Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 30.10.2023 15:31:25
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Полиграфический институт

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /Нагорнова И.В./
«16» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассоперенос в материалах

Направление подготовки/специальность

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль/специализация

Материаловедение и цифровые технологии

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2023 г.

Разработчик:

Профессор кафедры
“Инновационные материалы принтмедиаиндустрии”
доктор технических наук  /А.В. Дедов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой
«Инновационные материалы принтмедиаиндустрии»,
доктор технических наук, профессор  /А.П. Кондратов/

Содержание

1. Цели и задачи и планируемый результат обучения по дисциплине……..4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы……...4
3. 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 семинарских/практических и лабораторных занятий……8
   3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)……..8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение……9
   4.1 Нормативные документы и ГОСТы……...9
   4.2 Основная литература……9
   4.3 Дополнительная литература……9
   4.4 Электронные образовательные ресурсы……9
   4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение…..……10
   4.6 Современные профессиональные базы данных и информационное обеспечение..10
5. Материально-техническое обеспечение……10
6. Методические рекомендации……..10
   6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения……..10
   6.2 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины…..…10
7. Фонд оценочных средств……11
   7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения……11
   7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения…..…….12
   7.3 Оценочные средства…….…..13
   7.3.1. Текущий контроль (работа на лабораторных занятиях)……14
   7.3.2. Текущий контроль (контрольная работа)……17
   7.3.3. Текущий контроль (тестирование)……..……..19
   7.3.4. Промежуточный контроль (вопросы к зачету и экзамену)……...…….20

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

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

- формирование основных подходов к изучению процессов тепло и массопереноса в полимерных материалах;
- формирование навыков, необходимых для участия в создании новых материалов и технологий производства.

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

- расширение и закрепление теоретических и практических знаний по дисциплине материаловедение, необходимых для проведения научных исследований и постановки оптимизационных задач;
- изучение сущности физико-химических и химических процессов, происходящих тепло и массопереноса в различных материалах;
- формирование представлений об основных этапах решения задачи реализации конкретного направления материаловедения;
- ознакомление с современными достижениями по созданию, применению и перспективам развития новых материалов.

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

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 **Способен разрабатывать состав композиционных материалов для заданных условий эксплуатации**	ИПК- 1.2. Моделирует и разрабатывает составы композиционных 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-2.4. Оптимизирует режимы работы технических средств производства материалов и их обработки

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.2 ЭД.1.2 «Тепломассоперенос в материалах» относится к элективным дисциплинам основной образовательной программы бакалавриата, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина «Тепломассоперенос в материалах» взаимосвязана логически и содержательно–методически со следующими дисциплинами ООП:

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

– Коррозия, старение и защита материалов

– Технологии полимерных и композиционных материалов

– Материалы нанотехнологий.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3	
1	**Аудиторные занятия**	**54**	54	
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	
1.2	Семинарские/практические занятия			
1.3	Лабораторные занятия	36	36	
2	**Самостоятельная работа**	**54**	54	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет		зачет	
	Итого	**108/3**	108	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.1	Тема 1. Вводная лекция. Общие положения теории теплопереноса	12	2		4		6
1.2	Тема 2. Конвекционный теплоперенос	12	2		4		6
1.3	Тема 3. Конвекционные сушилки	12	2		4		6
1.4	Тема 4. Оборудование конвекционной сушки	12	2		4		6
1.5	Тема 5. Сушка бумаги (итоговая лекция по вопросам конвекционной сушки)	12	2		4		6
1	2	3	4	5	6	7	8

1.6	Тема 6. Общие положения теории массопереноса	12	2		4		6
1.7	Тема 7. Методы определения проницаемости полимерных материалов по газам и жидкостям	12	2		4		6
1.8	Тема 8. Диффузия низкомолекулярных веществ в полимерах (итоговая лекция по вопросам массопереноса)	12	2		4		6
1.9	Тема 9. Процессы тепло и массопереноса в технике и природе	12	2		4		6
	Итого	**108**	**18**		**36**		**54**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1.

Тема 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.

Тема 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.

Тема 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

Тема 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.

Тема 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.

Тема 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.

Тема 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, газовохромотографический 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.

Тема 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.

Тема 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

3.4.1 Семинарские/практические занятия *нет*

3.4.2 Лабораторные занятия

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»

Лабораторная работы 3. «Изучение переноса жидкостей в текстильных материалах».

