Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор Департамента по образовательной политике
Дата подписания: 12.10.2023 17:28:14
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Полиграфического института
_____ /И.В. Нагорнова/
«30» июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Тепло- и массоперенос в материалах»

Направление подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль
«Материаловедение и цифровые технологии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва – 2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Тепло- и массоперенос 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 «Тепло- и массоперенос 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.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.ЭД.2.1 «Тепло- и массоперенос в материалах» относится к элективным дисциплинам основной образовательной программы бакалавриата, формируемой участниками образовательных отношений.

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

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

– Общее материаловедение и технологии материалов;

– Теоретические основы переработки текстовой информации в автоматизированных системах;

– Основы светотехники;

– Материалы нанотехнологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
ПК-1	способностью использовать на практике знания об основных типах материалов различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	***Индикаторы достижения компетенции*** **ИПК-1.1** Разрабатывает технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов. **ИПК-1.2** Выполняет исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства. **ИПК-1.3** Выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов. **ИПК-1.4** Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетные единицы, т.е. **180** академических часа (из них 90 часов самостоятельная работа обучающихся).

Дисциплина изучается **на третьем и четвертом семестре на втором курсе:** лекции – 36 часов, лабораторные занятия – 54 часов.

Форма контроля – **зачет и экзамен.**

Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах) **– очная форма обучения**

Вид учебной работы	Всего часов/ зач. ед.	Семестры	
		3	4
Контактная работа (всего)	90	54	36
В том числе:	-	-	
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПР)	54	36	18
Самостоятельная работа (всего)	90	54	36
В том числе:			
Другие виды самостоятельной работы	63	27	36
Вид промежуточной аттестации (зачет и экзамен)	27	27	
Общая трудоемкость: час / зач. ед.	180	108	72

5. Содержание разделов дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий

№ п/п	Раздел/тема Дисциплины	Общая трудоёмкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, час		
			Контактная работа		СРС
		Всего	лекции	Лабораторные работы	
третий семестр					
1	Раздел 1. Вводная лекция. Общие положения теории теплопереноса	8	2	4	2
2	Раздел 2. Конвекционный теплоперенос	8	2	4	6
3	Раздел 3. Конвекционные сушилки	8	2	4	2
4	Раздел 4. Оборудование конвекционной сушки	8	2	4	2
5	Раздел 5. Сушка бумаги (итоговая лекция по вопросам конвекционной сушки)	8	2	4	2
6	Раздел 6. Общие положения теории массопереноса	8	2	4	20
7	Раздел 7. Методы определения проницаемости полимерных материалов по газам и жидкостям	8	2	4	2
8	Раздел 8. Диффузия низкомолекулярных веществ в полимерах (итоговая лекция по вопросам массопереноса)	8	2	4	7
9	Раздел 9. Процессы тепло и массопереноса в технике и природе	8	2	4	7
Всего в третьем семестре		108	18	36	54
Итого в третьем семестре		108	18	36	54
четвертый семестр					
10	Раздел 10. Физические свойства жидкости. Гидростатическое давление.	8	2	4	2
11	Раздел 11. Основные сведения из гидравлики. Гидростатические явления. Закон гидростатики.	8	2	4	2
12	Раздел 12. Виды движения жидкости. Напорный и бинарный поток. Расход и средняя скорость потока	8	2	4	10
13	Раздел 13. Режим движения жидкости: ламинарный, турбулентный. Критерии Рейнольдса.	8	2	4	2
14	Раздел 14. Силы, действующие на тело в потоке	8	2	4	2
15	Раздел 15. Изучение истечения жидкостей из отверстий и насадок	8	2	4	2
16	Раздел 16. Гидростатика.	8	2	4	2
17	Раздел 17. Изучение действия гидравлических машин	8	2	4	10
18	Раздел 18. Изучение действия гидравлических машин	8	2	4	2
	Всего в четвертом семестре	72	18	18	36
	Итого в четвертом семестре	72	18	18	36
	Итого за курс	180			

5.2. Содержание разделов 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, 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.

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.

Раздел 10. Физические свойства жидкости. Гидростатическое давление.

Введение в курс лекции. Свойства и параметры состояния жидкости. Краткий исторический обзор по вопросу представления структуры и свойств жидкостей. Гипотеза сплошной среды. Силы, действующие в жидкости. Основные физические свойства жидкости: сжимаемость, вязкость, плотность, коэффициент объёмного сжатия, давление насыщенных паров жидкости. Касательные и нормальные напряжения. Гидростатическое давление и его свойства. Давление абсолютное, избыточное, вакуум. Жидкости несжимаемые, капельные, газообразные. Гетерогенные системы. Понятие фазы. Компоненты и дисперсность сред. Концентрация. Плотность многофазных систем. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.

Раздел 11. Основные сведения из гидравлики. Гидростатические явления. Законы гидростатики.

