

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ХИМИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИХ ДВО РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИХ ДВО РАН

_____ академик В.И. Сергиенко

«___» _____ 2015 г.

ПРОГРАММА КУРСА

**“ЭЛЕКТРОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ МОНОМЕРОВ КАК МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ
ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛАХ И ПОЛУПРОНИЦАЕМЫХ
МЕМБРАН”**

Для аспирантов, проходящих обучение по направлению подготовки

04.06.01 - Химические науки

Направленность (профиль) подготовки 02.00.04 физическая

Квалификация (степень) выпускника: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения **очная**

Владивосток 2015 г.

1. Цели и задачи курса

Дисциплина «**Электрополимеризация мономеров как метод формирования полимерных покрытий на металлах и полупроницаемых мембран**» разработана для углубленного обучения аспирантов тем разделам физической химии, которые не входят в основную обучающую программу химических курсов университетов, но знание которых необходимо для понимания и оценки передовых идей и результатов современной науки и ее приоритетных направлений в области электрохимического формирования полимерных покрытий с различными функциональными характеристиками (защитных, антифрикционных, электроизоляционных, антисептических) и полимерных пленочных материалов, в том числе, полупроницаемых мембран (микро-, ультра- и нанофильтрационных, обратноосмотических). Освоение программы курса позволит аспирантам приобрести необходимые теоретические знания об основах метода электрополимеризации мономеров, о современных подходах к формированию на металлах полимерных покрытий и пленок, о влиянии режимов электролиза на структуру и свойства пленок, о методах изучения строения, структуры, морфологии и микрогеометрии электроосажденных материалов, их функциональных свойствах и практическом применении.

2. Требования к уровню усвоения содержания курса

По окончании изучения указанной дисциплины аспирант должен:

- **иметь представление** о современных электрофизических и электрохимических методах и приемах нанесения на металлы полимерных и лакокрасочных покрытий;
- **иметь представление** о принципиальных отличиях альтернативных способов формирования покрытий и функциональных материалов со специальными свойствами (электрофорез, электростатическое распыление, электроосаждение из растворов полимеров, нанесение покрытий под действием тлеющего разряда);
- **понимать основное отличие** между механизмом катодного синтеза непроводящих полимерных покрытий методом электрохимического инициирования полимеризации мономеров и электрополимеризацией мономеров на аноде (электропроводящие полимеры);
- **владеть** современными методами исследования строения и свойств полимерных пленок, мембран и покрытий;
- **свободно ориентироваться** в полимерной химии в рамках программы курса, уметь проводить литературный поиск в современной мировой литературе по вопросам формирования и исследованию электросинтезированных полимерных пленок и мембранных материалов;
- **знать** приоритетные направления практического использования полимерных функциональных материалов

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Изучение дисциплины «**Электрополимеризация мономеров как метод формирования полимерных покрытий на металлах и полупроницаемых мембран**» аспирантами построено на базе лекций и практических занятий, в том числе, семинаров.

Курс лекций включает в себя 5 разделов:

- Традиционные методы формирования полимерных покрытий и пленок на металлах. Основные характеристики метода электрополимеризации мономеров (ЭП), его преимущества и отличие ЭП от химической полимеризации. Основные принципы теории, механизм и кинетика пленкообразования в процессах электрополимеризации мономеров.

Синтез *изолирующих* полимеров методом ЭП. Особенности синтеза *проводящих* полимеров методом ЭП (природа мономеров, режимы электрополимеризации – статический, динамический).

- Механизм инициирования ЭП (прямое и косвенное инициирование; радикальная и ионная полимеризация; катодная и анодная ЭП, статический, динамический режимы ЭП). Мономеры и растворители для ЭП, основные требования.

- Кинетика ЭП и динамика формирования полимерного слоя на металле. Нестационарность процесса (нестационарность во времени, формирование растворимой и нерастворимой фаз). Влияние режимов электролиза на скорость формирования и свойства пленок.

- Структура и морфология электросинтезированных полимерных слоев. Методы исследования строения пленок (микроскопия, вольтамперометрия, набухаемость, растворимость, упруго-эластичные свойства). Асимметричность структуры пленок. Пористость и ее определение.