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Отсутствует

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ФГОС ВО 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденный приказом МОН РФ от 02 июня 2020 г. № 701.
2. Академический учебный план по направлению подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. Профиль: Материаловедение и цифровые технологии. Форма обучения – очная. 2023.
3. Матрица к АУП 22.03.01.02 Материаловедение и технологии материалов. (Материаловедение и цифровые технологии). Прием 2023/2024 гг. 2023.
4. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
5. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

4.2 Основная литература

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).

4.3 Дополнительная литература

1. 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.
2. 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.
3. 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.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. ЭОР: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=5976
2. Цикл учебно-исследовательских (лабораторных) работ по гидравлике в виде сайта. (Разработчик Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, кафедра ПиАПП).
3.Цикл учебно-исследовательских (лабораторных) работ по основам теплотехники в виде виртуальных стендов. (Разработчик Тверской государственный технический университет).
4.Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе «Электронная библиотека МПУ» http://elib.mgup.ru:
5. Генералов М.Б., Александров В.П., Алексеев В.В. и др. Энциклопедия. Машины и аппараты химических и нефтехимических производств. Т.4-12. – М.: Машиностроение, 2004. Электронный ресурс. Сайт «Техническая литература». Режим доступа: http://booktech.ru/books/processy-i-apparaty/203-mashinostroenie-enciklopediya-t-4-12-mashiny-i-apparaty-himicheskih-i-neftehimicheskih-proizvodstv.html
6. www.studmed.ru/science/pup/poligrafiya/
7. online.mospolytech.ru/local/crw/category.php?cid=512

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: Exchell

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ASystem («Моноритм») http://www.monorhythm.ru
2.ASystemTouch («Моноритм») www.monorhythm.ru

5 Материально-техническое обеспечение

Лекционные и лабораторные занятия обеспечиваются современными техническими средствами обучения. Студентам должен быть обеспечен свободный доступ к средствам информационных технологий. Лабораторно-практические занятия проводятся в специализированных классах, оснащенных компютерами и соответствующим программным обеспечением. Для выполнения расчётов используются программа Microsoft Office Excel, математические пакеты StatSoft, Statistica, MathCAD и др.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Получение углубленных знаний по дисциплине тепломассоперенос достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа научных концепций. В основе самостоятельной работы обучающихся лежат: содержание рабочей учебной программы, вопросы для подготовки к контрольным работам, самостоятельное изучение Интернет-ресурсов по вопросам тепломассопереноса в материалах.

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.

В рамках дисциплины предусмотрены различные формы контроля уровня достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций. Форма текущего контроля – активная работа на лабораторных занятиях, реферат, тестирование. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине является зачет, в ходе которого оценивается уровень достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций.

Методические указания по освоению дисциплины.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ дисциплины.

Посещение лекционных занятий является обязательным.

Конспектирование лекционного материала допускается как письменным, так и компьютерным способом.

Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к текущим формам аттестации по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Проведение лабораторных занятий по дисциплине «Тепломассоперенос в материалах» осуществляется в следующих формах:

- оформление методики проведения лабораторной работы;
- проведение лабораторной работы и оформление протока испытаний;
- защита лабораторной работы.

Посещение лабораторных занятий и активное участие в них является обязательным.

Подготовка к практическим занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретной лабораторной работе.

Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы

Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине проводится на регулярной основе в разрезе каждого раздела в соответствии с приведенными в рабочей программе рекомендациями для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине «Тепломассоперенос в материалах». Список основной и дополнительной литературы по дисциплине приведен в настоящей рабочей программы.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Тепломассоперенос в материалах» проходит в форме зачета.

Обучающийся допускается к промежуточной аттестации по дисциплине независимо от результатов текущего контроля.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета 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. Оценка

степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся 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. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства:

Перечень оценочных средств по дисциплине
«ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В МАТЕРИАЛАХ»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства
1	Проверка лабораторных работ (ОЛР)	Средство проверки умений обучающегося самостоятельно решать практические задачи и оценки уровня освоения обучающимся практических навыков	Протокол выполнения лабораторной работы, вопросы по лекции

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 раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
5	Зачет (З)	Форма промежуточной аттестации обучающегося, определяемая учебным планом подготовки по направлению	Комплект вопросов

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине
«Тепломассоперенос в материалах»

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

7.3.1. Текущий контроль (работа на лабораторных занятиях)
(формирование компетенций ПК-1, ПК-2)

Примеры вопросов для рассмотрения на лабораторных занятиях.

