

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 15.07.2025 11:14:21
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Руководитель ООП:

 П.М. Пахомов

14 мая 2025

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Основы переработки полимеров

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

Физическая химия

Для студентов 2 курса

Очная форма

Составитель: к.х.н., Вишневецкий Д.В.

Тверь, 2025 г.

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является: познакомить магистрантов с основными технологическими методами и процессами переработки полимерных материалов, и их применением прежде всего в тех областях химии, которые входят в круг научных интересов кафедры.

Задачами освоения дисциплины являются: раскрыть основные положения технологии переработки полимеров и научить магистрантов применять их для решения конкретных проблем химии, различать множество полимерных материалов.

Технология переработки полимеров – сложный процесс придания полимерным прекурсорам (гранулам полимера) определенной формы и занимающий передовое и неотъемлемое место в промышленности, экономике, социальной жизни и быту. Этим определяется *содержание дисциплины* “Основы переработки полимеров” и ее значение для магистрантов, специализирующихся по кафедре физической химии ТвГУ.

Предмет дисциплины составляют основные методы, с помощью которых полимерная масса формуется в данный материал.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Основы переработки полимеров» входит в Элективные дисциплины 7 обязательной части Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Содержательно она связана с такими курсами для магистрантов, как «Синтез и химические превращения полимеров», «Основы физики и химии полимеров».

3. Объем дисциплины: 5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции - 30 часов, лабораторные работы - 45 часов, в т. ч. лабораторная практическая подготовка – 45 часов;

самостоятельная работа: 78 часов, контроль - 27 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.1. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук; ОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук.
ОПК-2 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук; ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.

5. Форма промежуточной аттестации:

экзамен в 3 семестре.

6. Язык преподавания: русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

1. Для студентов очной формы обучения:

2. №	Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)	Контроль
			Лекции	Лабораторные/ Практические занятия		
1	Введение в технологию полимеров	24	4	7	10	3
2	Экструзия	43	7	10	19	7
3	Каландрование. Нанесение покрытия на подложку.	43	7	10	19	7
4	Литье под давлением.	33	5	8	15	5
5	Прессование. Вспенивание.	37	7	10	15	5
	ИТОГО	180	30	45	78	27

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем <i>(в строгом соответствии с разделом II РПД)</i>	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Введение в технологию полимеров.	лекция	- традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), - информационные (показ презентаций)
2. Экструзия.	- лекция - решение задач и упражнений - проверка домашних заданий	- традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), - информационные (показ презентаций) - технология модульного и блочно-модульного обучения
3. Каландрование. Нанесение покрытия на подложку.	- лекция - решение задач и упражнений - проверка домашних заданий	- традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), - информационные (показ презентаций) - технология модульного и блочно-модульного обучения
4. Литье под давлением.	- лекция - решение задач и упражнений - проверка домашних заданий	- традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), - информационные (показ презентаций) - технология модульного и блочно-модульного обучения

5. Прессование. Вспенивание.	• лекция • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология модульного и блочно-модульного обучения
------------------------------	---	--

IV. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

РАССЧЕТ БАЛЛОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРОВ»

1 модуль

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Тесты для лабораторных/практических занятий - 2	10 баллов (тест содержит 10 вопросов, 0.5 балла за 1 правильный ответ)
2		Тесты для самостоятельной работы - 15	10 баллов (тест содержит 10 вопросов, 0.066 балла за 1 правильный ответ)
3		Коллоквиум №1	5 баллов (коллоквиум включает обсуждение ответов за тест – 5 баллов)
4		Посещаемость	1
5		Работа на занятии	4
		Итого:	30

2 модуль

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Тесты для лабораторных/практических занятий - 3	10 баллов (тест содержит 10 вопросов, 0.33 балла за 1 правильный ответ)
2		Тесты для самостоятельной работы - 15	10 баллов (тест содержит 10 вопросов, 0.066 балла за 1 правильный ответ)
3		Коллоквиум №2	5 баллов (коллоквиум включает обсуждение ответов за тест – 5 баллов)
4		Посещаемость	1
5		Работа на занятии	4
		Итого:	30