Представлены основные законы статики и динамики идеальных и реальных жидкостей. Гидромеханика упругой невязкой жидкости. Рассмотрены дифференциальные уравнения движения идеальной (невязкой) жидкости (уравнения Навье-Стокса) и уравнение Бернулли, определяющие течение элементарной струйки идеальной жидкости или невязкой жидкости. Отмечена сложность применения уравнения идеальной жидкости для описания течения реальных жидкостей, что связано с исключением из рассмотрения вязкости реальных жидкостей. Для описания течения элементарной струйки реальной жидкости предложено уравнение Бернулли. Представлены графические иллюстрации уравнения Бернулли для потока реальной жидкости. Практическое применение уравнения Бернулли. Трубка Прандтля. Трубка Вентури, сопло, диафрагма. Установившееся движение. Безвихревое движение. Установившееся безвихревое движение. Ограничения, налагаемые на скорость движения потока жидкости. Формула Торричелли. Вихревые движения идеальной жидкости: теорема Томсона, теорема Лагранжа, теоремы Гельмгольца

Раздел 12. Виды движения жидкости. Напорный и бинарный поток. Расход и средняя скорость потока

Введено понятие живого сечения трубопровода, которое соответствует площади поперечного сечения потока, перпендикулярную к направлению течения. Рассмотрено влияние формы трубопровода на живое сечение. Дано определение средней скорости потока жидкости, которое рассчитывают, как отношение расхода жидкости к площади живого сечения, гидравлического радиуса потока жидкости, которое рассчитывают, как отношение живого сечения к смоченному периметру трубопровода. Течение жидкости разделили на напорное и безнапорное. Напорное течение наблюдается в закрытых руслах без свободной поверхности. Напорное течение наблюдается в трубопроводах с повышенным (пониженным давлением). Безнапорное - течение со свободной поверхностью, которое наблюдается в открытых руслах (реки, открытые каналы, лотки и т.п.). В курсе рассматривается только напорное течение. Представлен графический материал, поясняющий виды течения жидкостей.

Раздел 13. Режим движения жидкости: ламинарный, турбулентный. Критерии Рейнольдса

Введено понятие ламинарного и турбулентного режима течения жидкостей в трубопроводе. Представлены данные о влиянии каждого режима течения на работу трубопроводов различного назначения, прежде всего трубопроводов перекачки нефти и газа. Поставлена задача необходимости расчета режимов течения жидкостей при изменении размеров и формы трубопровода, температуры и скорости движения потока жидкости. Рассмотрен физический смысл критерия Рейнольдса, который показывает отношение сил инерции к силам трения при движении потока жидкости в трубопроводе. Представлены иллюстрации различных режимов течения жидкостей, расчетные уравнения. Приведены примеры расчета коэффициента Рейнольдса для различных случаев перекачки жидкостей в трубопроводах.

Раздел 14. Силы, действующие на тело в потоке

Рассмотрен пример обтекания потоком жидкости шара заданного радиуса. На этом примере введено понятие силы лобового сопротивления и его зависимость от числа Рейнольдса. При малых скоростях течения жидкости сила лобового сопротивления движению пропорциональна скорости. Лобовое сопротивление - сила, препятствующая движению тел в жидкостях и газах. Лобовое сопротивление складывается из двух типов сил: сил касательного (тангенциального) трения, направленных вдоль поверхности тела, и сил давления, направленных по нормали к поверхности. Сила сопротивления является диссипативной силой и всегда направлена против вектора скорости тела в среде. Абсолютные значения сил, действующих на жидкость, не являются достаточными для характеристики состояния жидкости в условиях действия этих сил, ибо последние зависят, при прочих равных условиях, от размеров поверхности (для поверхностных сил) или объема (для объемных сил), к которым они приложены. Поверхности и объемы приложения сил могут быть различными, часто их выбирают произвольно. Поэтому для оценки состояния жидкости и сравнения ее состояний необходимо иметь некоторую характеристику, которая, с одной стороны, определялась бы действующей силой, а с другой, не зависела бы от размеров поверхности (объема) ее приложения, характеристикой которой является сила, отнесенная к единице поверхности или объема, к которым она приложена. Эта характеристика называется напряжением.

Раздел 15. Изучение истечения жидкостей из отверстий и насадок

Рассмотрены различные случаи истечения жидкости из резервуаров, баков, котлов через отверстия и насадки (коротки трубки различной формы) в атмосферу или пространство, заполненное газом или той же жидкость. В процессе истечения запас потенциальной энергии, которым обладает жидкость, находящаяся в резервуаре, превращается в кинетическую энергию свободной струи. Основным вопросом лекции является определение скорости истечения и расхода жидкости для различных форм отверстий и насадков. Введен количественный параметр оценки скорости истечения, такой как коэффициент истечения. Рассмотрена зависимость коэффициента истечения от числа Рейнольдса для различных типов отверстий и насадок. Представлены схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке. Представлены основные типы насадок и даны уравнения расчета коэффициента истечения для каждого типа насадок.

