Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 12.09.2026 16:54:48
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Полиграфический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан Полиграфического факультета
_____/Нагорнова И.В./
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассоперенос в полимерных материалах

Направление подготовки/специальность
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль/специализация
Инженерия полимерных и композитных материалов

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н.  /А.В. Дедов/

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Инновационные материалы
принтмедиаиндустрии»
к.ф.-м.н., доцент  /Г.О. Рытиков/

Оглавление

1. Цели освоения дисциплины..... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость……..... ……5
3.2. Тематический план изучения дисциплины…… ..... ……5
3.3. Содержание дисциплины……..... …..6
3.4.Тематика лабораторных занятий…… ....…8
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)……..... ….9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение……..... ……...9
4.1.Основная литература……..... …10
4.2.Дополнительная литература…… ..... ……10
4.3. Электронные образовательные ресурсы…… .... ……11
4.4.Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение… 11
4.5.Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы…… .... ……...11
5. Материально-техническое обеспечение……..... ……11
6. Методические рекомендации…… .... …12
6.1.Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения..... .12
6.2.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины…… 12
7. Фонд оценочных средств 13

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Тепломассоперенос в материалах» следует отнести:

- формирование основных приемов познавательной деятельности специалистов в направлении изучения свойств полимерных материалов;
- формирование навыков, необходимых для участия в создании новых полимерных материалов и технологий производства.

К основным задачам освоения дисциплины «Тепломассоперенос в материалах» следует отнести:

- расширение и закрепление теоретических и практических знаний по неорганической, органической, физической и коллоидной химии, необходимых для проведения научных исследований и постановки оптимизационных задач;
- изучение сущности физико-химических и химических процессов, происходящих в производстве полимерных газонаполненных материалов;
- формирование представлений об основных этапах решения задачи реализации конкретного направления в материаловедении;
- ознакомление с современными достижениями по созданию, применению и перспективам развития газонаполненных полимерных материалов.

Обучение по дисциплине «Тепломассоперенос в материалах» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1 Способен разрабатывать цифровые модели типовых технологических процессов и технологии материалов	ИПК-1.2. Моделирует и разрабатывает этапы технологических процессов и составы материалов на основе анализа условий их эксплуатации и с учетом экономических факторов;
ПК -2 Способен использовать на практике знания о полимерных материалах различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов	ИПК-2.2. Выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов; ИПК-2.3. Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.2.ЭД.1.2 «Тепломассоперенос в материалах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплинам основной образовательной программы магистратуры. Дисциплина «Тепломассоперенос в материалах» взаимосвязана логически и содержательно–методически со следующими дисциплинами ООП:

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2.ЭД.1):

– Коррозия, старение и защита материалов.

Структура и содержание дисциплины

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы, т.е. 1**08** академических часа (54 часов самостоятельная работа обучающихся).

Дисциплина изучается **на третьем семестре второго курса:** лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 36 часов. Форма контроля – **зачет**.

Вид учебной работы	**Всего часов**	**Семестры**
		3
Аудиторные занятия (всего)	**54**	**54**
В том числе:	-	-
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа (всего)	**54**	**54**
В том числе:	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	-	-
Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, практических ситуаций)	24	24
Подготовка к контрольной работе, тестированию	10	10
Подготовка к экзамену	20	20
Вид промежуточной зачет		**зачет**
Общая трудоемкость час / зач. ед.	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	**Раздел/тема Дисциплины**	**Общая трудоёмкость** *(в часах)*	**Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, час**		
			Контактная работа		**Самостоятельная работа обучающихся**
		Всего	**лекции**	**практические занятия**	
	в третьем семестре				
1.	Раздел 1. Вводная лекция. Общие положения теории теплопереноса	11	2	4	5
2.	Раздел 2. Конвекционный теплоперенос	11	2	4	5
3.	Раздел 3. Конвекционные сушилки	11	2	4	5
4.	Раздел 4. Оборудование конвекционной сушки	11	2	4	5
5.	Раздел 5. Сушка бумаги (итоговая лекция по вопросам конвекционной сушки)	16	2	4	10

№ п/п	Раздел/тема Дисциплины	Общая трудоёмкость *(в часах)*	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, час		
			Контактная работа		Самостоятельная работа обучающихся
		Всего	лекции	практические занятия	
6.	Раздел 6. Общие положения теории массопереноса	11	2	4	5
7.	Раздел 7. Методы определения проницаемости полимерных материалов по газам и жидкостям	11	2	4	5
8.	Раздел 8. Диффузия низкомолекулярных веществ в полимерах (итоговая лекция по вопросам массопереноса)	11	2	4	5
9.	Раздел 9. Процессы тепло и массопереноса в технике и природе	10	2	4	4
Всего		**108**	**18**	**36**	**54**
зачет		**зачет**	**-**	**-**	**-**
Итого		**108**	**18**	**36**	**54**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Вводная лекция. Общие положения теории теплопереноса

Определение научной дисциплины «тепло и массоперенос в материалах», основные подходы к изучению дисциплины. Термины и определения. Рассмотрение основных подходов к изучению дисциплины, основу который составляет установление взаимосвязи между переносом массы и тепла и различными формами движения молекул и атомов. Определение структуры материалов. Рассмотрение основных моделей к объяснению различных явлений тепло и массопереноса в твердых материалах, таких как модели молекулярно-кинетического строения веществ и термодинамическая модель строения веществ.

Раздел 2. Конвекционный теплоперенос

Представлена классификация способов теплопередачи в твердых телах, жидкостях и газах. Выделено техническое значение конвекционного теплопереноса и отличие этого процесса от других процессов передачи тепла. Конвекция - вид теплопередачи, при котором энергия передаётся слоями жидкости или газа. Конвекция связана с переносом вещества, поэтому она может осуществляться только в жидкостях и газах; в твёрдых телах конвекция не происходит. Существует естественная конвекция, которая возникает в веществе самопроизвольно при его неравномерном нагревании в поле тяготения. При такой конвекции нижние слои вещества нагреваются, становятся легче и всплывают, а верхние слои, наоборот, остывают, становятся тяжелее и опускаются вниз, после чего процесс повторяется снова и снова. С использованием иллюстраций приведены примеры технического и природного конвекционного переноса тепла. Рассмотрены способы количественной оценки конвекционного переноса. Даны представления о конвективном коэффициенте теплопередачи. Рассмотрено влияние режимов течения теплоносителя на эффективность конвекционного теплопереноса.