6		Экзамен	40 (10 заданий в билете по 4 балла)
		Итого за семестр	100 баллов

Текущий контроль успеваемости

1 модуль

Тесты для лабораторных/практических занятий

Тест №1. Тема: «Введение в технологию полимеров»

Пример

1. Высокомолекулярные соединения, состоящие из длинных молекул с большим количеством называют:

- А) мономер
- Б) полимер
- В) молекула
- Г) атом

2. Низкомолекулярное соединение, предназначенное для получения полимеров :

- А) молекула
- Б) полимер
- В) мономер
- Г) атом

3. Материалы на основе органических природных, синтетических или органических полимеров, из которых можно после нагрева и приложения давления формовать изделия сложной конфигурации называют:

- А) каучук
- Б) мономер
- В) пластмассы
- Г) резина

4. Какие соединения относятся к полимерам:

- А) полиэтилен
- Б) все ответы верны
- В) полипропилен
- Г) полибутилен

Тест №2. Тема: «Экструзия»

Пример

1. Процесс, являющийся одним из самых дешёвых методов производства широко распространённых изделий из пластмасс, таких как плёнки, волокна называется:

- А) Экструзия
- Б) Формование
- В) Каландрование
- Г) Вспенивание

2. Обычно давления экструзии применяют равной:

- А) до 10 МПа
- Б) свыше 100 МПа
- В) до 50 МПа
- Г) до 100 МПа

3. Сохранение заданного профиля сеченая экструдата вплоть до затвердевания расплава полимера - это цель
- А) штамповки
 - Б) калибровки
 - В) экструзии
 - Г) смещения
4. Метод формования толстостенных изделий на винтовых литьевых машинах называется
- А) экструзия
 - Б) спекание
 - В) инструзия
 - Г) каландрование

Коллоквиум №1. Тема: «Введение в технологию полимеров. Экструзия»

Пример

1. Полистирол является?
 - а) реактопластом
 - б) термопластом
 - в) эластомером
 - г) резольной смолой
2. Процесс получения полиэтилена относится к реакции?
 - а) поликонденсации
 - б) полимераналогичных превращений;
 - в) полимеризации
 - г) вулканизации
3. Укажите фактор, влияющий на качество переработки гранул полимера?
 - а) прозрачность гранул;
 - б) размеры гранул.
 - в) молекулярная масса полимера;
 - г) химическое строение полимера

2 модуль

Тесты для лабораторных/практических занятий

Тест №1. Тема: «Каландрование. Нанесение покрытия на подложку»

Пример

1. Каландрование, вспенивание, формование относятся к основным:
 - А) способам переработки
 - Б) химическим свойствам
 - В) реакциям получения полимеров
 - Г) физическим свойствам полимеров
2. Зазор между валками определяет:
 - А) количество используемого материала
 - Б) скорость реакции
 - В) производительность
 - Г) толщину каландрованного листа
3. Процесс, применяемый для производства непрерывных плёнок и листов, называется:
 - А) Вспенивание
 - Б) Каландрование
 - В) Формование

- Г) литье
- 4. Что способствуют удалению из реактопластов летучих веществ
- А) шнек
- Б) подпрессовки
- В) каландр
- Г) вал

Тест №2. Тема: «Литье под давлением»

Пример

1. Давления впрыска при литье под давлением:
 - А) до 10 МПа
 - Б) свыше 100 МПа
 - В) до 50 МПа
 - Г) до 100 МПа
2. По способу переработки пластмассы могут быть разделены на следующие группы:
 - А) все ответы верны
 - Б) термореактивные пресс-порошки
 - В) жидкие литьевые термореактивные смолы
 - Г) листовые и фасонные слоистые материалы
3. Что оказывает наибольшее влияние на механические свойства литьевых изделий:
 - А) температура литья
 - Б) давление пресса
 - В) концентрация сырья
 - Г) разность концентрации
4. Мелкие неровности поверхности при литье происходят при:
 - А) разности концентрации
 - Б) недостаточном давлении
 - В) высокой температуре
 - Г) низкой температуры