Раздел 16. Гидростатика

Гидравлика делится на два раздела: гидростатика и гидродинамика. Гидростатикой называется раздел гидравлики, в котором рассматриваются законы равновесия жидкости и их практическое применение. В покоящейся жидкости всегда присутствует сила давления, которая называется гидростатическим давлением. Жидкость оказывает силовое воздействие на дно и стенки сосуда. Частицы жидкости, расположенные в верхних слоях водоема, испытывают меньшие силы сжатия, чем частицы жидкости, находящиеся у дна. В любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема жидкости. Гидростатическое давление неизменно

во всех направлениях. Гидростатическое давление в точке зависит от ее координат в пространстве. Основное уравнение гидростатики, применение которого обеспечивает расчет давление в любой точке покоящейся жидкости.

Раздел 17. Изучение действия гидравлических машин

Классификация гидравлических машин. По принципу действия гидравлические машины делятся на 2-а класса: динамические и объемные. По назначению: машины орудия (насосы), машины двигатели (гидромоторы, гидроцилиндры, поворотные гидродвигатели и др.), гидравлические передачи (гидромуфты, гидротрансформаторы и др.), агрегаты составленные из объёмных или динамических машин орудий и машин двигателей, гидропривод. Рассмотрена принципиальная схема насосной установки, представлена графическая схема насосной установки. Представлены основные параметры насосов и уравнения для расчета параметров, таких как: подача, объёмный коэффициент полезного действия (кпд.), полезная мощность насоса, общий кпд., быстроходность насосов.

Раздел 18. Изучение действия гидравлических машин полиграфического и упаковочного производства

Рассмотрены гидроприводы экструзионного оборудования переработки пластических масс, гидравлические системы нагрева и охлаждения экструзионного оборудование, система перекачки красок печатного оборудования, системы подачи красок в печатном узле.

5.3. Практические занятия / 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»

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

Лабораторная работа 1. «Определение гидростатического давления».

Лабораторная работа 2. «Определение плотности несмешивающихся жидкостей в сообщающихся сосудах».

Лабораторная работа 4. «Определение силы давления жидкости на плоскую поверхность».

Лабораторная работа 5. «Изучение относительного равновесия жидкости во вращающейся емкости».

Лабораторная работа 6. «Изучение режимов движения жидкости».

Лабораторная работа 7. «Изучение относительного покоя жидкости в ёмкости, движущейся с ускорением»

Лабораторная работа 8. «Изучение падения тел в среде».

Лабораторная работа 9. «Изучение истечения жидкостей из отверстий и насадок».

Лабораторная работа 10. «Изучение эффективности работы гидравлических машин»

5.4 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.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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: «Тепло- массоперенос в материалах» (индивидуально для каждого обучающегося);

– примерные вопросы к зачету и 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.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	способностью использовать на практике знания об основных типах материалов различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований

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.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

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

ПК-1 – Способен использовать на практике знания об основных типах материалов различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ИПК-1.1 Разрабатывает технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	Обучающийся не умеет разрабатывать технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	Обучающийся имеет представления о методах разработки технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	Обучающийся способен применять знания при разработке технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	Обучающийся на высоком уровне способен применять знания при разработке технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов
ИПК-1.2 Выполняет исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства	Обучающийся не умеет выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства	Обучающийся имеет представления о методах исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства	Обучающийся способен применять знания при исследовании и испытаниях материалов, изделий и процессов их производства	Обучающийся на высоком уровне способен применять знания при исследовании и испытаниях материалов, изделий и процессов их производства
ИПК-1.3 Выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов	Обучающийся не умеет выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов	Обучающийся имеет представления о выборе и использовании методы и средства исследования и испытания материалов	Обучающийся способен выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов	Обучающийся на высоком уровне способен выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов

ИПК-1.4 Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов	Обучающийся не умеет обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов	Обучающийся имеет представления о обработке, анализе и представлении результатов исследований в виде отчетов	Обучающийся способен обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов	Обучающийся на высоком уровне способен обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: контрольный опрос

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».

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.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Тепло- и массоперенос в материалах» (указывается что именно – прошли текущий контроль, выполнили лабораторные работы, выступили с докладом и т.д.).

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	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.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Электронный образовательный ресурс:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=5976

а) 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).

б) 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.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

1. Цикл учебно-исследовательских (лабораторных) работ по гидравлике в виде сайта. (Разработчик Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, кафедра ПиАПП).
2. Цикл учебно-исследовательских (лабораторных) работ по основам теплотехники в виде виртуальных стендов. (Разработчик Тверской государственный технический университет).

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе «Электронная библиотека МПУ» http://elib.mgup.ru:

1. 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, свободный.
2. Фролов В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической промышленности». – М.: ХИМИЗДАТ, 2003. Электронный ресурс. Сайт «Техническая литература». Режим доступа: http://booktech.ru/books/processy-i-apparaty/202-lekcii-po-kursu-processy-i-apparaty-himicheskoy-promyshlennosti-2003.html, свободный.
3. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии. – М.: ХИМИЗДАТ, 2009. Электронный ресурс. Сайт «Техническая литература». Режим доступа: http://booktech.ru/books/processy-i-apparaty/201-metody-rascheta-processov-i-apparatov-himicheskoy-tehnologii-2009.html, свободный.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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.