Раздел 3. Конвекционные сушилки

Представлен механизм сушки монолитных капиллярно-пористых, коллоидных и капиллярно-пористых коллоидных тел. Даны определения каждой группы твердых тел и влияние структуры твердых тел на распределение влаги. При удалении избыточной влаги из влажного тела происходит нарушение ее связи с материалом, на что затрачивается определенное количество энергии, величина которой зависит от формы связи влаги с материалом. Формы связи влаги с материалом классифицированы на три группы: химическую, физико-химическую и физико-механическую. Рассмотрено влияние прочности каждой связи на процесс удаления влаги из твердого тела определенной структуры. На основании представленного материала рассмотрены основные стадии сушки твердых тел, связанные с удалением свободной и связанной влаги. Представлены данные по фактором, определяющим скорость сушки. На графических зависимостях рассмотрено влияние характеристик теплоносителя на скорость и качество конвенционной сушки. На примере сушки целлюлозы обобщен материала лекции

Раздел 4. Оборудование конвекционной сушки

Представлена классификация конструкций сушильных аппаратов по виду высушиваемого материала (крупногабаритные, дисперсные, пастообразные или жидкие); относительному направлению движения сушильного агента и материала (прямоточные, противоточные, с перекрестным движением); виду теплоносителя (воздушные, топочные газы, перегретый пар, инертный газ, жидкий теплоноситель); способу подвода теплоты к материалу (конвективные, контактные, радиационные, диэлектрические). Рассмотрена конструкция камерной сушки, ленточной сушилки, петлевой сушилки, барабанной сушилки и сушки в псевдоожиженном слое. Показано значение сушки в полиграфической промышленности и рассмотрены конструкции сушки полиграфической продукции. Отмечены требования и особенности сушки полиграфической продукции-необходима сушка до определенной влажности материала, что влияет на свойства, прежде всего, бумаги. Выделены особенности сушки полуфабрикатов брошюровочно-переплетного производства. Каждый материал требует индивидуального подхода в части выбора способа, режима и продолжительности сушки до получения технологически необходимого или равновесного с атмосферными условиями влагосодержания. В брошюровочно-переплетном производстве сушка, как правило, не конечная технологическая операция, а полуфабрикаты и изделия состоят из двух и более видов материалов, различных по природе, строению и прочности связи влаги с материалом.

Раздел 5. Сушка бумаги (итоговая лекция по вопросам конвекционной сушки)

Представлены данные по структуре бумаги и влияние структуры бумаги на распределение влаги и удаление бумаги в процессе сушки. Отмечено влияние влаги на свойства бумаги с выводом о сушки бумаги до определенного содержания влаги, которое может изменяться в достаточно узком диапазоне значений. Влага влиянием на свойства целлюлозных волокон. Необратимые изменения волокон связаны с так называемым ороговением волокон. При этом внешняя поверхность волокна становиться грубой, а внутренний канал и поры сжимаются. Волокна, ранее прошедшие сушку, по своим бумагообразующим свойствам отличаются от того же вида волокон, но не прошедших стадию сушки. Именно поэтому волокна бумажной макулатуры, а также сухого бумажного брака, при их повторном использовании для изготовления бумаги образуют бумагу с пониженными показателями механической прочности. Представлены схемы основных тиров оборудования для сушки листов бумаги и основных узлов сушильного агрегата, определяющих качество сушки. Представлены данные дефектности бумаги.

Раздел 6. Общие положения теории массопереноса

Представлены примеры, раскрывающие значение массопереноса газов и жидкостей в полимерной упаковке пищевых продуктов и полиграфических материалах (на примере

лакокрасочных покрытий). Раскрыты структурные особенности полимерных материалов, которые используются для снижения проницаемости газов и жидкостей, такие как варьирование химической природы полимеров (изменение межмолекулярного взаимодействия и соответственно подвижности сегментов макромолекул и введение наполнителей, влияющих на траекторию движения диффундирующей молекулы). Дано определение фазовой и диффузионной проницаемости материалов, показано значение различных типов проницаемости для упаковочных материалов и полиграфической продукции. Отмечено, что главной является диффузионная проницаемость полимерных материалов и лакокрасочных покрытий, которая является главной целью лекции. Раскрыт механизм диффузионной проницаемости полимерных материалов. Введено понятие лимитирующей стадии процесса переноса газов и жидкостей в полимерных материалах. Установлены задачи исследования диффузионной проницаемости и математические подходы к решению этих задач. Дано определение диффузии веществ в полимерах и рассмотрены лабораторные методы определения коэффициента диффузии в полимерах.

Раздел 7. Методы определения проницаемости полимерных материалов по газам и жидкостям

Дана классификация методов определения проницаемости полимерных материалов по газам и жидкостям. Рассмотрены воломометрический, гравиметрический, сорбционный, манометрический, газохроматографический и масс-спектрометрический методы определения проницаемости полимерных материалов. Показана специфика каждого метода определения диффузионной проницаемости полимерных материалов, отмечены недостатки и преимущества каждого метода. На основании анализа каждого метода даны рекомендации по их использованию в практической работе при изучении упаковочных полимерных материалов и лакокрасочных покрытий.

Раздел 8. Диффузия низкомолекулярных веществ в полимерах (итоговая лекция по вопросам массопереноса)

Представлены общие представления о диффузии жидкостей и газов в твердых телах и зависимость диффузии газов и жидкостей от структуры твердых тел, диффузия в кристаллических телах, аморфных телах и полимерах. Установлена аналогия между траекторией движения диффундирующей молекулы и броуновским движением. На основании этого показано влияние температуры на скорость диффузии низкомолекулярных веществ в полимерах. Рассмотрены особенности диффузии жидкостей в полимерах, связанные с набуханием полимеров, раскрыт механизм набухания и его зависимость от химической природы полимера и жидкости. Представлены уравнения Фика для различных потоков переноса вещества в полимерах, даны примеры решения уравнения Фика для постоянного и переменного потока. Рассмотрена размерность коэффициента диффузии низкомолекулярных веществ в полимерах.

Раздел 9. Процессы тепло и массопереноса в технике и природе

Представлены примеры процессы тепло и массопереноса в технике и природе.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

1. Теплоперенос в материалах и процессах, основы теплотехники

Лабораторная работа 1. «Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала».

Лабораторная работа 2. «Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции».

Лабораторная работа 3. «Определение параметров влажного воздуха».

Лабораторная работа 4. «Изучение теплопередачи в теплообменном аппарате».

2. Массоперенос в материалах и процессах

Лабораторная работа 1. «Изучение массопереноса растворителей в полимерных материалах»

Лабораторная работа 2. «Изучение набухания офсетных резинотканевых полотен в растворителях»

3.5 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	№ темы (раздела) дисциплины	*Методические указания по выполнению самостоятельной работы*
1.	Все темы	Повторить содержание лекции по её конспекту. Изучить разделы и параграфы основной и дополнительной литературы, указанных преподавателем на лекции. Изучить теоретические разделы и содержание экспериментальной части лабораторных работ по разделу дисциплины. Готовиться к выполнению контрольной работы по разделу дисциплины, используя конспект лекций, литературные источники, в том числе ресурсы Интернета.