- Закономерности формирования пористых пленок. Композиции для синтеза полупроницаемых мембран. Критерии, обеспечивающие формирование гидрофильных проницаемых полимерных пленок методом ЭП. Изготовление мембран (микрофильтрационные, ультрафильтрационные, нанофильтрационные, обратноосмотические). Влияние режимов ЭП на упорядоченность структуры мембран, размер и ориентацию пор.

Методы подготовки мембран для ультрафильтрации и первапорации и способы их тестирования. Оценка проницаемости мембран методом циклической вольтамперометрии. Определение адсорбции деполяризаторов на полимерной мембране. Мембранные методы разделения и концентрирования органических и минеральных веществ, в частности, ультрафильтрация (УФ) и обратный осмос.

Закрепление лекционного курса проходит на семинарских и практических занятиях.

Практические занятия направлены, в первую очередь, на обучение основам и освоение методик формирования полимерных слоев на металлах электрохимическими методами с использованием современных потенциостатов-гальваностатов с программным обеспечением (Solartron, IPC Pro, AutoLab). Получение навыков использования хроновольтамперометрии и циклической вольтамперометрии для оценки характеристик покрытий, изучение особенностей и возможностей электрохимических методов.

Знакомство с установками для баромембранной фильтрации и первапорации, условиями подготовки мембран для практического использования, способами определения динамики мембранной фильтрации, контроля давления, определением оптимальных режимов фильтрации и селективности разделения многокомпонентных растворов.

4. Система контроля знаний аспиранта

Для окончательной оценки знаний аспиранта в соответствии с учебным планом предусмотрен итоговый экзамен. Основные вопросы курса включаются в перечень вопросов по программе сдачи кандидатского экзамена по физической химии. Кроме того, аспирант предоставляется экзаменационной комиссии Реферат по теме спецкурса, связанный с направлением научного исследования аспиранта.

5. Содержание дисциплины

5.1. Новизна курса. В основе курса лежат фундаментальные основы электрохимии органических соединений, полимерной химии и баромембранных процессов. Кроме того, в программу обучения включена современная информация последнего десятилетия о научных достижениях в области электросинтеза полимеров на поверхности металлов и

формировании новых полимерных материалов со специальными функциональными свойствами, в том числе, полупроницаемых мембран.

5.2. Тематический план курса (распределение часов)

Наименование разделов	Количество часов			Всего часов
	Лекции	Практика (Семинары)	Самост. работа	
<p>Основы метода электрополимеризации как способа формирования покрытий на металлах.</p> <p>1. Теория пленкообразования. 2. Механизмы инициирования полимеризации. 3. Кинетика формирования полимерных покрытий.</p>	4	4	8	16
<p>Особенности синтеза электропроводящих полимеров</p> <p>1. Методы формирования пленок на электродах. Природа мономеров и растворителей. 2. Механизм инициирования полимеризации. 3. Кинетика роста пленок. 4. Свойства пленок, методы их исследования. 5. Области использования проводящих пленок.</p>	6	4	10	20
<p>Электрохимический синтез неэлектропроводных полимеров.</p> <p>1. Механизм инициирования полимеризации и рост цепи. 2. Кинетика электрополимеризации. Методы исследования <i>ex situ</i> и <i>in situ</i> кинетики пленкообразования. 3. Изучение характеристик полимерных пленок. Способы изучения структуры и морфологии пленок. Области использования пленок и</p>	4	4	10	18

покрытий.				
Формирование пористых полупроницаемых мембран	4	6	8	18
1. Особенности формирования пористых пленок.				
2. Влияние составов электролитов и режимов электролиза на структуру пленок. Методы тестирования мембран.				
3. Практическое использование электросинтезированных мембран в технологических процессах.				
Итого по курсу	18	18.	36	72