9. Образовательные технологии

Демонстрация на лекционных и лабораторных занятиях видеофрагментов научно-познавательных видеофильмов и содержания телетрансляций по программам телевидения, посвященным клеящим веществам и лакам.

Программное обеспечение

Компьютерные презентации лекционного курса по дисциплине.

http://www.polimag.ru

Для успешного освоения дисциплины и выполнения практических заданий студент использует следующие программные средства:

Microsoft Office для дома и работы 2007: Word 2007, Excel 2007, PowerPoint 2007.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

10.1. Методические рекомендации преподавателю

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

10.2. Методические указания обучающимся

При самостоятельной работе студентам рекомендуется использовать базу данных полиграфических материалов, сеть Интернет, а также отечественные профессиональные журналы: «Полиграфия», «КомпьюАрт», «Известия вузов. Проблемы полиграфии и издательского дела», «Новости полиграфии», «Флексо +» и др.

10.3. Методические указания обучающимся

Получение углубленных знаний по дисциплине 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, а также самостоятельное изучение Интернет-ресурсов по вопросам тепло- и массопереноса в материалах и процессах.

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 практических занятиях, реферат, тестирование. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине является экзамен, 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 «Тепло- и массоперенос 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 п.7 рабочей программы рекомендациями для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине «Тепло- и массоперенос в материалах». Список основной и дополнительной литературы по дисциплине приведен в п.5 настоящей рабочей программы.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Тепло и массоперенос в материалах» проходит в форме зачета. Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Тепло- и массоперенос в материалах» и критерии оценки ответа обучающегося на экзамене для целей оценки достижения заявленных индикаторов сформированности компетенции приведены в составе ФОС по дисциплине в п.8 настоящей рабочей программы.

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

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденным приказом МОН РФ от 02 июня 2020 г. № 701.**

Программу составил:

профессор, д.т.н. /А.В. Дедов /

Программа утверждена на заседании кафедры “Инновационные материалы принтмедиаиндустрии**”** «22» июня 2022 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой
профессор, д.т.н. /А.П. Кондратов/

Структура и содержание дисциплины «Тепло- и массоперенос в материалах»

Направление подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов**»**

№ n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы обучающихся					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
	третий семестр														
	Тема 1. Вводная лекция. Общие положения теории теплопереноса		1	2			6								
	Лабораторная работа 1. «Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала»					4									
	Тема 2. Конвекционный теплоперенос		2	2			6								
	Лабораторная работа 2. «Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции»					4									
	Тема 3. Конвекционные сушилки		3	2			6								
	Лабораторная работа 3. «Определение параметров влажного воздуха»					4									
	Тема 4. Оборудование конвекционной сушки		4	2			6								
	Лабораторная работа 4. «Изучение теплопередачи в теплообменном аппарате»					4									
	Тема 5. Сушка бумаги (итоговая лекция по конвекционной сушки)		5	2			6								
	Лабораторная работа 5. «Изучение массопереноса растворителей в полимерных материалах»					4									
	Тема 6. Общие положения теории массопереноса		6	2			6								

	Лабораторная работа 6. «Изучение набухания офсетных резинотканевых полотен в растворителях»					4									
	Тема 7. Методы определения проницаемости полимерных материалов по газам и жидкостям		7	2			6								
	Лабораторная работа 7. Проницаемость полиэтилена					4									
	Тема 8. Диффузия низкомолекулярных веществ в полимерах (итоговая лекция по вопросам массопереноса)		8	2			6								
	Лабораторная работа 8. Методы определения коэффициента диффузии					4									
	Тема 9. Процессы тепло и массопереноса в технике и природе		9	2			6								
	Лабораторная работа 9. Полимерные пленки для упаковки продуктов					4									
	Всего часов по дисциплине в семестре			18		36	60								
	Форма контроля в семестре													Экз.	
	четвертый семестр														
	Тема 1. Физические свойства жидкости. Гидростатическое давление		1	2											
	Лабораторная работа 1. «Определение гидростатического давления»					4									
	Тема 2. Основные сведения из гидравлики. Гидростатические явления. Закон гидростатики.		2	2											
	Лабораторная работа 2. «Определение плотности несмешивающихся жидкостей в сообщающихся сосудах»					4									
	Тема 3. Виды движения жидкости. Напорный и бинарный поток. Расход и средняя скорость потока		3	2											
	Лабораторная работа 3. «Изучение относительного равновесия жидкости во					4									