4 Ошибка! Закладка не определена.

4.1 Ошибка! Закладка не определена.

1. ГОСТ Р 2.106 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы
2. ГОСТ Р 7.0.3 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу
3. ГОСТ Р 2.105-2019. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

4.2 Ошибка! Закладка не определена.

1. **Айнштейн, В. Г.** Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: в 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов. – М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2014. – 1758 с. (http://e.lanbook.com/book/90235).
2. **Дытнерский, Ю.И.** Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов. В 2-х кн.: Ч. 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. – М.: Химия, 2002. – 400 с.
3. **Дытнерский, Ю.И.** Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов. В 2-х кн.: Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. – М.: Химия, 2002. – 368 с.
4. **Касаткин, А. Г.** Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. – Изд. 12-е стереотип., доработанное. Перепечатка с издания 1973 г. – М. : Альянс, 2005. – 750 с.

4.3 Ошибка! Закладка не определена.

1. http://www.nanonewsnet.ru/ - сайт о нанотехнологиях #1 в России
2. http://www.nanometer.ru/ - сайт нанотехнологического общества «Нанометр»
3. http://nauka.name/category/nano/ - научно-популярный портал о нанотехнологиях, биогенетике и полупроводниках

4.4 Ошибка! Закладка не определена.

1. Microsoft Windows 10 Pro
2. Microsoft Office 2007

3. KasperskyAnti-Virus

4.5 Ошибка! Закладка не определена.

1. http://www.nanorf.ru/ - журнал «Российские нанотехнологии»
2. http://www.nanojournal.ru / - Российский электронный наножурнал
3. http://www.nanoware.ru / - официальный сайт потребителей нанотоваров
4. http://kbogdanov1.narod.ru/ - «Что могут нанотехнологии?», научно-популярный сайт о нанотехнологиях.

5 Ошибка! Закладка не определена.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных помещениях, оснащенных приборами, необходимыми для выполнения работ из всех разделов курса. Перечень основных приборов и оборудования используемых при изучении дисциплины:

Оптические микроскопы;
Атомно-силовой микроскоп;
Сканирующий электронный микроскоп JSM-7500F;
Прибор для нанесения тонких слоев полупроводника - Спинкоатинг;
Дифференциальный сканирующий калориметр;
Спектрофотометр – Spectro Eye Gretag Macbeth;
Спектрофотометр СФ-200;
4-х зондовое устройство для измерения электропроводности;
Лабораторная установка для определения краевого угла смачивания.

Лабораторное оборудование, шкафы для хранения химикатов, шкафы для хранения образцов материалов.

В случае отсутствия необходимых приборов обучающиеся используют интерактивный материал.

Занятия обеспечиваются современными техническими средствами обучения: *профессиональной аудио и видео аппаратурой, проектором*.

Обучающимся должен быть обеспечен свободный доступ к средствам информационных технологий.

Лабораторные помещения расположены в учебном корпусе по адресу г. Москва, ул. Прянишникова, д. 2 а, ауд. 1207, 1209, 1303, 1202.

6 Ошибка! Закладка не определена.

6.1 Ошибка! Закладка не определена.

Рекомендовано широкое использование активных и интерактивных методов обучения, научной и справочной литературы при подготовке учебно-методических материалов, возможностей современных информационных технологий.

Демонстрация на лекционных занятиях видеофрагментов научно-познавательных видеофильмов и содержания телетрансляций, посвященных вопросам нанотехнологии.

6.2 Ошибка! Закладка не определена.

В основе самостоятельной работы обучающихся лежат: содержание рабочей учебной программы, вопросы для подготовки к контрольным работам, а также самостоятельное изучение Интернет-ресурсов по вопросам моделирования свойств материалов.

Рекомендуется повторить содержание лекции по ее конспекту; изучить разделы и параграфы основной и дополнительной литературы, указанные преподавателем на лекции. Готовиться к выполнению контрольных работ по разделам дисциплины, используя конспект лекций, литературные источники, в том числе ресурсы Интернета.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	№ темы (раздела) дисциплины	*Методические указания по выполнению самостоятельной работы*
1.	Все темы	Повторить содержание лекции по её конспекту. Изучить разделы и параграфы основной и дополнительной литературы, указанных преподавателем на лекции. Изучить теоретические разделы и содержание экспериментальной части лабораторных работ по разделу дисциплины. Готовиться к выполнению контрольной работы по разделу дисциплины, используя конспект лекций, литературные источники, в том числе ресурсы Интернета.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы обучающихся, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

– подготовка к выполнению практических работ и их защита.

– реферат по теме: «Тепломассоперенос в материалах» (индивидуально для каждого обучающегося);

– примерные вопросы к экзамену.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины и защита рефератов.

Образцы тем рефератов и контрольных вопросов для проведения текущего контроля, билеты, приведены в приложении.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы обучающихся, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

– подготовка к выполнению практических работ и их защита.

– реферат по теме: «Тепломассоперенос в материалах» (индивидуально для каждого обучающегося);

– примерные вопросы к экзамену.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины и защита рефератов.

Образцы тем рефератов и контрольных вопросов для проведения текущего контроля, билеты, приведены в приложении.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**	**Форма контроля**	**Этапы формирования (разделы дисциплины)**
ПК-1 Способен разрабатывать цифровые модели типовых технологических	ИПК-1.2. Моделирует и разрабатывает этапы технологических процессов и составы материалов на основе анализа условий их эксплуатации и с	тест зачет	Темы 1-9

процессов и технологии материалов	учетом экономических факторов;		
ПК -2 Способен использовать на практике знания о полимерных материалах различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов	ИПК-2.2. Выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов; ИПК-2.3. Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций.	тест зачет	Тема 1-9

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

7.1 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ПК-1 Способен разрабатывать цифровые модели типовых технологических процессов и технологии материалов				
ИПК-1.2. Моделирует и разрабатывает этапы технологических процессов и составы материалов на основе анализа условий их эксплуатации и с учетом экономических факторов	Обучающийся не моделирует и не разрабатывает этапы технологических процессов и составы материалов на основе анализа условий их эксплуатации и с учетом экономических факторов	Обучающийся с трудом моделирует и разрабатывает этапы технологических процессов и составы материалов на основе анализа условий их эксплуатации и с учетом экономических факторов	Обучающийся в достаточной степени моделирует и не разрабатывает этапы технологических процессов и составы материалов на основе анализа условий их эксплуатации и с учетом экономических факторов	Обучающийся в совершенстве моделирует и не разрабатывает этапы технологических процессов и составы материалов на основе анализа условий их эксплуатации и с учетом экономических факторов
ПК-2 – Способен использовать на практике знания о полимерных материалах различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**

