

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



Первый проректор, проректор по научной
и инновационной работе

В.Г. Прокошев

« _____ » 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология мембран и мембранные технологии»

Направление подготовки 18.06.01 Химическая технология

Направленность (профиль) подготовки Технология и переработка полимеров и композитов

Уровень высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения очная

Год	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРА, час.	Форма проме- жуточного кон- троля (экз./зачет)
4	3(108)	18		18	72	зачет
Итого	3(108)	18		18	72	зачет

г. Владимир 2015 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Технология мембран и мембранные технологии» являются изучение теоретических основ создания полимерных мембран и процессов, протекающих при их использовании, способов получения мембран и технологии их использования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Настоящий курс входит в состав вариативной части дисциплин профиля подготовки «Технология и переработка полимеров и композитов»

Изучение дисциплины базируется на следующих дисциплинах бакалавриата и магистратуры

- органическая химия; химия и физика полимеров; процессы и аппараты химической технологии; современные методы исследования в химии.

Дисциплина «Технология мембран и мембранные технологии» необходима для выполнения диссертации.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

– универсальные компетенции:

способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития (УК-6).

– общепрофессиональные компетенции

-способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий (ОПК-1);

-способность и готовность к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований (ОПК-3);

-способность и готовность к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных (ОПК-5);

– профессиональные компетенции:

-готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выборе методик и средств решения задачи (ПК-2);

-способность использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3);

В результате освоения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать: - основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, теоретического и экспериментального исследования;

-положения о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире;

- методы, способы и средства получения полимерных мембран с помощью физических, физико-химических и химических процессов, производство на их основе изделий различного назначения;

-теоретические основы мембранных процессов, влияние различных факторов на основные параметры мембран, основы проектирование фильтрующих систем.

- Уметь:** -анализировать технологический процесс как объект управления;
- проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов;
 - использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий;
 - применять методы математического анализа и моделирования и элементы экономического анализа в практической деятельности;
 - обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов;
 - выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;
 - получать мембрану различными способами и обосновывать оптимальный способ ее получения;
 - проводить качественный анализ полученной мембраны с использованием химических и физико-химических методов анализа;
 - рассчитывать основные характеристики мембранного процесса, подобрать к данному процессу соответствующую мембрану и предложить оптимальную фильтрующую систему, целенаправленно изменять технологические параметры получения мембран.

Владеть: -способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области экономики и управления, решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта; культурой мышления,

-способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения; способностью и готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе, методом расчета и проектирования мембранных систем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРА	
1	<u>Раздел 1.</u> Введение. История мембранных технологий	2	2			2	Собеседование
2	<u>Раздел 2</u> Диффузионные мембранные процессы. Фазовое разделение в полимерных системах	2	4		4	15	Собеседование
3	<u>Раздел 3</u> Формование мембран. Основные характеристики мембран. Влияние различных параметров на морфологию мембран.	2	4		4	15	Собеседование
4	<u>Раздел 4</u> Термомембранные и электромембранные процессы	2	4		4	20	Собеседование
5	<u>Раздел 5.</u> Основы проектирования мембранных фильтрующих систем	2	4		6	20	Собеседование
	<u>Всего</u>		18		18	72	зачет

4.2 Лекции. Теоретический курс.

Раздел 1. Введение. История мембранных технологий

.Рассмотрены история развития мембранных процессов, место мембранных процессов в ряду других процессов разбавления (дистилляции, вымораживания, электроди-

ализу и т.п.).

Раздел 2 Диффузионные мембранные процессы. Фазовое разделение в полимерных системах

Рассмотрены мембранные процессы (микрофльтрация, ультрафльтрация, обратный осмос, пьезодиализ, диализ, термоосмос и др.) и движущие силы этих процессов. Представлены феноменологические уравнения, связывающие массоперенос с движущейся силой процесса.

Описаны основные принципы формирования мембраны с помощью метода инверсии фаз. Рассмотрены термодинамические и кинетические принципы фазового разделения растворов полимеров. Подробно рассмотрены процессы осаждения путем погружения в нерастворитель.

Раздел 3 Формование мембран. Основные характеристики мембран. Влияние различных параметров на морфологию мембран.