1. Теплоперенос в материалах и процессах, основы теплотехники

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

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

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

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Как определяется средняя температура струны в данной установке?
4. Для чего замеряется барометрическое давление в данной работе?
5. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством конвекции?
6. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством излучения?
7. Что такое свободная и вынужденная конвекция?
8. Каков физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи?
9. Какие факторы определяют интенсивность конвективного теплообмена?
10. Что такое критерий подобия?
11. Что такое «определяющая температура» и «определяющий» размер?
12. Какие критерии называются «определяющими» и «определяемыми»?
13. Для чего и как составляются критериальные уравнения?
14. Как определяется коэффициент теплоотдачи α из критериального уравнения?

Лабораторная работа 3. «Определение параметров влажного воздуха».

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Как определяется давление насыщенного пара?
3. Как с помощью i-d диаграммы определить точку росы?
4. Чем объясняется различие результатов аналитического и графического расчетов

характеристик влажного воздуха?
5. Чем характеризуется процесс сушки влажного материала?

Лабораторная работа 4. «Изучение теплопередачи в теплообменном аппарате».
1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Что такое теплообменный аппарат?
3. Какие существуют типы теплообменных аппаратов?
4. Что называется теплопередачей?
5. Какое определение имеет коэффициент теплопередачи?
6. Что такое термическое сопротивление теплоотдачи, теплопередачи?
7. Какой вид имеет основное уравнение теплопередачи?
8. Какой вид имеет уравнение подобия для определения коэффициента теплоотдачи при вынужденном движении жидкости в трубе?
9. Как определяется эквивалентный диаметр некруглого сечения?
10. Что такое тепловой расчет I и II рода?
11. Какие схемы движения теплоносителей могут быть в ТА типа «труба в трубе»?
12. Какая схема движения теплоносителей имеет преимущество: «прямоток» или «противоток»?
13. Какой вид имеет уравнение теплового баланса?
14.Что такое водяной эквивалент теплоносителя?
15. Как определяются относительные потери теплоты в теплообменном аппарате?

2. Массоперенос в материалах и процессах
Лабораторная работа 1. «Изучение массопереноса растворителей в полимерных материалах»
1. В чем заключается сходство и различие свойств полимерных растворов и растворов низкомолекулярных соединений?
2. Что такое ограниченное и неограниченное набухание полимеров? Напишите выражение для степени набухания.
3. В чем заключается физический смысл перехода от разбавленных растворов полимеров к полуразбавленным и концентрированным? Приведите количественные критерии указанных переходов.
4. Какие типы фазовых диаграмм наблюдаются для полимерных растворов? Обоснуйте появление на фазовых диаграммах полимерных растворов верхней и нижней критических температур растворения.
5. Каковы основные положения термодинамики растворов полимеров? В рамках теории Флори-Хаггинса рассчитайте энтальпию и энтропию смешения полимера с низкомолекулярным растворителем.
6. Что такое термодинамическое качество растворителя? Приведите количественные критерии для оценки этого параметра.
7. В чем заключается физический смысл положительного и отрицательного отклонения полимерного раствора от идеального поведения?
8. Что такое 0-условия для полимерного раствора? Раскройте физический смысл и природу ©-состояния полимерного раствора.
9. Каким образом можно определить 0-температуру? Приведите, по крайней мере, два экспериментальных метода для определения этой характеристики.
10. В чем заключается физический смысл понятия «невозмущенные размеры макромолекул ы»?
11. В каких условиях макромолекула имеет невозмущенные размеры? Приведите, по крайней мере, два экспериментальных метода их оценки.

Лабораторная работа 2. «Изучение набухания офсетных резинотканевых полотен в растворителях»
1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2.По какому признаку относят вещества к высокомолекулярным соединениям?
3. Каковы особенности строения молекул высокомолекулярных соединений?
4. Что такое набухание и какие стадии в нем различают?
5. По каким признакам растворы высокомолекулярных соединений сходны с коллоидными растворами?
6. Что такое коацервация?
7. Что называется студнем?
8. Какие существую методы получения студней?