ИПК-2.2. Выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов.	Обучающийся не умеет выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов.	Обучающийся с трудом выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов	Обучающийся в достаточной степени выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов	Обучающийся в совершенстве выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов
ИПК-2.3. Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций	Обучающийся не умеет обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций	Обучающийся с трудом обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций	Обучающийся в достаточной степени обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций	Обучающийся в совершенстве обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций

Структура и содержание дисциплины «Тепломассоперенос в материалах» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» (бакалавриат)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Первый семестр														
1.1	Тема 1. Вводная лекция. Общие положения теории теплопереноса	**3**		**2**											
1.2	Лабораторная работа 1. «Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала»	3				4	5								
1.3	Тема 2. Конвекционный теплоперенос	3		**2**											
1.4	Лабораторная работа 2. «Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции»	3				4	5								
1.5	Тема 3. Конвекционные сушилки	3		**2**											
1.6	Лабораторная работа 3. «Определение параметров влажного воздуха»	3				4	5						+		
1.7	Тема 4. Оборудование конвекционной сушки	**3**		**2**											
1.8	Лабораторная работа 4. «Изучение теплопередачи в теплообменном аппарате»	3				4	5								

1.9	Тема 5. Сушка бумаги (итоговая лекция по конвекционной сушки)	3		**2**											
1.10	Лабораторная работа 5. «Изучение массопереноса растворителей в полимерных материалах»	3				4	10								
1.11	Тема 6. Общие положения теории массопереноса	3		**2**											
1.12	Лабораторная работа 6. «Изучение набухания офсетных резинотканевых полотен в растворителях»	3				4	5								
1.13	Тема 7. Методы определения проницаемости полимерных материалов по газам и жидкостям	3		**2**											
1.14	Лабораторная работа 7. Проницаемость полиэтилена	3				4	10								
1.15	Тема 8. Диффузия низкомолекулярных веществ в полимерах (итоговая лекция по вопросам массопереноса)	3		**2**											
1.16	Лабораторная работа 8. Методы определения коэффициента диффузии	3				4	5						+		
1.17	Тема 9. Процессы тепло и массопереноса в технике и природе	3		2											
1.18	Лабораторная работа 9. Полимерные пленки для упаковки продуктов	3				4	4					+			
	Форма аттестации													**З**	
	Всего часов по дисциплине в первом семестре			18		36	54								

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

ООП (профиль): «Цифровые технологии в материаловедении»

Форма обучения: очная

Тип профессиональной деятельности: научно-исследовательский и технологический

Кафедра: Инновационные материалы принтмедиаиндустрии

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Тепломассоперенос в материалах»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Москва, 2024 г.

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В МАТЕРИАЛАХ						
ФГОС ВО **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**						
В процессе освоения дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:						
Компетенции		**Код и индикатор достижения компетенции**		**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства**	**Степени уровней освоения компетенций**
Код	**Формулировка**	**Код**	**Формулировка**			
ПК-1	*Способен разрабатывать цифровые модели типовых технологических процессов и технологии материалов*	ИПК-1.2.	Моделирует и разрабатывает этапы технологических процессов и составы материалов на основе анализа условий их эксплуатации и с учетом экономических факторов	лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа	ОЛР, К/Р, Т, Р, З	**Базовый уровень:** применяет знания при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов. **Повышенный уровень:** применяет знания при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов с высокой самостоятельностью.
ПК-2	*Способен использовать на практике знания о полимерных материалах различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов*	ИПК-2.2.	Выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов.	лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа	ОЛР, К/Р, Т, Р, З	**Базовый уровень:** знает требования к материалам для рационального выбора материалов. **Повышенный уровень:** знает требования к материалам для рационального выбора материалов с высокой самостоятельностью.
		ИПК-2.3.	Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций	лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа	ОЛР, К/Р, Т, Р, З	**Базовый уровень:** знает требования к материалам для рационального выбора материалов. **Повышенный уровень:** знает требования к материалам для рационального выбора материалов с высокой самостоятельностью.

7.3 Перечень оценочных средств по дисциплине
«Тепломассоперенос в материалах»

№	Наименование оценочного средст-	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Лабораторное занятие (ОЛР)	Средство проверки умений обучающегося самостоятельно решать практические задачи и оценки уровня освоения обучающимся практических навыков	Индивидуальные задания практической направленности
2	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки знаний и умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплекты вариантов контрольных заданий
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
4	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор	Темы рефератов
5	Зачет (З)	Форма промежуточной аттестации обучающегося, определяемая учебным планом подготовки по направлению	Комплект тестовых заданий

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине
«Тепломассоперенос в материалах»

№ п/п	**Контролируемые разделы дисциплины**	**Код контролируемой компетенции**	**Наименование оценочного средства**
1	Раздел 1. Вводная лекция. Общие положения теории теплопереноса	ПК-1, ПК-2	ОЛР, Т, К/Р, Р, З
2	Раздел 2. Конвекционный теплоперенос	ПК-1, ПК-2	ОЛР, Т, К/Р, Р, З
3	Раздел 3. Конвекционные сушилки	ПК-1, ПК-2	ОЛР, Т, К/Р, Р, З
4	Раздел 4. Оборудование конвекционной сушки	ПК-1, ПК-2	ОЛР, Т, К/Р, Р, З
5	Раздел 5. Сушка бумаги (итоговая лекция по вопросам конвекционной сушки)	ПК-1, ПК-2	ОЛР, Т, К/Р, Р, З
6	Раздел 6. Общие положения теории массопереноса	ПК-1, ПК-2	ОЛР, Т, К/Р, Р, З
7	Раздел 7. Методы определения проницаемости полимерных материалов по газам и жидкостям	ПК-1, ПК-2	ОЛР, Т, К/Р, Р, З

8	Раздел 8. Диффузия низкомолекулярных веществ в полимерах (итоговая лекция по вопросам массопереноса)	ПК-1, ПК-2	ОЛР, Т, К/Р, Р, З
9	Раздел 9. Процессы тепло и массопереноса в технике и природе	ПК-1, ПК-2	ОЛР, Т, К/Р, Р, З

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Компетенция	Код по ФГОС	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
Способность разрабатывать цифровые модели типовых технологических процессов и технологии материалов	**ПК-1**	**Промежуточный контроль:** зачет **Текущий контроль**: выполненное индивидуальное задание на лабораторных работах; контрольная работа.	Все разделы
Способность использовать на практике знания о полимерных материалах различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов	**ПК-2**	**Промежуточный контроль:** зачет **Текущий контроль**: выполненное индивидуальное задание на лабораторных работах; контрольная работа.	Все разделы

2. **Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:**

Форма промежуточной аттестации: **зачет.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачѐта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине (доклад).