	вращающейся емкости»														
	Тема 4. Режим движения жидкости: ламинарный, турбулентный. Критерии Рейнольдса.		4	2											
	Лабораторная работа 4. «Определение силы давления жидкости на плоскую поверхность»					4									
	Тема 5. Силы, действующие на тело в потоке		5	2											
	Лабораторная работа 5. «Изучение режимов движения жидкости»					4									
	Тема 6. Изучение истечения жидкостей из отверстий и насадок		6	2											
	Лабораторная работа 6. «Изучение относительного покоя жидкости в ёмкости, движущейся с ускорением»					4									
	Тема 7. Гидростатика		7	2											
	Лабораторная работа 8. «Изучение падения тел в среде»					4									
	Тема 8. Изучение действия гидравлических машин		8	2											
	Лабораторная работа 9. «Изучение истечения жидкостей из отверстий и насадков»					4									
	Тема 9. Изучение действия гидравлических машин		9	2											
	Лабораторная работа 10. «Изучение эффективности работы гидравлических машин»					4									
	Форма контроля в семестре														зачет
	Всего часов по дисциплине в семестре			18		36	30								

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки:

22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

"Материаловедение и цифровые технологии"

Кафедра: Инновационные материалы принтмедиаиндустрии

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Тепло- и массоперенос в материалах

Составитель:

д.т.н., Дедов А.В.

Москва, 2022 г.

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МАТЕРИАЛАХ						
ФГОС ВО **22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»**						
В процессе освоения данной 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 использовать на практике знания об основных типах материалов различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, обрабатывать, анализировать и представлять	ПК-1.1	Разрабатывает технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, Э	**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.
		ИПК-1.2	Выполняет исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, Э	**Базовый уровень:** умеет выбирать методы научного исследования. **Повышенный уровень:** Умеет выбирать методы научного исследования с высокой самостоятельностью.

	результаты исследований	ИПК-1.3	Выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, Э	**Базовый уровень:** владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных задач. **Повышенный уровень:** владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных задач на высоком научно-методическом уровне.
		ИПК-1.4	Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, Э	**Базовый уровень:** обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов или научных публикаций. **Повышенный уровень:** обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов или научных публикаций на высоком научно-методическом уровне.

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине
«ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МАТЕРИАЛАХ»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практическое занятие (ПЗ)	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 раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
5	Экзамен (Э)	Форма промежуточной аттестации обучающегося, определяемая учебным планом подготовки по направлению	Комплект билетов
6	Зачет (З)	Форма промежуточной аттестации обучающегося, определяемая учебным планом подготовки по направлению	Комплект вопросов

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине
«Тепло- и массоперенос в материалах»

№ п/п	**Контролируемые разделы дисциплины**	**Код контролируемой компетенции**	**Наименование оценочного средства**
1	Вводная лекция. Общие положения теории теплопере-	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З,Э

	носа		
2	Конвекционный теплоперенос	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
3	Конвекционные сушилки	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
4	Оборудование конвекционной сушки	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
5	Сушка бумаги (итоговая лекция по вопросам конвекционной сушки)	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
6	Общие положения теории массопереноса	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
7	Методы определения проницаемости полимерных материалов по газам и жидкостям	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
8	Диффузия низкомолекулярных веществ в полимерах (итоговая лекция по вопросам массопереноса)	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
9	Процессы тепло и массопереноса в технике и природе	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
10	Физические свойства жидкости. Гидростатическое давление.	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
11	Основные сведения из гидравлики. Гидростатические явления. Закон гидростатики.	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
12	Виды движения жидкости. Напорный и бинарный поток. Расход и средняя скорость потока	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
13	Режим движения жидкости: ламинарный, турбулентный. Критерии Рейнольдса.	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З,Э
14	Силы, действующие на тело в потоке	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
15	Изучение истечения жидкостей из отверстий и насадок	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
16	Гидростатика.	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
17	Изучение действия гидравлических машин	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э
18	Изучение действия гидравлических машин	ПК-1	ПЗ, Т, К/Р, Р, З, Э

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)**
Способен использовать на практике знания об основных типах материалов различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	**ПК-1**	**Промежуточный контроль:** Зачет Экзамен **Текущий контроль**: выполненное индивидуальное задание на практическом занятии; контрольная работа.	Все разделы

2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

2.1 Критерии выставления экзамена по дисциплине

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Тепло и массоперенос в материалах» (указывается что именно – прошли текущий контроль, выполнили лабораторные работы, выступили с докладом и т.д.).

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	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.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

представлены в **Приложении 1.**

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

2.2 Критерии выставления зачета по дисциплине
(формирование компетенций **ПК-1**)

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.

2.3. Критерии оценки выполнения обучающимся индивидуального задания на лабораторных работах
(формирование компетенций **ПК-1**)

– 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.

2.4. Критерии оценки выполнения контрольной работы
(формирование компетенций **ПК-1**)

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.

2.5 Критерии оценки бланкового тестирования (формирование компетенции ПК-1)

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.

2.6. Правила проведения тестовых работ по дисциплине «Тепло и массоперенос 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.

2.7. Критерии оценки реферата (формирование компетенций ПК-1)

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 профессиональной деятельности	40	зачтено
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

2.8. Итоговое соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированности компетенций ПК-1 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
Неудовлетвори-тельный	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
(компетенции **ПК-1**)

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-1.1, ИПК-1.2, ИПК- 1.3 и ИПК-1.4)

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 ΔM 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?