3. Гидромеханические процессы переноса количества движения в материалах и процессах, основы гидравлики

Лабораторная работа 1. «Определение гидростатического давления»
1. Дать определение гидростатического давления в точке. Размерность давления.
2. Основные свойства гидростатического давления.
3. Основное уравнение гидростатики.
4. Основные виды гидростатического давления.
5. Приборы для измерения давления.

Лабораторная работа 2. «Определение плотности несмешивающихся жидкостей в сообщающихся сосудах».
1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Основные физико-химические параметры жидкости и единицы их измерения.
3. Объяснить понятия: идеальная и реальная, ньютоновская и аномальная жидкости.
4. Определить понятие плотности жидкости.
5. Основы метода определения плотности несмешивающихся жидкостей.
6. Что такое плотность жидкости?
7. Что вы понимаете под относительной плотностью
жидкости?
8. Какую роль играет плотность жидкостей и газов в
технике и технологии?
9. От чего зависит плотность жидкостей?
10. Какой физической смысл коэффициентов сжимаемости и объемного расширения жидкостей?
11. В чем суть уравнения Клапейрона?
12. Как определяют плотности жидких и газовых смесей?
13. Какими способами можно найти плотность жидкости?

Лабораторная работа 3. «Определение силы давления жидкости на плоскую поверхность».
1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Определить понятие давления, давления жидкости и отчего зависит давление?
3. Определить силы, действующие жидкостью на плоскую поверхность
4. Влияние плотности жидкости на давления на плоскую поверхность.
5. влияние атмосферного давления на давление жидкости на плоскую поверхность.

Лабораторная работа 4. «Изучение относительного равновесия жидкости во вращающейся емкости».
1.Записать формулу для центробежной силы, действующей на элементарную массу ΔМ при

вращении.
2.Записать полный дифференциал функции давления p=p(x, y, z).
3.Записать общее уравнение поверхности равного давления.
4.Записать уравнение свободной поверхности для вращающегося сосуда.
5.Записать закон распределения давлений для вращающегося сосуда.
6.Записать уравнение объема покоящейся жидкости во вращающемся сосуде.
7.Записать уравнение объема жидкости во вращающемся сосуде.
8.Уметь вывести формулы частот вращений для каждой из задач.

Лабораторная работа 5. «Изучение режимов движения жидкости».
1. Расход и скорость жидкости. Эпюры распределения скоростей по сечению каналов.
2. Вязкость капельных и упругих жидкостей. Факторы, влияющие на вязкость.
3. Понятие гидродинамического пограничного слоя, его строение.
4. Какое течение называют ламинарным?
5. По какому закону меняется скорость потока в поперченном сечении трубопровода при ламинарном течении?
6. Как определить среднюю скорость потока, движущегося ламинарно?
7. Какое течение называют турбулентным?
8. Какие величины характеризуют режим течения потока?
9. Какого соотношение между средней и максимальной скоростями потока при турбулентном течении?
10. Что такое критерий Рейнольдса? Каков его физический смысл?
11. Назовите критическое значение числа Рейнольдса для прямых труб, для змеевиков.
12. При каком значении числа Рейнольдса наблюдают развитый турбулентный режим потока?
13. Что такое эквивалентный диаметр и гидравлический радиус?
14. Какая скорость потока входит в критерий Рейнольдса?
15. В каком интервале чисел Рейнольдса наблюдают «переходную» область турбулентного режима течения?

Лабораторная работа 6. «Изучение относительного покоя жидкости в ёмкости, движущейся с ускорением»
1. Что понимается под абсолютным и относительным покоем
жидкости?
2. Приведите примеры случаев относительного покоя жидкости.
3. Каким уравнением описывается поверхность уровня при вращении сосуда вокруг вертикальной оси?
4. Как определяется сила давления на стенки сосуда при относительном покое?
5. Каковы эпюры давлений на стенки и дно сосуда при вращении
вокруг вертикальной оси?
6. Какую форму имеет свободная поверхность жидкости при вращении сосуда вокруг вертикальной оси.
7. Какую форму имеет свободная поверхность жидкости при вращении сосуда вокруг горизонтальной оси?
8. Приведите примеры технического использования различных
случаев относительного покоя жидкости.
9. Может ли рассматриваться равномерное прямолинейное движение жидкости, помещенной в сосуд, как случай ее относительного покоя?
10. Будет ли жидкость находиться в состоянии относительного
покоя при движении железнодорожной цистерны с постоянной скоростью
по закруглению пути постоянного радиуса?