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в **Приложении 1.**

При использовании балльно-рейтинговой системы оценка работы обучающегося в семестре осуществляется в соответствии с технологической картой дисциплины.

2.2. Критерии оценки выполнения обучающимся индивидуального задания на практическом занятии

(формирование компетенций **ПК-1, ПК-2**)

– индивидуальное задание выполнено: разработан и оформлен реферат по теме занятия, подготовлена презентация доклада на занятии, произведены без ошибок все необходимые расчеты и сделаны обоснованные выводы;

– индивидуальное задание не выполнено: не разработан и/или не оформлен реферат по теме занятия, не подготовлена презентация доклада на занятии, расчеты произведены с ошибками и отсутствуют обоснованные выводы.

2.3. Критерии оценки выполнения контрольной работы

(формирование компетенций ПК-1, ПК-2)

Контрольная работа выполняется по вариантам, включающим вопросы по изученному материалу. Выполнение контрольной работы оценивается в соответствии с процентом правильных ответов.

– «отлично» - свыше 85% правильных ответов;

– «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;

– «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;

– «неудовлетворительно» - от 0 до 55% правильных ответов

Каждый вопрос контрольной работы оценивается по пятибалльной шкале. Итоговая оценка по контрольной работе выставляется, исходя из суммы баллов, полученных за три задания.

«5» (пять баллов): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания: на теоретический вопрос контрольной работы отвечает грамотно и полно, задачу решает без ошибок и с необходимыми пояснениями.

«4» (четыре балла): обучающийся с небольшими неточностями демонстрирует системные теоретические знания: на теоретический вопрос контрольной работы отвечает грамотно и полно, задачу решает без грубых ошибок и с необходимыми пояснениями

«3» (три балла): обучающийся не демонстрирует системных теоретические знаний: на теоретический вопрос контрольной работы отвечает частично и с существенными ошибками, задачу решает с существенными ошибками и не дает необходимых пояснений.

«2» (два балла): обучающийся не имеет системных теоретические знаний: на вопрос контрольной работы отвечает частично и с грубыми ошибками, задачу решает с грубыми ошибками и не дает необходимых пояснений.

«1» (один балл): обучающийся не имеет системных теоретические знаний: на теоретический вопрос контрольной работы не отвечает, задачу не решает.

2.4 Критерии оценки бланкового тестирования

(формирование компетенции ПК-1, ПК-2)

Бланковое тестирование оценивается в соответствии с процентом правильных ответов, данных обучающимся на вопросы теста.

Стандартная шкала соответствия результатов тестирования выставляемой балльной оценке:

– «отлично» - свыше 85% правильных ответов;

– «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;

– «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;

– от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

Регламент тестирования включает:

– количество вопросов – 20;

– продолжительность тестирования – 40 минут;

«5» (отлично): тестируемый демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминами и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«4» (хорошо): тестируемый в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«3» (удовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, он владеет некоторыми терминами и на вопросы теста реагирует достаточно медленно.

«2» (неудовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, терминологией он не владеет и на вопросы теста реагирует медленно.

Правила проведения тестовых работ по дисциплине «Тепломассоперенос в материалах»

1. Тесты пишутся индивидуально, без консультаций во время проведения теста с преподавателем или с другими студентами.
2. Преподавателю можно задать вопрос во время проведения теста в том случае, если есть неясности в вопросе теста.
3. Время выполнения заданий теста строго ограничено – обычно 30-40 минут, но вполне достаточно для спокойного ответа на все вопросы. Время окончания теста сообщается преподавателем до начала теста.
4. На каждый вопрос теста имеются несколько вариантов ответа. Среди них есть правильные и неправильные ответы. Задача обучающегося найти правильные ответы.
5. Вопросы теста подобраны таким образом, чтобы в каждом варианте были более простые и более сложные вопросы.
6. Некоторые вопросы теста содержат не один правильный ответ. Положительным результатом ответа на такой вопрос является нахождение обучающимся всех правильных ответов. Если отмечены не все правильные ответы или отмечены как правильный, так и неправильный ответ, то такой результат ответа на вопрос считается неправильным.
7. Обучающийся может написать свои комментарии и дополнения к любому вопросу теста. Если при этом будет продемонстрировано хорошее знание сути вопроса, то такие дополнения являются основанием для добавления преподавателем дополнительных баллов к общей рейтинговой оценке за прохождение теста. Комментарии и дополнения не заменяют собой ответа на соответствующий вопрос теста.

2.5. Критерии оценки реферата

(формирование компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3)

Реферат оценивается в диапазоне от 0 до 40 баллов. Баллы за реферат начисляются следующим образом:

№	Результаты контрольных мероприятий	Количество баллов	Конечный результат по контрольной точке
1.	В реферате тема раскрыта полностью; работа выполнена в срок; оформление, структура и стиль работы соответствуют предъявляемым требованиям к текстовым документам; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы при защите работы. Обучающийся на высоком уровне владеет навыками поиска, анализа материала в своей профессио-	40	зачтено

	нальной деятельности		
2.	Тема реферата раскрыта с незначительными замечаниями; работа выполнена в срок; в оформлении, структуре и стиле работы нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; даны правильные ответы на все вопросы с помощью преподавателя при защите работы. Обучающийся владеет навыками поиска, анализа и использования обзоров, нормативных документов в своей профессиональной деятельности	30	зачтено
3.	Тема реферата раскрыта не полностью; работа выполнена с нарушениями графика, в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; при защите работы получены ответы не на все вопросы. Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных документов	от 22 до 25	зачтено
4.	Разделы реферата выполнены не полностью или выполнены неправильно; отсутствуют или сделаны неправильно выводы и обобщения; оформление работы не соответствует предъявляемым требованиям; нет ответов на вопросы преподавателя при защите работы. Обучающийся не владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных документов в своей профессиональной деятельности).	от 0 до 21	не зачтено

2.6. Итоговое соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированности компетенций ПК-1, ПК-2 по дисциплине:

Уровень сформированности компетенции	Оценка	Пояснение
Высокий	зачтено	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены на высоком уровне; компетенции сформированы
Средний	зачтено	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями; компетенции в целом сформированы
Удовлетворительный	зачтено	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены частично, но пробелы не носят существенного характера; большинство предусмотренных программой обучения учебных задач выполнено, но в них имеются ошибки; компетенции сформированы частично
Неудовлетворительный	не зачтено	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине не освоены; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнено, либо содержит грубые ошибки;

		дополнительная самостоятельная работа над материалом не приводит к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий; компетенции не сформированы

Приложение 3
к рабочей программе

Вопросы тестовых заданий для проведения текущего контроля

(формирование компетенции ПК-1, индикаторы ИПК-1.2
ПК-2 индикаторы ИПК-2.2, ИПК-2.3)

Приведённый ниже перечень контрольных вопросов используется в качестве вопросов при подготовке обучающихся к выполнению задания в форме бланкового тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, а также в качестве вопросов билетов на зачете.