Вопросы к экзамену

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.

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 «Тепло и массоперенос 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.

Вопросы тестовых заданий для проведения текущего контроля (компетенции **ПК-1**)

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 экзаменационных билетов.

Примерные вопросы контрольной работы № 1:

Раздел 1. Гидромеханические процессы переноса количества движения в материалах и процессах, основы гидравлики

1. Предмет гидравлики.
2. Жидкостью в гидравлике называют _____ .
3. Классификация жидкостей в гидравлике.
4. Отличие капельных жидкостей от упругих заключается в _____ .
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. Приборы для измерения избыточного давления и вакуума: пьезометры, манометры, вакуумметры.
10. Размерность давления в системе СИ.
11. Размерность давления в системе МКГСС.
12. Гидростатическое давление, его свойства, размерность.
13. Гидростатическое давление действует внутри жидкости в направлении _____ и с какой силой равной _____ .
14. Основное уравнение гидростатики.
15. Закон Паскаля. Гидравлический пресс и принцип его работы.
16. Гидростатический парадокс.
17. Закон Архимеда. Условие плавучести тел. Запас плавучести. Остойчивость судна.
18. Гидравлический радиус, гидравлический диаметр.

19. 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. Уравнение Пуазейля.
20. Турбулентный режим течения жидкостей. Критерий Рейнольдса.
21. Уравнение Бернулли для идеальных и реальных жидкостей. Следствия из закона и применение закона Бернулли. Трубка Пито и труба Вентурри.
22. Неньютоновские жидкости. Зависимость вязкости от градиента скорости для псевдопластических, дилатантных и бенгамовских жидкостей.

Пример тестового задания контрольной работы № 1

Вакуумом называют:

Номер вопроса	Варианты ответа
1	Отрицательную разность между абсолютным давлением в емкости и атмосферным давлением
2	Сумму абсолютного давления в емкости и атмосферного давления
3	Превышение абсолютного давления в емкости над атмосферным
4	Остаточное давление в вакуумированной емкости
5	Атмосферное давление в вакуумированной емкости

Полный комплект тестовых заданий контрольной работы № 1 хранится на кафедре инновациионных материалов принтмедиаиндустрии.

Примерные вопросы контрольной работы № 2:

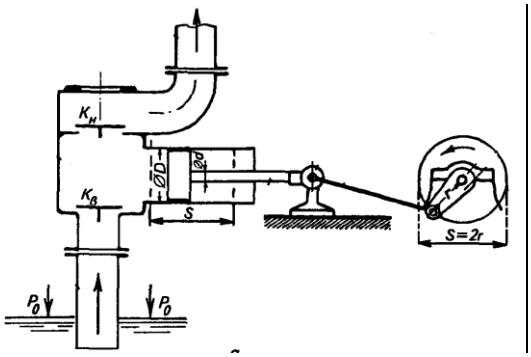
Раздел 1. Гидромеханические процессы переноса количества движения в материалах и процессах, основы гидравлики

1. Открытые и закрытые русла. Русла с напорным и безнапорным движением.
2. Удельная энергия сечения. Критическая глубина как глубина воды в русле при минимуме удельной энергии сечения. Критический уклон. Бурные и спокойные потоки в зависимости от соотношения глубины воды в русле и критической глубины, от уклона русла.
3. Наивыгоднейшее русло, обеспечивающее максимальный расход. Соотношение между шириной канала по уровню воды и глубиной наполнения канала при гидравлически наивыгоднейшем сечении прямолинейного канала.
4. Допустимые скорости движения воды в открытых руслах. Неразмывающие и незаиляющие скорости потока.
5. Гидравлическая шероховатость труб. Гидравлически гладкие и гидравлически шероховатые трубы. Пристеночный ламинарный слой. Условие превращения гидравлически гладкой трубы в гидравлически шероховатую. Эффект Томса.
6. Местные гидравлические сопротивления. Внезапное расширение и сужение русла. Постепенное расширение и сужение русла. Внезапный и постепенный поворот трубы. Разновидности потерь напора в местных гидравлических сопротивлениях.
7. Истечение жидкостей из отверстий. Истечение из отверстия при совершенном сжатии струи. Формула Торричелли. Инверсия струи при истечении в атмосферу. Истечение из отверстия при несовершенном сжатии струи. Истечение под уровень. Истечение из отверстия при переменном напоре (опорожнение сосудов). Время полного опорожнения призматического сосуда и временя истечения того же объема жидкости при постоянном напоре, равном первоначальному.
8. Истечение жидкостей из насадок. Безотрывный режим истечения из насадок и режим истечения с отрывом. Условие перехода от одного режима истечения к другому. Режим истечения сквозь цилиндрический насадок под уровень при напоре, превышающем критический напор.