11. Справедлив ли закон Паскаля для случаев относительного покоя жидкости?
12. Какую форму будет иметь свободная поверхность жидкости
при вращении вокруг вертикальной оси сосуда некруглой формы?
13. В какой точке закрытого цилиндрического сосуда с жидкостью, вращающегося вокруг вертикальной оси, гидростатическое давление максимально?

Лабораторная работа 7. «Изучение падения тел в среде».
1. Сформулируйте закон всемирного тяготения. Дайте понятие ускорения свободного падения, используя этот закон.
2. Что называется свободным падением тел? Отчего зависит ускорение свободного падения?
3. Как изменится время падения тела, если экспериментальную установку перенести на высоту 100 км?
4. Как изменится время падения, если опыт провести на полюсе (на экваторе)? Установку перенести на поверхность Луны? Почему?
5. Опишите устройство и принцип действия установки для определения ускорения свободного падения.

Лабораторная работа 8. «Изучение истечения жидкостей из отверстий и насадок».
1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. определить основные виды отверстий и насадок.
3. Влияние формы отверстий и насадок на скорость истечения жидкостей.
5. Основные законы истечения жидкостей из отверстий и насадок.
6. Привести основные уравнения расчета скорости истечения жидкостей из отверстий и насадок.
7. Привести примеры применения насадок для распределения жидкостей.

Лабораторная работа 9. «Изучение эффективности работы гидравлических машин»
1. Назовите химические производства, где применяются центробежные насосы.
2. Как устроен и работает центробежный насос?
3. Каков порядок запуска центробежного насоса?
4. Что называется рабочими характеристиками насоса, какая из них главная?
5. Какие рабочие параметры насоса определяются в работе?
6. Как измеряется подача насоса?
7. Как находится напор насоса?
8. Как определяется потребляемая насосом мощность?
9. Как находится полный КПД насоса?
10. Как определяется рабочая точка насоса?
11. Почему изменяются параметры насоса в зависимости от
степени закрытия задвижки на нагнетательной линии?
12. Как определяются оптимальные параметры насоса?
13. Почему центробежный насос заливается перед пуском?

7.3.2. Текущий контроль (контрольная работа)
(формирование компетенций ПК-1, ПК-2)

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.

7.3.3. Текущий контроль (тестирование)
(формирование компетенций ПК-1, ПК-2)

Примеры тестовых заданий:

Пример тестового задания контрольной работы № 4

I: Т325, КТ=1, ТЕМА = «1.1»
S: металл
+: железо
–: чугун
–: сплав

I: Т326, КТ=2, ТЕМА = «1.1»
S: полимер
+: полиэтилен
–: стекло
–: чугун
–: сталь

I: Т327, КТ=1, ТЕМА = «1.1»
S: Полимер, переходящий при нагревании в вязко-текучее состояние
+: полипропилен
+:поливинилхлорид
–: политетрафторэтилен
–: вулканизованный натуральный каучук

I: Т328, КТ=1, ТЕМА = «1.1»
S: увеличение прочности при растяжении полимеров является следствием:
–: уменьшения толщины пленки
+: ориентации макромолекул
–: уменьшения дефектности пленки
+: изменение физического состояния полимера

I: Т364, КТ=3, ТЕМА = «1.1»
S: Соответствие между полимерным материалом и их структурным типом материала

L1: сетчатый карбоцепной полимер
L2: гетероцепной полимер
L3: линейный карбоцепной полимер
L4: сетчатый гетероцепной полимер

R1: сополимер стирола и дивинилбензола
R2: полиэтиленоксид
R3: капрон

7.3.4. Промежуточный контроль (вопросы к зачету)

(формирование компетенций ПК-1, ПК-2)