Текущий контроль при проведении практической работы

(формирование компетенции ПК-1, индикаторы ИПК-1.2,
ПК-2 индикаторы ИПК-2.2, ИПК-2.3)

1. Лабораторная работа 1. «Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала».
2. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
3. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
4. Какие величины следует измерять в данной работе, чтобы вычислить коэффициент теплопроводности?
5. Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью?
6. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, плотность теплового потока.
7. Покажите на схеме установки, как направлен вектор теплового потока и градиента температуры?
8. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности, и от каких факторов он зависит?
9. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
10. Какова взаимосвязь между коэффициентом теплопроводности и наклоном температурной кривой по толщине тепловой изоляции?
11. Дайте определение понятию термического сопротивления теплопроводности.
12. Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры? Ответ обосновать.
13. Сформулируйте основной закон теплопроводности. В чем его сущность?
14. Каковы основные трудности тепловых расчетов при переносе тепла теплопроводностью?
15. Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления?
16. Лабораторная работа 2. «Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции».
17. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
18. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.

19. Как определяется средняя температура струны в данной установке?
20. Для чего замеряется барометрическое давление в данной работе?
21. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством конвекции?
22. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством из-лучения?
23. Что такое свободная и вынужденная конвекция?
24. Каков физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи?
25. Какие факторы определяют интенсивность конвективного теплообмена?
26. Что такое критерий подобия?
27. Что такое «определяющая температура» и «определяющий» размер?
28. Какие критерии называются «определяющими» и «определяемыми»?
29. Для чего и как составляются критериальные уравнения?
30. Как определяется коэффициент теплоотдачи α из критериального уравнения?
31. Лабораторная работа 3. «Определение параметров влажного воздуха».
32. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
33. Как определяется давление насыщенного пара?
34. Как с помощью i-d диаграммы определить точку росы?
35. Чем объясняется различие результатов аналитического и графического расчетов характеристик влажного воздуха?
36. Чем характеризуется процесс сушки влажного материала?
37. Лабораторная работа 4. «Изучение теплопередачи в теплообменном аппарате».
38. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
39. Что такое теплообменный аппарат?
40. Какие существуют типы теплообменных аппаратов?
41. Что называется теплопередачей?
42. Какое определение имеет коэффициент теплопередачи?
43. Что такое термическое сопротивление теплоотдачи, теплопередачи?
44. Какой вид имеет основное уравнение теплопередачи?
45. Какой вид имеет уравнение подобия для определения коэффициента теплоотдачи при вынужденном движении жидкости в трубе?
46. Как определяется эквивалентный диаметр некруглого сечения?
47. Что такое тепловой расчет I и II рода?
48. Какие схемы движения теплоносителей могут быть в ТА типа «труба в трубе»?
49. Какая схема движения теплоносителей имеет преимущество: «прямоток» или «противоток»?
50. Какой вид имеет уравнение теплового баланса?
51. Что такое водяной эквивалент теплоносителя?
52. Как определяются относительные потери теплоты в теплообменном аппарате?
53. Массоперенос в материалах и процессах
54. Лабораторная работа 1. «Изучение массопереноса растворителей в полимерных материалах»
55. В чем заключается сходство и различие свойств полимерных растворов и растворов низкомолекулярных соединений?
56. Что такое ограниченное и неограниченное набухание полимеров? Напишите выражение для степени набухания.

57. В чем заключается физический смысл перехода от разбавленных растворов полимеров к полуразбавленным и концентрированным? Приведите количественные критерии указанных переходов.
58. Какие типы фазовых диаграмм наблюдаются для полимерных растворов? Обоснуйте появление на фазовых диаграммах полимерных растворов верхней и нижней критических температур растворения.
59. Каковы основные положения термодинамики растворов полимеров? В рамках теории Флори-Хаггинса рассчитайте энтальпию и энтропию смешения полимера с низкомолекулярным растворителем.
60. Что такое термодинамическое качество растворителя? Приведите количественные критерии для оценки этого параметра.
61. В чем заключается физический смысл положительного и отрицательного отклонения полимерного раствора от идеального поведения?
62. Что такое 0-условия для полимерного раствора? Раскройте физический смысл и природу ©-состояния полимерного раствора.
63. Каким образом можно определить 0-температуру? Приведите, по крайней мере, два экспериментальных метода для определения этой характеристики.
64. В чем заключается физический смысл понятия «невозмущенные размеры макромолекул ы»?
65. В каких условиях макромолекула имеет невозмущенные размеры? Приведите, по крайней мере, два экспериментальных метода их оценки.
66. Лабораторная работа 2. «Изучение набухания офсетных резинотканевых полотен в растворителях»
67. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
68. По какому признаку относят вещества к высокомолекулярным соединениям?
69. Каковы особенности строения молекул высокомолекулярных соединений?
70. Что такое набухание и какие стадии в нем различают?
71. По каким признакам растворы высокомолекулярных соединений сходны с коллоидными растворами?
72. Что такое коацервация?
73. Что называется студнем?
74. Какие существую методы получения студней?

Примерные вопросы задания для Зачета

1. Виды теплопереноса: теплоперенос теплопроводностью, конвективный теплоперенос, лучистый теплоперенос. Условия реализации теплопереноса конкретного вида.
2. Теплоперенос теплопроводностью. Закон Фурье для теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Теплопроводность и температуропроводность металлов, жидкостей, газов.
3. Стационарный тепловой поток сквозь плоскую стенку. Изменение температуры по толщине стенки. Термическое сопротивление стенки. Распределение температуры по многослойной стенке. Термическое сопротивление многослойной стенки.