Тест №3. Тема: «Прессование. Вспенивание»

Пример

1. Введение формуемого материала в заранее закрытую форму через литьевой канал.
 - А) экструзия
 - Б) литьевое прессование
 - В) литье под давлением
 - Г) каландрование
2. Какой метод применяют для изготовления изделий разнообразных форм, размеров и толщин преим
 - А) литье под давлением
 - Б) каландрование
 - В) компаундирование
 - Г) прямое прессование
3. Наука о деформациях и течении реологических тел под действием внешних силовых полей
 - А) деформация
 - Б) термодинамика
 - В) статика
 - Г) реология
4. Относительное смещение частиц тела, при котором непрерывность самого тела не нарушается
 - А) деформация
 - Б) термодинамика
 - В) реология
 - Г) статика

1. При хлорировании полиэтилена получается?
 - а) кристаллический полимер
 - б) аморфный полимер
 - в) полиэтилен невозможно хлорировать
 - г) аморфизованный полимер
2. Как увеличить адгезию полимера на подложку?
 - а) увеличить его молекулярную массу
 - б) обработать полимер плазмой
 - в) добавить в полимер пигменты
 - г) увеличить степень кристалличности полимера;
3. Процесс придания натуральной коже прочностных характеристик называется?
 - а) вспенивание
 - б) пултрузия
 - в) дубление
4. Реактопласты перерабатывают следующим методом?
 - а) экструзия
 - б) ко-экструзия
 - в) прессование
 - г) пневмо-вакуум формование
5. В методе раздува рукавной пленки температура процесса ($T_{пр.}$) и температура плавления полимера ($T_{пл.}$) соотносятся как?
 - а) $T_{пр.} = T_{пл.}$
 - б) $T_{пл.} < T_{пр.}$
 - в) $T_{пр.} < T_{пл.}$
 - г) зависит от давления в системе
6. Температура валков каландра?
 - а) постоянна
 - б) непостоянна;
 - в) зависит от формирующегося полимера
 - г) зависит от типа каландра

Тесты для самостоятельной работы

1. Высокомолекулярные соединения, состоящие из длинных молекул с большим количеством называют:
 - А мономер
 - Б полимер
 - В молекула
 - Г атом
2. Низкомолекулярное соединение предназначено для получения полимеров

- А молекула
Б полимер
В мономер
Г атом
3. Материалы на основе органических природных, синтетических или органических полимеров, из которых можно после нагрева и приложения давления формовать изделия сложной конфигурации называют:
- А каучук
Б мономер
В пластмассы
Г резина
4. Какие соединения относятся к полимерам
- А полиэтилен
Б все ответы верны
В полипропилен
Г полибутилен
5. Формы макромолекул:
- А разветвленный
Б пространственный
В Линейный
Г все ответы верны
6. Полимер - это
- А реакция
Б молекула
В низкомолекулярное соединение
Г высокомолекулярное соединение
7. Число мономерных звеньев, образующих макромолекулу называют:
- А мономер
Б форма макромолекулы
В атомная масса
Г степень полимеризации
8. Повторяющийся участок структуры молекулы полимера называют:
- А молекулярная масса
Б мономер
В форма макромолекулы
Г структурное (элементарное) звено
9. Природные полимеры:
- А нуклеиновые кислоты
Б белки
В смолы природные
Г все ответы верны
10. Полимеризация - это...
- А физическое состояние
Б химическое свойство
В структурное (элементарное) звено
Г реакция получения полимеров

Экзамен

Пример экзаменационного билета

1. В процессе прессования для повышения качества изделий применяют
- А) подпрессовки и задержку подачи давления
Б) тщательное измельчение
В) отверждение
Г) плавление
2. Что применяют для снижения текучести реактопластов