Классификация методов формования мембран. Формование мембран при контакте с осадительной ванной. Механизм образования капиллярно-пористой структуры полимерных мембран. Термомеханические схемы производства основных полимерных мембран.

Рассмотрены основные характеристики мембран: точка пузырька, средний радиус пор, производительность мембраны, прочность мембраны..

Рассмотрены влияние выбора системы растворитель/нерастворитель, концентрации полимеров, состава коагуляционной ванны, состава раствора полимера на морфологию мембран.

Раздел 4 Термомембранные и электромембранные процессы

Рассмотрены процессы мембранной дистилляции, уравнения Уилсона, Маргулиса и Ван Маре, параметры процесса. Особенности мембран для термомембранного процесса.

Раздел 5. Основы проектирования мембранных фильтрующих систем

Рассмотрены достоинства и недостатки двух основных типов рабочих модулей: режим тупиковой фильтрации и режим фильтрации из потока перпендикулярного направлению транспорта. Рассмотрены режимы работы при поперечном потоке, параллельный поток, противотоки, поперечный поток, идеальное смешение. Каскадные режимы работы. Необходимость использования каскадных режимов. Примеры оформления систем разделения получения сверхчистой воды, обессоливания морской воды, дегидратация этанола.

4.3.. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные занятия имеют цель приобретения практических навыков по получению мембран, оценки качества полученной продукции. Подготовку к лабораторной работе и ее оформление студенты выполняют внеаудиторно в соответствии со стандартом университета. Выполненные работы защищают, анализируя полученные результаты и теоретически обосновывая их.

Перечень лабораторных работ:

1. Определение осадительного числа 40% растворов по отношению к формовочному раствору ПА-6.

Осадительная способность является важной характеристикой осадителя в процессах выделения высокомолекулярных соединений из растворов. Она определяет не только полноту, но и скорость осаждения. В мембранных процессах от нее зависит структура мембран. На практике эту характеристику часто оценивают по осадительному числу.

2. Изготовление микрофльтрационных мембран.

Получение микрофльтрационных мембран инверсионным способом является типичным и широко используемым способом. Однако, характеристики конкретного полимера вносят в технологический процесс свои особенности. Ознакомление с этими особенностями являются задачами лабораторных работ.

3. Поверхностная и объемная модификации мембран.

Известно, что свойства мембран во многом определяются их поверхностными свойствами. Поэтому используя поверхностную модификацию можно значительно изменить такие характеристики мембран, как селективность, производительность, электрический заряд, сорбционную способность.

С помощью объемной модификации можно значительно изменить структуру мембран и тем самым изменить их механические свойства, что очень важно при их переработке.

4. Измерение вязкости формовочных растворов ПА-6.

Вязкостные свойства формовочных растворов являются важнейшими характеристиками в процессе переработки их в мембраны. Поэтому приобретение навыков по их определению формирует ценный опыт у испытателя работающего в области мембранных технологий.

5. Определение точки пузырька и производительности мембран.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации учебной работы используются ориентация на следующие тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии.

Работа с использованием активных и интерактивных методов проведения занятий. При чтении лекций обычно используется метод проблемного изложения с использованием интерактивной формы проведения занятий. При проведении занятий по темам 1, 5 будут использованы компьютерные симуляции; по темам 2, 4 - применение деловых и ролевых игр; по темам 2, 3 - разбор конкретных ситуаций.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ №1

1. Определение мембран.
2. Классификация мембран.
3. Движущиеся силы мембранного разделения.
4. Феноменологические уравнения.
5. Феноменологические коэффициенты.
6. Мембранные процессы второго поколения.
7. Мембранные процессы. Осмос. Уравнение Вант-Гоффа.
8. Мембранные процессы. Микрофитрация.
9. Мембранные процессы ультрафитрации, теоретические основы.
10. Мембранные процессы, обратный осмос.
11. Теоретические основы мембранного газоразделения.
12. Понятие первапорация, место первапорации в мембранном разделении.
13. Термоосмос. Место этого метода в мембранном разделении.
14. Уравнения Хагенс-Пуазейля и Козени-Кармана.
15. История развития мембран и мембранных процессов.
16. Термодинамика фазового разделения полимерных систем.
17. Теория Флори-Хаггинса.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ №2