4. Конвективный теплообмен. Естественная и вынужденная конвекция. Определение понятия «теплоотдачи». Закон Ньютона-Рихмана.
5. Теплоперенос в ламинарном и турбулентном режимах течения теплоносителя. Гидродинамический и тепловой пограничные слои, их влияние на теплообмен.
6. Теплопередача сквозь плоскую и многослойную стенку. Плотность теплового потока и распределение температуры при теплопередаче между теплоносителями. Термические сопротивления теплопередачи.
7. Коэффициент теплопередачи. Соотношение между температурой теплоносителей и температурой контактирующими с ними стенками теплообменного аппарата. Закономерности, влияющие на эти температуры.
8. Основные теплоносители в нагревающих аппаратах: насыщенный водяной пар, чистая вода, топочные газы, минеральные масла, высокотемпературные органические теплоносители, кремнийорганические термостойкие жидкости, расплавы металлов.
9. Основные теплоносители в охлаждающих аппаратах: вода, воздух, рассолы, антифризы, хладагенты.
10. Классификация теплообменных аппаратов: рекуперативные, регенеративные, смесительные. Уравнение теплового баланса для рекуперативных и регенеративных теплообменных аппаратов.
11. Уравнение теплопередачи сквозь стенку теплообменного аппарата и уравнение теплопередачи для теплообменного аппарата.
12. Теплообмен излучением (радиационный теплообмен). Процессы, составляющие лучистый теплообмен. Спектры излучения. Распределение плотности энергии в спектре равновесного излучения. Закон смещения Вина.
13. Закон сохранения лучистой энергии, падающей на тело. Абсолютно прозрачное тело, абсолютно белое тело, абсолютно черное тело.
14. Закон излучения Кирхгофа. Серое тело. Степень черноты. Физический смысл степени черноты.
15. Закон Стефана-Больцмана. Зависимость излучаемой абсолютно черным телом энергии от абсолютной температуры. Применимость закона Стефана-Больцмана для серых тел.
16. . Движущая сила массопереноса. Диффузионная проницаемость полимерных материалов. Первый закон Фика для молекулярной диффузии. Коэффициент диффузии и его физический смысл.
17. Фазовая проницаемость полимерных материалов. Факторы, влияющие на фазовую проницаемость. Движущая сила фазовой проницаемости.
18. Параметры влажного воздуха. Насыщенный пар. Абсолютная и относительная влажность. Влагосодержание. Точка росы.
19. Сушка. Влажность воздуха и влажность материала. Виды сушки по подводу теплоты. Потенциал сушки. Формы связи влаги с материалом. Изменение влажности материала при сушке.
20. Набухание полимеров. Виды и особенности набухания полимеров. Кинетика набухания сшитых эластомеров и её параметры: коэффициент диффузии, коэффициент сорбции, коэффициент проницаемости.
21. Различие свойства идеальной и реальной жидкости.

22. Экспериментальное определение абсолютного давления, избыточного давления, вакуума, гидростатического давления.
23. Применение основного уравнения гидростатики для определения давления на дно и стенки ёмкости.
24. Применение закона Паскаля в гидравлических прессах и подъемниках.
25. Объяснение гидростатического парадокса.
26. Применение закона Архимеда для оценки плавучести тел, запаса плавучести и остойчивости судна.
27. Определение параметров ламинарного режима течения жидкостей.
28. Определение параметров турбулентного режим течения жидкостей.
29. Применение уравнения Бернулли для идеальных и реальных жидкостей, в технических устройствах.
30. Определение факторов, влияющих на параметры гидравлического пристеночного слоя.
31. Различие в параметрах гидравлически гладких и гидравлически шероховатых труб.
32. Определение параметров Неньютоновских жидкостей. Анализ зависимости вязкости от градиента скорости для псевдопластических, дилатантных и бенгамовских жидкостей.
33. Определение коэффициента теплопроводности материала. Параметры, необходимые для определения коэффициента теплопроводности.
34. Определение термического сопротивления однослойной и многослойной стенки. Средний коэффициент теплопроводности многослойной стенки.
35. Выбор теплоизоляционного материала для зимних и летних условий его применения по зависимостям коэффициента теплопроводности от температуры.
36. Определение термического сопротивления теплопередаче и факторов, влияющих на его значение.
37. Выбор теплоносителя для нагревающих и охлаждающих аппаратов.
38. Применение способов повышения интенсивности теплопередачи.
39. Определение длины волны, соответствующей максимальной энергии излучения.
40. Определение степени черноты серого тела.
41. Определение полной испускательной способности (энергетической светимости) абсолютно черного тела и серого тела.
42. Определение коэффициента диффузии по кривой набухания сшитого эластомера.
43. Определение коэффициента диффузии по выходной кривой проницаемости полимерного материала.
44. Определение параметров влажного воздуха: абсолютной и относительной влажности, влагосодержания, точки росы.
45. Методика определения свойств реальной жидкости.
46. Экспериментальное определение абсолютного давления, избыточного давления, вакуума, гидростатического давления.
47. Применение основного уравнения гидростатики для определения давления на дно и стенки ёмкости.

48. Применение закона Паскаля в гидравлических прессах и подъемниках.
49. Применение закона Архимеда для оценки плавучести тел, запаса плавучести и остойчивости судна.
50. Определение параметров ламинарного режима течения жидкостей.
51. Определение параметров турбулентного режим течения жидкостей.
52. Применение уравнения Бернулли для идеальных и реальных жидкостей, в технических устройствах.
53. Определение факторов, влияющих на параметры гидравлического пристеночного слоя.
54. Методика определения параметров гидравлически гладких и гидравлически шероховатых труб.
55. Определение параметров Неньютоновских жидкостей. Анализ зависимости вязкости от градиента скорости для псевдопластических, дилатантных и бенгамовских жидкостей.
56. Методика определения коэффициента теплопроводности материала. Параметры, необходимые для определения коэффициента теплопроводности.
57. Методика определения термического сопротивления однослойной и многослойной стенки. Средний коэффициент теплопроводности многослойной стенки.
58. Методика выбора теплоизоляционного материала для зимних и летних условий его применения по зависимостям коэффициента теплопроводности от температуры.
59. Методика определения термического сопротивления теплопередаче и факторов, влияющих на его значение.
60. Методика выбора теплоносителя для нагревающих и охлаждающих аппаратов.
61. Способы повышения интенсивности теплопередачи.
62. Методика определения длины волны, соответствующей максимальной энергии излучения.
63. Методика определения степени черноты серого тела.
64. Методика определения полной испускательной способности (энергетической светимости) абсолютно черного тела и серого тела.
65. Метод определения коэффициента диффузии по кривой набухания сшитого эластомера.
66. Метод определения коэффициента диффузии по выходной кривой проницаемости полимерного материала.
67. Методика определения параметров влажного воздуха: абсолютной и относительной влажности, влагосодержания, точки росы.

Тематика рефератов

Тема реферата для каждого обучающегося утверждается преподавателем в индивидуальном порядке.

Цель написания реферата – привитие обучающемуся навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчётам, обзорам и статьям.

1. Методика выбора теплоизоляционного материала для зимних и летних условий.
2. Газообразные и капельные жидкости.

3. Течение жидкостей.
4. Основные законы гидродинамики.
5. Определение параметров ламинарного режима течения жидкостей.
6. Применение закона Паскаля.
7. Применение уравнения Бернулли.
8. Методы определения коэффициента диффузии.
9. Методика определения термического сопротивления.
10. Методика определения параметров влажного воздуха.
11. Применение основного уравнения гидростатики.
12. Определение коэффициента диффузии по выходной кривой проницаемости полимерного материала.