- А) подпрессовку
 - Б) плавление
 - В) задержку подачи давления
 - Г) измельчение
3. Кристаллизация из расплава полимера протекает при введении в полимерный материал кристаллизаторов, который называется
- А) зародыш
 - Б) молекула
 - В) атом
 - Г) кристалл
4. Технологический процесс введения в полимер различных ингредиентов, таких как пластификаторы, вулканизирующие агенты, называется:
- А) Каландрование
 - Б) Вспенивание
 - В) Компаундирование
 - Г) Формование
5. Метод изучения температурной зависимости механических свойств полимеров является:
- А) сжатие
 - Б) метод термомеханических кривых
 - В) удар
 - Г) изгиб
6. Как можно бороться с процессами старения (окисления) полимеров, что надо добавить в исходное сырье?
7. Зачем важно знать основные параметры шнека?
8. Почему в методе раздува рукавной пленки температуру понижают ниже температуры плавления материала?
9. Как можно улучшить совместимость двух термодинамически несовместимых полимеров?
10. Почему эластомеры (резины) не наносят на подложку?

Шкала оценивания выполнения индикаторов:

Индикатор считается выполненным, если либо во время текущей, аттестации студент набрал как минимум пороговое количество баллов за те виды активности, которые отвечают за данный индикатор.

№	Индикатор	Текущая аттестация		Экзамен	
		Порог	Максимум	Порог	Максимум
1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	20	60	20	40

Шкала и критерии выставления оценок за дисциплину:

Шкала и критерии выставления оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» описаны в локальной нормативной документации Тверского государственного университета (Положение о рейтинговой системе обучения студентов ТвГУ). Положительная оценка может быть выставлена только в том случае, если выполнены все индикаторы.

V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Технология переработки полимеров: формулирующий инструмент: учебное пособие для вузов / М. А. Шерышев. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018, 157с. ISBN 978-5-534-04412-6.

[Электронный ресурс]; Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/tehnologiya-pererabotki-polimerov-formuyuschiy-instrument-415809>

2. Лекции по дисциплине «Технология переработки полимеров», ГОУ ВПО Саратовский государственный технический университет, 2016, 54с.

[Электронный ресурс]; Режим доступа: http://bittu.org.ru/umkd/sites/default/files/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8_63.pdf

б) Дополнительная литература:

1. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Ю.Д. Семчиков. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 368 с.

https://www.centrmag.ru/catalog/product/vysokomolekulyarnye_soedineniya_uchebnik/

2. Теоретические основы переработки полимеров: учеб. пособие для студентов по специальностям «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий», «Упаковочное производство», «Машины и технологии обработки материалов давлением» / М. М. Ревяко, Н. Р. Прокопчук. – Минск: БГТУ, 2009.- 305с. ISBN 978-985-434-876-6.

Режим доступа: https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/2676/1/revyako_teoreticheskie-osnovy-pererabotki.pdf

2. Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение:

- Многофункциональный редактор ONLYOFFICE
- HyperChem
- Origin 8.1
- ISISDraw 2.4 Standalone

б) Свободно распространяемое программное обеспечение Google Chrome

3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Виртуальная образовательная среда ТвГУ (<http://moodle.tversu.ru>)
2. Научная библиотека ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)

- <http://library.tversu.ru>
- <http://www.iprbookshop.ru/>
- <https://biblioclub.ru/>
- <https://www.nature.com/>
<https://rd.springer.com/>

VI. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная программа:

I. Введение в технологию полимеров

Параметры, влияющие на переработку полимеров. Классификация методов переработки. Приготовление и подготовка сырья.

II. Экструзия

Материалы, перерабатываемые экструзией. Конструкция экструдера. Виды экструдеров. Технологические процессы в экструдере (три зоны экструдера). Технология производства экструзионных изделий. Получение рукавной пленки. Экструзионно-выдувное формование.

