментальных исследований. Это полностью соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. в актуальной редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Заключение

В представленном виде диссертация Зиновьева А.В. соответствует требованиям ВАК и может быть принята к защите Диссертационным советом 24.1.116.01 (Д 002.085.01) на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Института синтетических полимерных материалов им. Н. С. Ениколопова» Российской академии наук (ИСПМ РАН).

Постановили:

1. Принять к защите диссертацию А.В. Зиновьева на тему: «Поверхностное модифицирование газоразделительных мембран из поливинилтриметилсилана в низкотемпературной плазме тлеющего разряда», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7 – высокомолекулярные соединения.

2. Утвердить в качестве официальных оппонентов:

Титова Валерия Александровича, доктора физико-математических наук, доцента, ведущего научного сотрудника научно-исследовательского отдела 3 ФГБУН ИХР им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново.

Алентьева Дмитрия Александровича, кандидата химических наук, старшего научного сотрудника лаборатории №10 «Кремнийорганических и углеводородных циклических соединений» ФГБУН ИНХС им. А.В. Топчиева РАН.

3. Утвердить в качестве ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ), г. Гатчина, Ленинградская область.

4. Назначить срок защиты – 27 февраля 2025 года.

5. Утвердить список рассылки автореферата.

6. Разрешить печать автореферата в количестве 120 экземпляров.

Открытым голосованием решение диссертационного совета принимается единогласно.

Председатель диссертационного
совета 24.1.116.01 (Д 002.085.01).

д.х.н., член-корр. РАН

Ученый секретарь, д.х.н.



А.Н. Озерин

О.В. Борщев