Обучающийся самостоятельно изучает литературные источники (монографии, научные статьи и т.д.) по конкретной теме, систематизирует материал и кратко его излагает и представляет в виде реферата на 6-10 страницах.

Правила проведения тестовых контрольных работ по дисциплине «Тепломассоперенос в материалах»

Тесты пишутся индивидуально, без консультаций во время проведения теста с преподавателем или с другими обучающимися.

Преподавателю можно задать вопрос во время проведения теста в том случае, если есть неясности в вопросе теста.

Время выполнения заданий теста строго ограничено – обычно 30-40 минут, но вполне достаточно для спокойного ответа на все вопросы. Время окончания теста сообщается преподавателем до начала теста.

На каждый вопрос теста имеются четыре варианта ответов. Среди них есть правильные и неправильные ответы. Задача обучающегося найти правильные ответы.

Вопросы теста подобраны таким образом, чтобы в каждом варианте были более простые и более сложные вопросы.

Некоторые вопросы теста содержат не один правильный ответ. Положительным результатом ответа на такой вопрос является нахождение обучающимся всех правильных ответов. Если отмечены не все правильные ответы, или отмечены как правильный, так и неправильный ответ, то такой результат ответа на вопрос считается неправильным.

Обучающийся может написать свои комментарии и дополнения к любому вопросу теста. Если при этом будет продемонстрировано хорошее знание сути вопроса, то такие дополнения являются основанием для добавления преподавателем дополнительных баллов к общей рейтинговой оценке за прохождение теста. Комментарии и дополнения не заменяют собой ответа на соответствующий вопрос теста.

Примерный перечень тестов

1. Вид теплообмена (теплопередачи), при котором внутренняя энергия передается струями и потоками:
а) конвекция +
б) конвенция

в) коксование
2. Различают такую конвекцию:
а) главную
б) ламинарную +
в) ламинатную

3. Различают такую конвекцию:
а) основную
б) суммарную
в) турбулентную +
4. Один из видов конвекции:
а) естественная +
б) принудительная
в) основная
5. Один из видов конвекции:
а) дополнительная
б) свободная
в) вынужденная +
6. В каких телах возможна теплопередача конвекцией:
а) только в невесомых
б) газообразных +
в) твердых
7. В каких телах возможна теплопередача конвекцией:
а) только в невесомых
б) твердых
в) жидких +
8. В каком случае происходит вынужденная конвекция:
а) согревание помещения электронагревателем с вентилятором +
б) образование прохладного ветерка вблизи водоема
в) нагревание воздуха стоящим на полу баком с кипятком
9. В каком случае происходит конвекция:
а) в углях костра запекают картофель
б) опущенная в воду ложка стала горячей
в) на плите закипает чайник +
10. В каком случае происходит конвекция:
а) опущенная в воду ложка стала горячей
б) комната обогревается электронагревателем +
в) в углях костра запекают картофель
11. Почему для возникновения конвекции в жидкости ее надо подогревать снизу:
а) потому что нагретые верхние слои жидкости, как более легкие, останутся наверху +
б) иначе жидкость не прогреется
в) потому что подогревать сверху неудобно
12. На каком из способов теплопередачи основано нагревание твердых тел:
а) нагрев
б) теплопроводность +
в) излучение
13. Какой вид теплопередачи сопровождается переносом вещества:
а) конвекция +
б) излучение
в) теплопроводность
14. Нагревание или остывание жидкости, воздуха в комнате, воды в океане, устойчивые ветра:
а) принудительная конвекция
б) вынужденная конвекция
в) естественная конвекция +
15. Перемешивание жидкости или газа (мешалкой, ложкой, насосом, вентилятором):
а) вынужденная конвекция +
б) принудительная конвекция
в) естественная конвекция

16. Термокапиллярная конвекция происходит под действием силы:
а) тяжести
б) поверхностного натяжения +
в) концентрации
17. Концентрационная конвекция происходит под действием градиента:
а) поверхностного натяжения
б) температурных напряжений
в) концентрации +
18. Термомагнитная конвекция происходит в магнитных жидкостях под действием:
а) температурных напряжений
б) магнитного поля в поле гравитации +
в) поверхностного натяжения
19. Гранулярная конвекция происходит в:
а) магнитных жидкостях
б) воздухе
в) сыпучих неоднородных средах +
20. Термострессовая конвекция происходит под действием:
а) поверхностного натяжения
б) температурных напряжений +
в) магнитного поля в поле гравитации
21. Перенос теплоты потоком вещества, возникающих в поле сил тяжести при неравномерном нагреве газообразных, текучих или сыпучих веществ:
а) термодинамическая конвекция +
б) термострессовая конвекция
в) термомагнитная конвекция
22. Конвекция на латыни означает:
а) «перемещение»
б) «перенос» +
в) «передвижение»
23. При некоторых условиях процесс перемешивания самоорганизуется в структуру отдельных:
а) молекул
б) потоков
в) вихрей +
24. Конвекция ответственна за появление гранул на:
а) Луне
б) Солнце +
в) Марсе
25. Наиболее популярной моделью для описания конвекции в жидкостях и газах является:
а) приближение Бинеска
б) приближение Бурлеска
в) приближение Буссинеска +
26. Какое из перечисленных ниже веществ имеет наибольшую теплопроводность:
а) дерево
б) сталь +
в) мех
27. Какое из перечисленных ниже веществ имеет наименьшую теплопроводность:
а) опилки +
б) свинец
в) сталь

Утверждаю
Заведующий кафедрой «ИМП»
д.ф.-м.н. Г.О. Рытиков
«___» _____ 202 г.

Методические указания

по проведению зачета по дисциплине «Т епломассоперенос в материалах»

Направление подготовки: Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Цифровые технологии в материаловедении»
Форма обучения - очная

1. Зачет является формой промежуточной аттестации по итогам выполнения обучающимися всех видов контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Тепломассоперенос в материалах».
2. Зачет может быть выставлен только обучающимся, выполнившим все виды учебной работы, предусмотренной рабочей программой по дисциплине: выполнили на положительную оценку контрольные работы, выполнили индивидуальные задания на лабораторных работах.
3. Зачет принимает преподаватель, проводивший лекционные и практические занятия с аттестуемыми обучающимися, и только в аудиториях или кабинетах Полиграфического института.
4. В случае неявки обучающегося на зачет в зачетно-экзаменационной ведомости преподавателем записывается – «не явился».
5. После зачета преподаватель обязан оформить зачетно-экзаменационную ведомость установленной формы и сдать ее в учебную часть института в день проведения зачета.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры « » _____ 202__ года, протокол № __ .

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
НА 202 -202 УЧЕБНЫЙ ГОД

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Заведующий кафедрой «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии»
_____/Г.О. Рытиков/

Директор ПИ
_____/ И.В. Нагорнова/