III. Каландрование. Нанесение покрытия на подложку

Общие сведения и основные закономерности процесса. Устройство линии каландрования и технология производственных процессов. Подложки и их предварительная обработка. Составы для покрытий. Способы нанесения покрытий и используемое для этого оборудование.

IV. Литье под давлением

Общие сведения о процессе. Формовочные массы. Литьевые машины. Основные узлы литьевых машин. Технология литья под давлением.

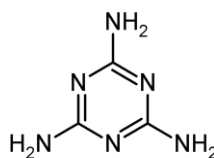
V. Прессование. Вспенивание.

Материалы, применяемые в технологии прессования. Подготовка сырья к прессованию. Основные технологические параметры прессования. Качество изделий при прессовании. Материалы, используемые при вспенивании. Обзор технологии вспенивания.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Приведите примеры полимеризации, поликонденсации, полимераналогичных превращений?

2. Приведите примеры термопластов, реактопластов, эластомеров?
3. Нарисуйте термомеханические кривые для термопласта, реактопласта?
4. У вас есть гранулы термопласта и реактопласта, приведите хотя бы по одному методу их переработки (формования из них изделия)?
5. У вас есть два образца полиэтилена с ММ 1 – 300000 и 2 - 3000000, какими методами будете формовать из них изделие?
6. Приготовление сырья к формованию: два основных фактора, влияющие на качество переработки?
7. Почему ПММА не разрушается при ударе по нему молотком, а обычное стекло (силикатное) сразу же трескается?
8. Почему при каландровании каждый следующий валок в установке вращается с большей скоростью, чем предыдущий (рассмотрите каландр типа L)?
9. Почему температура валков каландра должна быть постоянной?
10. Почему эластомеры (резины) не наносят на подложку?
11. Нарисуйте термомеханические кривые для резины, термопласта (аморфного и кристаллического, реактопласта)?
12. Как увеличить адгезию полимера на подложку (два примера)?
13. Как сделать натуральную кожу более прочной?
14. Как можно улучшить совместимость двух термодинамически несовместимых полимеров?
15. Почему синтетические волокна более устойчивы к процессам старения, чем натуральные?
16. Предложите способ получения смолы из меламина?



17. Получите стаканчик из полистирола (метод формования)? Как можно улучшить механические свойства этого стаканчика (что-то добавить в исходное сырье)?
18. Получите из ПВХ сшитый полимер? Какой полимер получится при действии концентрированной соляной кислоты на сшитый полимер ПВХ? Где используется конечный продукт в реальной жизни?

19. Какой из полимеров ПЭ или ПП (линейные) более стоек к окислительной деструкции, нарисуйте механизм?
20. Как можно бороться с процессами старения (окисления) полимеров, что надо добавить в исходное сырье?
21. Зачем охлаждать зону цилиндра непосредственно у загрузочной воронки (экструдер)?
22. Зачем устанавливают нагревательные диски на экструдере?
23. Зачем важно знать основные параметры шнека?
24. Почему глубина винтового канала в зоне питания больше, чем в зоне гомогенизации (экструзия)?
25. Что будет, если технологические параметры экструдера выбраны неверно (два случая)?
26. Сравните трубы из ПВХ, ПЭ и ПП (со всех точек зрения)?
27. Почему в методе раздува рукавной пленки температуру понижают ниже температуры плавления материала?
28. Почему ПЭ может кристаллизоваться, а ПС нет?
29. Почему нельзя экструдировать реактопласт?
30. Как будет меняться термомеханическая кривая при последовательном хлорировании ПЭ?

VII. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине:

В ходе изучения дисциплины используется приборная база для проведения научных исследований физико-химическими методами анализа, которым располагают лаборатории кафедры физической химии химико-технологического факультета.

- компьютеры
- столы
- стулья
- доска учебная
- проектор

1. Реальные материалы, сформованные из полимеров.
2. Справочные издания

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Добавлены новые пособия в основной список литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.			