1. Процессы фазового разделения растворов на примере бинарной смеси.
2. Процессы фазового разделения растворов на примере тройной системы.
3. Влияние диффузии на процессе фазового разделения.
4. Влияние системы растворитель/не растворитель на морфологию мембран.
5. Влияние концентрации полимера на морфологию мембран.
6. Влияние состава коагуляционной ванны на морфологию мембран.
7. Влияние состава поливочного раствора полимера на морфологию мембран.
8. Методы определения характеристик микрофитрационных мембран.
9. Методы определения характеристик ультрафитрационных мембран.
10. Определение пор максимального размера методом термпараметрии.
11. Определение пор максимального размера методом точки пузырька.
12. Определение пор максимального размера методом ртутной параметрии.
13. Определение характеристик активных пор методом пермпараметрии.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ №3

1. Методы получения полимерных мембран.
2. Спекание, вытяжка, травление ядерных треков, выщелачивание из пленок, нанесение покрытий.
3. Инверсия фаз.
4. Испарения растворителя.
5. Осаждение с контролируемым испарением.
6. Термическое осаждение.
7. Осаждение под действием паровой фазы.
8. Осаждение путем погружения.
9. Получение плоской мембраны методом осаждения путем погружения.
10. Выбор пары растворитель/не растворитель.
11. Получение трубчатых мембран.
12. Методы получения композиционных мембран.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ №4

1. Методы определения характеристик микрофльтрационных мембран.
2. Методы определения характеристик ультрафльтрационных мембран.
3. Определение пор максимального размера методом термпараметрии.
4. Определение пор максимального размера методом точки пузырька.
5. Определение пор максимального размера методом ртутной парометрии.
6. Определение характеристик активных пор методом пермопорометрии.
7. Факторы влияющие на точку пузырька и селективность мембран.
8. Факторы влияющие на производительность мембран.
9. Классификация конструкций мембранных модулей.
10. Достоинства и недостатки плоскостороннего модуля.
11. Достоинства и недостатки трубчатого модуля.
- 12 Проектирование фильтрующих систем.
13. Тупиковая система – достоинства и недостатки.
- 14 Система – «фильтрация из потока» достоинства и недостатки.
15. Режимы работы мембранной системы при потоке.
- 17 Каскадные режимы работы.
18. Примеры оформления систем разделения. Сверхчистая вода.
19. Примеры оформления систем разделения.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Классификация полимерных мембран и мембранных процессов.
3. Полимеры для полимерных мембран.
4. Особенности применения смесей полимеров.

5. Полимеры для пористых и непористых мембран.
6. Мембраны керамические, стеклянные и металлические.
7. Методы получения полимерных мембран.
- 8 Спекание, вытяжка, травление ядерных треков, выщелачивание из пленок, нанесение покрытий.
9. Инверсия фаз.
10. Испарения растворителя.
11. Виды осаждения мембран.
12. Получение плоской мембраны методом осаждения путем погружения.
13. Выбор пары растворитель/не растворитель.
14. Методы определения характеристик мембран.
15. Определение пор мембран.
16. Факторы влияющие на точку пузырька и селективность мембран.
17. Факторы влияющие на производительность мембран.
18. Мембранные процессы второго поколения.
19. Мембранные процессы. Осмос. Уравнение Вант-Гоффа.
20. Мембранные процессы, обратный осмос.
21. Понятие первапорация, место первапорации в мембранном разделении.
22. Термоосмос. Место этого метода в мембранном разделении.
23. Уравнения Хагенс-Пуазейля и Козени-Кармана.
24. История развития мембран и мембранных процессов.
- 25 Процессы фазового разделения растворов на примере бинарной смеси.
- 26 Процессы фазового разделения растворов на примере тройной системы.
27. Методы определения характеристик микрофльтрационных мембран.
28. Методы определения характеристик ультрафльтрационных мембран.
- 29 Определение пор максимального размера методом термпараметрии.
30. Определение пор максимального размера методом точки пузырька.
31. Определение пор максимального размера методом ртутной парометрии.
- 32 Определение характеристик активных пор методом пермопорометрии.
33. Промышленное применение микрофльтрации.
34. Промышленное применение ультрафльтрации.
35. Мембранные процессы. Обратный осмос..
- 36 Требования к мембранам для обратного осмоса.
37. Промышленное применение обратного осмоса.
38. Мембранные процессы. Пьезодиализ.
39. Мембранные процессы. Газоразделение с помощью пористых мембран.
40. Мембранные процессы. Газоразделение с помощью непористых мембран.
41. Термомембранные процессы. Мембранная дисцилляция.
42. Параметры процесса мембранной дистилляции.
- 43 Требования к мембранам для мембранной дистилляции.
44. Мембранные процессы. Термоосмос.
- 45 Мембранные процессы. Первапорация.