Примерные вопросы к зачету

1. Предмет гидравлики.
2. Газообразные и капельные жидкости.
3. Классификация жидкостей в гидравлике.
4. Отличие капельных жидкостей от упругих.
5. Определение понятия «Идеальная жидкость». Перечислите свойства идеальной жидкости.
6. Определение понятия «Реальная жидкость». Перечислите свойства реальной жидкости.
7. Особенности действия на жидкость внешних и внутренних сил.
8. Понятия: абсолютное давление, избыточное давление, вакуум.
9. Гидростатическое давление, его свойства, размерность.
10. Направления действия гидростатического давления внутри жидкости.
11. Основное уравнение гидростатики.
12. Закон Паскаля. Гидравлический пресс и принцип его работы.
13. Гидростатический парадокс.
14. Закон Архимеда. Условие плавучести тел. Запас плавучести. Остойчивость судна.
15. Ламинарный режим течения жидкостей. Уравнение Ньютона, описывающее закономерности трения между слоями жидкости. Распределение скоростей по сечению потока при ламинарном режиме течения. Расход и средняя скорость жидкости.
16. Турбулентный режим течения жидкостей. Критерий Рейнольдса.
17. Уравнение Бернулли для идеальных и реальных жидкостей. Следствия из закона и применение закона Бернулли. Трубка Пито и труба Вентурри.
18. Пристеночный ламинарный слой потока при турбулентном режиме течения жидкости. Факторы, влияющие на толщину пристеночного ламинарного слоя.
19. Гидравлически гладкие и гидравлически шероховатые трубы.
20. Неньютоновские жидкости. Зависимость вязкости от градиента скорости для псевдопластических, дилатантных и бенгамовских жидкостей.
21. Виды теплопереноса: теплоперенос теплопроводностью, конвективный теплоперенос, лучистый теплоперенос. Условия реализации теплопереноса конкретного вида.
22. Теплоперенос теплопроводностью. Закон Фурье для теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Теплопроводность и температуропроводность металлов, жидкостей, газов.
23. Стационарный тепловой поток сквозь плоскую стенку. Изменение температуры по толщине стенки. Термическое сопротивление стенки. Распределение температуры по многослойной стенке. Термическое сопротивление многослойной стенки.
24. Конвективный теплообмен. Естественная и вынужденная конвекция. Определение понятия «теплоотдачи». Закон Ньютона-Рихмана.
25. Теплоперенос в ламинарном и турбулентном режимах течения теплоносителя. Гидродинамический и тепловой пограничные слои, их влияние на теплообмен.
26. Теплопередача сквозь плоскую и многослойную стенку. Плотность теплового потока и распределение температуры при теплопередаче между теплоносителями. Термические сопротивления теплопередачи.
27. Коэффициент теплопередачи. Соотношение между температурой теплоносителей и температурой контактирующими с ними стенками теплообменного аппарата. Закономерности, влияющие на эти температуры.
28. Основные теплоносители в нагревающих аппаратах: насыщенный водяной пар, чистая вода, топочные газы, минеральные масла, высокотемпературные органические теплоносители, кремнийорганические термостойкие жидкости, расплавы металлов.

29. Основные теплоносители в охлаждающих аппаратах: вода, воздух, рассолы, антифризы, хладагенты.
30. Классификация теплообменных аппаратов: рекуперативные, регенеративные, смесительные. Уравнение теплового баланса для рекуперативных и регенеративных теплообменных аппаратов.
31. Уравнение теплопередачи сквозь стенку теплообменного аппарата и уравнение теплопередачи для теплообменного аппарата.
32. Теплообмен излучением (радиационный теплообмен). Процессы, составляющие лучистый теплообмен. Спектры излучения. Распределение плотности энергии в спектре равновесного излучения. Закон смещения Вина.
33. Закон сохранения лучистой энергии, падающей на тело. Абсолютно прозрачное тело, абсолютно белое тело, абсолютно черное тело.
34. Закон излучения Кирхгофа. Серое тело. Степень черноты. Физический смысл степени черноты.
35. Закон Стефана-Больцмана. Зависимость излучаемой абсолютно черным телом энергии от абсолютной температуры. Применимость закона Стефана-Больцмана для серых тел.
36. . Движущая сила массопереноса. Диффузионная проницаемость полимерных материалов. Первый закон Фика для молекулярной диффузии. Коэффициент диффузии и его физический смысл.
37. Фазовая проницаемость полимерных материалов. Факторы, влияющие на фазовую проницаемость. Движущая сила фазовой проницаемости.
38. Параметры влажного воздуха. Насыщенный пар. Абсолютная и относительная влажность. Влагосодержание. Точка росы.
39. Сушка. Влажность воздуха и влажность материала. Виды сушки по подводу теплоты. Потенциал сушки. Формы связи влаги с материалом. Изменение влажности материала при сушке.
40. Набухание полимеров. Виды и особенности набухания полимеров. Кинетика набухания сшитых эластомеров и её параметры: коэффициент диффузии, коэффициент сорбции, коэффициент проницаемости.
41. Различие свойства идеальной и реальной жидкости.
42. Экспериментальное определение абсолютного давления, избыточного давления, вакуума, гидростатического давления.
43. Применение основного уравнения гидростатики для определения давления на дно и стенки ёмкости.
44. Применение закона Паскаля в гидравлических прессах и подъемниках.
45. Объяснение гидростатического парадокса.
46. Применение закона Архимеда для оценки плавучести тел, запаса плавучести и остойчивости судна.
47. Определение параметров ламинарного режима течения жидкостей.
48. Определение параметров турбулентного режим течения жидкостей.
49. Применение уравнения Бернулли для идеальных и реальных жидкостей, в технических устройствах.
50. Определение факторов, влияющих на параметры гидравлического пристеночного слоя.
51. Различие в параметрах гидравлически гладких и гидравлически шероховатых труб.
52. Определение параметров Неньютоновских жидкостей. Анализ зависимости вязкости от градиента скорости для псевдопластических, дилатантных и бенгамовских жидкостей.
53. Определение коэффициента теплопроводности материала. Параметры, необходимые для определения коэффициента теплопроводности.
54. Определение термического сопротивления однослойной и многослойной стенки. Средний коэффициент теплопроводности многослойной стенки.