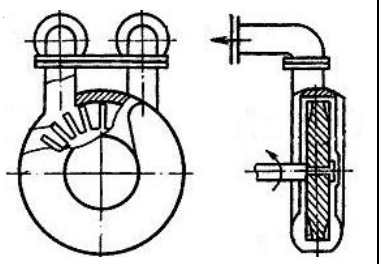
9. Давление струи жидкости на ограждающие поверхности. Изменение структуры струи по мере её удаления от выхода из насадки.
10. Насосы как гидравлические машины, предназначенные для выкачивания или накачивания газов и жидкостей. Основные технические показатели насосов. Классификация насосов.
11. Объёмные насосы: поршневые, роторные (шестерённые, пластинчатые, винтовые). Динамические насосы: лопастные (центробежные, осевые), насосы трения. Особенности устройства.
12. Вентиляторы как гидравлические центробежные машины для нагнетания или отсасывания воздуха или газов при небольшом давлении. Классификация вентиляторов: осевые, центробежные (радиальные), диагональные, диаметральные, канальные. Особенности устройства.

Пример тестового задания контрольной работы № 2

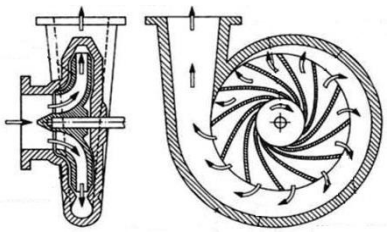
Укажите соответствие между видом насоса и его схемой:



1



2



3

Вид насоса	Поршневой	Центробежный	Вихревой
Номер схемы			

Полный комплект тестовых заданий контрольной работы № 2 хранится на кафедре инновационных материалов принтмедиаиндустрии.

Примерные вопросы для контрольной работы № 3:

Раздел 1. Теплоперенос в материалах и процессах, основы теплотехники

1. Определение понятия «теплообмен». Виды теплообмена. Что такое «тепломассообмен».
2. Определение понятия «теплопроводность». Теплопроводность металлов, газов, диэлектриков и жидкостей.
3. Конвективный теплообмен. Естественная и вынужденная конвекция. Определение понятия «теплоотдачи».
4. Теплообмен излучением (радиационный теплообмен).
5. Тепловой поток. Закон Фурье для теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент температуропроводности.
6. Теплопередача сквозь плоскую и многослойную стенку. Плотность теплового потока и распределение температуры при теплопередаче между теплоносителями. Закон Ньютона-Рихмана. Термические сопротивления теплопередачи.
7. Определение понятия «коэффициент теплопередачи». Коэффициент теплопередачи для однослойной и многослойной плоских стенок.
8. Определение понятия «излучение (или лучеиспускание)». Виды излучения.
9. Перенос лучистой энергии, поглощение, отражение. Процессы лучистого теплообмена. Лучистый поток. Поверхностная плотность потока. Интенсивность потока излучения.
10. Закон сохранения энергии для падающего потока.

11. Абсолютно прозрачное тело, абсолютно белое тело, абсолютно черное тело. Серое тело. Степень черноты. Физический смысл степени черноты.
12. Законы Планка, Рэлея, Вина, Стефана-Больцмана, Ламберта, Кирхгофа.
13. Основы теплообмена в движущейся среде. Плотность теплового потока в движущейся среде
14. Конвективная передача тепла и режимы движения жидкости.
15. Основные теплоносители: насыщенный водяной пар, чистая вода, топочные газы, минеральные масла, высокотемпературные органические теплоносители, кремнийорганические термостойкие жидкости, расплавы металлов.
16. Классификация теплообменных аппаратов. Теплообменные аппараты с трубчатой поверхностью нагрева. Кожухотрубные теплообменные аппараты. Змеевиковые аппараты. Пластинчатые теплообменники. Спиральные теплообменные аппараты. Калориферы.

Пример тестового задания контрольной работы № 3

Укажите последовательность процессов теплопереноса при теплопередаче от одного теплоносителя другому:

Номер вопроса	Варианты ответа
1	Теплоотдача, теплопроводность, теплоотдача
2	Теплоотдача, конвекция, теплоотдача
3	Теплопроводность, теплоотдача, теплопроводность
4	Конвекция, теплопроводность, конвекция
5	Свободная конвекция, теплопроводность, принудительная конвекция

Полный комплект тестовых заданий контрольной работы № 3 хранится на кафедре инновационных материалов принтмедиаиндустрии.

Примерные вопросы для контрольной работы № 4:

Раздел 2. Массоперенос в материалах и процессах

1. Движущая сила массообмена. Типы массообмена.
2. Адсорбция, абсорбция и десорбция.
3. Перегонка и ректификация, экстракция (жидкостная).
4. Ионный обмен, растворение и экстрагирование из твердых тел. Мембранные процессы.
5. Параметры влажного воздуха. Влажность и влагосодержание. Сушка, скорость сушки.
6. Массопередача и массоотдача. Молекулярный массоперенос (молекулярная диффузия) и конвективный массоперенос (турбулентная диффузия)
7. Основное уравнение массопередачи. Физический смысл коэффициента массопередачи. Классификация массообменных процессов по состоянию границы контакта фаз.
8. Первый закон Фика для молекулярной диффузии. Коэффициенты молекулярной диффузии газов и жидкостей.
9. Массоперенос в твердой фазе. Виды структур пористых тел и их влияние на диффузионную проводимость. Виды и классификация пор. Характеристики пористости твердых тел. Элементарные процессы массопереноса в пористых телах.
10. Перемещение жидкости под действием капиллярных сил.
11. Процесс растворения, его разновидности и особенности. Основной закон кинетики растворения.
12. Диффузия в полимерах. Стационарная и нестационарная диффузия в полимерах. Первый и второй закон Фика. Коэффициент диффузионной проницаемости в полимерах.
13. Набухание полимеров. Виды и особенности набухания полимеров. Скорость набухания в дифференциальной и интегральной форме. Степень набухания полимеров.