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Колзунова Л.Г.* Электрохимия органических соединений в начале XXI века / Под ред. В.П. Гультия, А.Г. Кривенко, А.П. Томилова – М: Спутник, 2008, С. 429-495.
2. *Kolzunova L.G.* Electropolymerization as the Method of Producing of Functional Polymer Films and Coatings // Polymer Films: Properties, Performance and Applications. Series: Materials Science and Technologies. Nova Science Publishers, Inc. NY. USA. 2012. P. 1-108.
3. *Колзунова Л.Г., Коварский Н.Я.* Полимерные покрытия на металлах. Электрохимические и электрофизические методы нанесения. М: Наука, 1976. 86 с.
4. *Колзунова Л.Г.* Физико-химические закономерности формирования и структура полимерных пленок при электрохимическом инициировании полимеризации: Дис. ... д-ра хим. наук. Владивосток, 2000.
5. *Безуглый В.Д., Алексеева Т.А.* Электрохимия полимеров. Харьков: Основа, 1990. 184 с.
6. Электрохимия полимеров / М.Р. Тарасевич, С.Б. Орлов, Е.И. Школьников и др. – М: Наука, 1990. – 238 с.
7. *Шаповал Г.С., Липатова Т.Э.* Электрохимическое инициирование полимеризации. – Киев: Наукова думка, 1977. 235 с.
8. *Макаров К.А., Зытнер Я.Д., Мышленникова В.А.* Электрохимические полимерные покрытия. Л.: Химия, 1982. 128 с.
9. *Ковальчук Е.П., Аксиментьева Е.И., Томилов А.П.* Электросинтез полимеров на поверхности металлов. М.: Химия, 1991. 224 с.
10. *Безуглый В.Д., Карпинец А.П.* Электрохимическая полимеризация // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Электрохимия. 1993. Т. 39. С. 65-94.
11. *Зытнер Я.Д., Тихонова Л.С., Макаров К.А.* Использование электрохимических методов для иммобилизации биологически активных веществ // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Электрохимия. 1993. Т. 39. С. 94-135.

Дополнительная литература

1. Лопырев В.А., Кашик Т.Н., Протасова Л.Е. и др. Исследование электрохимической полимеризации 1-винил-1,2,4-триазола // Высокомолек. соед. 1984. Т. (Б) 26. № 8. С. 594-596.
2. Pat. 3434946 USA, МКИ С 08 F 1/00. Polymerization of diacetone acrylamide by electrolysis / R.J. Ehrig, F.A. Kundell (USA).
3. Патент 1560280 РФ, МКИ⁵ В 01 D 67/00. Способ получения полупроницаемых мембран / Коварский Н.Я., Колзунова Л.Г., Калугина И.Ю. (Россия).
4. Колзунова Л.Г., Калугина И.Ю., Коварский Н.Я. Возможности синтеза ультрафильтрационных и обратноосмотических мембран методом электрохимического инициирования полимеризации мономеров // Ж. прикл. химии. 1996. Т. 69. Вып. 1. С. 135-141.
5. Колзунова Л.Г., Коварский Н.Я. Электрохимическое получение полимерных пленок на металлах из водных растворов акриламида и формальдегида // Высокомолек. соед. 1983. Т. (А) 25. № 8. С. 1702-1707.
6. Колзунова Л.Г., Коварский Н.Я. Механизм образования полимерных пленок на металлах при электролизе водных растворов акриламида и формальдегида // Электрохимия. 1984. Т. 20. № 2. С. 154-159.
7. Колзунова Л.Г., Коварский Н.Я., Новичкова Л.М. Образование полимерных покрытий на катодах при электролизе N-метилолакриламида в водной среде // Высокомолек. соед. 1986. Т. (А) 28. № 2. С. 227-231.
8. Колзунова Л.Г., Коварский Н.Я., Новичкова Л.М. Влияние растворимых полимерных продуктов (фракций) на качество покрытий, формируемых при электрохимическом инициировании полимеризации N-метилолакриламида // Высокомолек. соед. 1985. Т. (А) 27, № 11. С. 2370-2375.
9. Технологические процессы с применением мембран / Под ред. Р.Е. Лейси, С. Лёб: Пер. с англ. М.: Мир, 1976. 372 с.
10. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. М.: Химия, 1986. 272 с.
11. Кестинг Р.Е. Синтетические полимерные мембраны. М.: Химия, 1991. 336 с.
12. Брок Т. Мембранная фильтрация. М.: Мир, 1987. 464 с.

Программу разработала

д.х.н., зав. лабораторией электрохимических процессов

Л.Г. Колзунова