55. Выбор теплоизоляционного материала для зимних и летних условий его применения по зависимостям коэффициента теплопроводности от температуры.
56. Определение термического сопротивления теплопередаче и факторов, влияющих на его значение.
57. Выбор теплоносителя для нагревающих и охлаждающих аппаратов.
58. Применение способов повышения интенсивности теплопередачи.
59. Определение длины волны, соответствующей максимальной энергии излучения.
60. Определение степени черноты серого тела.
61. Определение полной испускательной способности (энергетической светимости) абсолютно черного тела и серого тела.
62. Определение коэффициента диффузии по кривой набухания сшитого эластомера.
63. Определение коэффициента диффузии по выходной кривой проницаемости полимерного материала.
64. Определение параметров влажного воздуха: абсолютной и относительной влажности, влагосодержания, точки росы.
65. Методика определения свойств реальной жидкости.
66. Экспериментальное определение абсолютного давления, избыточного давления, вакуума, гидростатического давления.
67. Применение основного уравнения гидростатики для определения давления на дно и стенки ёмкости.
68. Применение закона Паскаля в гидравлических прессах и подъемниках.
69. Применение закона Архимеда для оценки плавучести тел, запаса плавучести и остойчивости судна.
70. Определение параметров ламинарного режима течения жидкостей.
71. Определение параметров турбулентного режим течения жидкостей.
72. Применение уравнения Бернулли для идеальных и реальных жидкостей, в технических устройствах.
73. Определение факторов, влияющих на параметры гидравлического пристеночного слоя.
74. Методика определения параметров гидравлически гладких и гидравлически шероховатых труб.
75. Определение параметров Неньютоновских жидкостей. Анализ зависимости вязкости от градиента скорости для псевдопластических, дилатантных и бенгамовских жидкостей.
76. Методика определения коэффициента теплопроводности материала. Параметры, необходимые для определения коэффициента теплопроводности.
77. Методика определения термического сопротивления однослойной и многослойной стенки. Средний коэффициент теплопроводности многослойной стенки.
78. Методика выбора теплоизоляционного материала для зимних и летних условий его применения по зависимостям коэффициента теплопроводности от температуры.
79. Методика определения термического сопротивления теплопередаче и факторов, влияющих на его значение.
80. Методика выбора теплоносителя для нагревающих и охлаждающих аппаратов.
81. Способы повышения интенсивности теплопередачи.
82. Методика определения длины волны, соответствующей максимальной энергии излучения.
83. Методика определения степени черноты серого тела.
84. Методика определения полной испускательной способности (энергетической светимости) абсолютно черного тела и серого тела.
85. Метод определения коэффициента диффузии по кривой набухания сшитого эластомера.
86. Метод определения коэффициента диффузии по выходной кривой проницаемости полимерного материала.

87. Методика определения параметров влажного воздуха: абсолютной и относительной влажности, влагосодержания, точки росы.