Пример тестового задания контрольной работы № 4

Укажите параметры массопереноса, определяемые с помощью сорбционных кривых (кинетики сорбции):

Номер вопроса	1	2	3	4	5
Варианты ответов	Коэффициент фильтрации	Коэффициент диффузии	Коэффициент сорбции	Коэффициент набухания	Коэффициент проницаемости

Полный комплект тестовых заданий контрольной работы № 4 хранится на кафедре инновационных материалов принтмедиаиндустрии.

Вопросы к зачету

1. Различие свойства идеальной и реальной жидкости.
2. Экспериментальное определение абсолютного давления, избыточного давления, вакуума, гидростатического давления.
3. Применение основного уравнения гидростатики для определения давления на дно и стенки ёмкости.
4. Применение закона Паскаля в гидравлических прессах и подъемниках.
5. Объяснение гидростатического парадокса.
6. Применение закона Архимеда для оценки плавучести тел, запаса плавучести и остойчивости судна.
7. Определение параметров ламинарного режима течения жидкостей.
8. Определение параметров турбулентного режим течения жидкостей.
9. Применение уравнения Бернулли для идеальных и реальных жидкостей, в технических устройствах.
10. Определение факторов, влияющих на параметры гидравлического пристеночного слоя.
11. Различие в параметрах гидравлически гладких и гидравлически шероховатых труб.
12. Определение параметров Неньютоновских жидкостей. Анализ зависимости вязкости от градиента скорости для псевдопластических, дилатантных и бенгамовских жидкостей.
13. Определение коэффициента теплопроводности материала. Параметры, необходимые для определения коэффициента теплопроводности.
14. Определение термического сопротивления однослойной и многослойной стенки. Средний коэффициент теплопроводности многослойной стенки.
15. Выбор теплоизоляционного материала для зимних и летних условий его применения по зависимостям коэффициента теплопроводности от температуры.
16. Определение термического сопротивления теплопередаче и факторов, влияющих на его значение.
17. Выбор теплоносителя для нагревающих и охлаждающих аппаратов.
18. Применение способов повышения интенсивности теплопередачи.
19. Определение длины волны, соответствующей максимальной энергии излучения.
20. Определение степени черноты серого тела.
21. Определение полной испускательной способности (энергетической светимости) абсолютно черного тела и серого тела.
22. Определение коэффициента диффузии по кривой набухания сшитого эластомера.
23. Определение коэффициента диффузии по выходной кривой проницаемости полимерного материала.
24. Определение параметров влажного воздуха: абсолютной и относительной влажности, влагосодержания, точки росы.

25. Методика определения свойств реальной жидкости.
26. Экспериментальное определение абсолютного давления, избыточного давления, вакуума, гидростатического давления.
27. Применение основного уравнения гидростатики для определения давления на дно и стенки ёмкости.
28. Применение закона Паскаля в гидравлических прессах и подъемниках.
29. Применение закона Архимеда для оценки плавучести тел, запаса плавучести и остойчивости судна.
30. Определение параметров ламинарного режима течения жидкостей.
31. Определение параметров турбулентного режим течения жидкостей.
32. Применение уравнения Бернулли для идеальных и реальных жидкостей, в технических устройствах.
33. Определение факторов, влияющих на параметры гидравлического пристеночного слоя.
34. Методика определения параметров гидравлически гладких и гидравлически шероховатых труб.
35. Определение параметров Неньютоновских жидкостей. Анализ зависимости вязкости от градиента скорости для псевдопластических, дилатантных и бенгамовских жидкостей.

Билеты

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

Полиграфический институт
Кафедра инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина «ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МАТЕРИАЛАХ»
Направление подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Курс 2, группа , форма обучения очная

БИЛЕТ № 1

1. Основные законы гидродинамики.
2. Определение коэффициента диффузии по выходной кривой проницаемости полимерного материала.
3. Диффузия в полимерных материалах.

Утверждено на заседании кафедры «___» _____ 20 г., протокол № __.
Зав. кафедрой _____ / Кондратов А.П./

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

Полиграфический институт
Кафедра инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина «ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МАТЕРИАЛАХ»
Направление подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Курс 2, группа , форма обучения очная

БИЛЕТ № 2

1. Выбор теплоносителя для нагревающих и охлаждающих аппаратов..
2. Закон Бернули и его применение в гидродинамики.
3. Режимы течения жидкостей.