46. Требования к мембранам для первапораций.
47. Применение мембран для первапораций.
48. Схема установки мембранной дистилляции.
49. Классификация конструкций мембранных модулей.
50. Достоинства и недостатки плоскостного модуля.
51. Достоинства и недостатки трубчатого модуля.
52. Проектирование фильтрующих систем.
53. Тупиковая система – достоинства и недостатки.
54. Система – «фильтрация из потока» достоинства и недостатки.
55. Режимы работы мембранной системы при потоке.
56. Каскадные режимы работы.
36. Примеры оформления систем разделения.

Самостоятельная работа аспиранта

Целью самостоятельной работы являются формирование личности аспиранта, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к занятиям, к рубежным контролям, к зачету. Она может включать в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Тематика рефератов должна иметь проблемный и профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы студента.

Темы рефератов

1. Получение сверхчистой воды;
2. Опреснение морской воды;
3. Дегидратация спирта;
4. Очистка сточных вод гальванических производств
5. Переработка концентрированных рабочих растворов и отработанных электролитов
6. Регенерация концентрированных рабочих растворов и отработанных электролитов
7. Регенерация серной и соляной кислот из отработанных травильных растворов
8. Регенерация отработанного электролита хромирования
9. Очистка промывных вод плавиковой кислоты после процесса травления стекла
10. Регенерация отработанных обезжиривающих и моющих растворов
11. Переработка отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей
12. Очистка хозяйственно - бытовых сточных вод
13. Очистка сточных вод полигонов ТБО

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основная литература

1. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] / Ю.А. Лейкин. – 2-е изд. (эл.) – М.: БИНОМ, - (Учебник для высшей школы), 2014 — 166 с.
2. Процессы массопереноса с участием твердой фазы [Электронный ресурс] / А.И. Разинов, П.П. Суханов - Казань: Издательство КНИТУ, 2012.
3. Водоподготовка [Электронный ресурс]: Учеб. для вузов / Фрог Б.Н., Первов А.Г. - М. : Издательство АСВ, 2014г.

Дополнительная литература

1. Беляева Н.П., Браяловский Г.П. Промышленные применение мембранных процессов: учеб. пособие / Под общ. ред. Ю.Т. Панова, А.А. Поворова, Н.С. Попова. - Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А. В., 2011. - 82с. (Библиотека ВлГУ).
2. Мембраны и мембранные процессы: учеб. пособие в 2 частях / Под общ. ред. Ю.Т. Панова, Н.С. Попова – Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2011 – 148 с.
3. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой воды и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация. [Электронный ресурс]. Монография / Первов А.Г. – Издательство АСВ, 232с., 2009.
4. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Копылов А.С., Очков В.Ф., Чудова Ю.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2009.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


Теоретический курс:

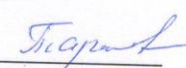
1. Мультимедийные средства.
2. Презентации к курсу лекций.

Лабораторный практикум:

Специализированная лаборатория (ауд.125-1)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 18.06.01 Химическая технология и направленности (профилю) подготовки Технология и переработка полимеров и композитов

Рабочую программу составил проф. каф. ХТ, д.т.н. Ю.Т.Панов 

Рецензент директор ООО НПП «Технофильтр» к.х.н., А.В.Тарасов 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Химические технологии» от _____ года, протокол № _____

Заведующий кафедрой  Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.06.01 Химическая технология

Протокол № _____ от _____ года

Председатель комиссии  Панов Ю.Т.

Программа переутверждена:

на _____ учебный год. Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года.

Заведующий кафедрой _____

Программа переутверждена:

на _____ учебный год. Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года.

Заведующий кафедрой _____

Программа переутверждена:

на _____ учебный год. Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года.

Заведующий кафедрой _____