Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 13.10.2023 14:33:10
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

_____ **/Е. В. Сафонов /**

“ 13 ” сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ В ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ

Направление подготовки
15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки
Машины и технологии обработки материалов давлением

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022

Программа дисциплины **«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ»** составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **15.03.01 «Машиностроение»**, профиль подготовки **«Машины и технологии обработки материалов давлением»**

Программу составил:

к.т.н., доц. _____ /Е.В.Крутина/

Программа дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» по профилю подготовки «Машины и технологии обработки материалов давлением» утверждена на заседании кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

«23» июня 2022; протокол № 11

Заведующий кафедрой _____ /П. А. Петров/

Программа согласована с руководителем образовательной программы

Доц., к.т.н._____ /Е.В. Крутина/
«30» июня 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ / А.Н. Васильев /

«13» 09 2022; протокол № 14-22

Присвоен регистрационный номер:	**15.03.01.01/03.2022. 29**

1. Цель освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» следует отнести:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению;
- формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению;
- изучение физико-химических и химических процессов, происходящих в металле при нагреве, изучение современных технологий нагрева металла под обработку давлением, знакомство с конструкциями печей и описанием их работы, принятой терминологией, методикой расчета.

К **основным задачам** освоения дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» следует отнести:

- овладение теоретическими и практическими навыками выбора методики нагрева заготовок под обработку материалов давлением
- расширение научного кругозора дает тот минимум фундаментальных знаний на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно выбрать ту методику нагрева, которая необходима в определенном процессе производства детали.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» относится к Дисциплинам по выбору и входит в образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Машины и технологии обработки материалов давлением» очно-заочной формы обучения.

Дисциплина «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

В базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

– Высшая математика;
– Физика в производственных и технологических процессах;
– Материаловедение;
– Ресурсосберегающие технологии в обработке давлением;

В вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

– Основы проектирования и организации участков заготовительных производств;
– Теория и технология горячей объемной штамповки;

В элективной части дисциплин по выбору Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

– Теория и технология прокатки.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» 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	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;	ИОПК-1.1. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач ИОПК-1.2. Демонстрирует навыки использования знаний физики и математики для решения задач теоретического

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. 108 академических часа. Из них 54 часов аудиторных занятий: 36 лекций и 18 практических занятий, 54 – самостоятельная работа студентов.

Разделы дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» изучаются на курсе, форма контроля - экзамен.

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине учебным планом не предусмотрено.

Структура и содержание дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» по срокам и видам работы отражены в Приложении А.

4.1. Тематическое содержание дисциплины

Нагрев и охлаждение металла. Основные параметры, характеризующие процесс нагрева. Температура нагрева. Температурный интервал пластического деформирования. Явления, происходящие в металле при нагреве. Тепловые и структурные напряжения. Окисление и обезуглероживание. Расчёт продолжительности нагрева. Охлаждение металла. Особенности нагрева цветных металлов.

Электронагрев металла и нагревательные устройства. Индукционный нагрев. Физическая сущность индукционного нагрева. Теплопередача при индукционном нагреве. Коэффициент полезного действия: электрический, термический, полный. Выбор частоты тока и определение продолжительности нагрева.

Нагревательный индуктор. Виды индукторов. Определение размеров индуктора. Нагрев металла на промышленной частоте, двухчастотный и изотермический нагрев. Индукционные установки для малоокислительного и безокислительного нагрева. Пламенно-индукционный нагрев

Контактный нагрев. Сущность нагрева. Коэффициент полезного действия установки. Устройство и основные виды установок. Контакты, контактное давление и распределение температуры по длине заготовки. Определение времени нагрева. Область применения, преимущества и недостатки контактного нагрева.

Нагрев в печах сопротивления. Нагревательные элементы и их расчёт. Применение электропечей сопротивления для нагрева цветных металлов. Управление электрическими нагревательными печами и устройствами. Контроль температуры. Техника безопасности при обслуживании.

Пламенный нагрев. Топливо и его сжигание. Сущность процесса горения. Устройство горелочных блоков. Контроль процесса горения.

Основы теплопередачи в печах. Основное уравнение кинетической теории газов. Гипотеза Больцмана о распределении средней энергии по степеням свободы. Уравнение состояние идеального газа. Явление Ван-дер-Ваальса. Термодинамическое равновесие по Максвеллу.

Работа в макросистеме. Камера Вильсона. Траектория заряженных частиц. Строение кристаллов. Симметрия кристаллов. Физические типы. Кристаллизация металлов. Фазовые превращения.

Передача теплоты теплопроводностью при стационарном и нестационарном состояниях, через однослойную и многослойную стенку. Коэффициент теплопроводности. Передача теплоты конвекцией. Формула Ньютона. Лучистый теплообмен. Закон Стефана-Больцмана и Кирхгофа. Теплопередача в рабочем пространстве нагревательной печи. Определение количества теплоты передаваемой от газов на металл с учётом косвенной теплопередачи кладки. Передача теплоты от дымовых газов к атмосфере цеха

через плоскую многослойную стенку. Потери теплоты излучением через открытые окна. Защита от теплового излучения.

Тепловой баланс пламенной печи. Конструкция пламенных печей. Материалы для строительства печей. Элементы конструкции печей: кладка стен и свода, каркас, под. Механизация посадки, перемещения и выгрузка заготовок.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- Изложение лекционного материала сопровождается презентациями, включающими использование текстов, фотоснимков, рисунков, схем, моделей, виртуальных экспериментов с помощью компьютерной и проекторной техники и иллюстрируется наглядными пособиями;
- Проверка результатов внеаудиторной работы студентов осуществляется с помощью проведения защиты и индивидуального обсуждения выполненных практических заданий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

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

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

– обсуждение и защита рефератов по дисциплине;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– экзамен по материалам пятого семестра.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме компьютерного тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

6.1. Форма итогового контроля знаний

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
ОПК-1	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

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.

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;				
ИОПК-1.1. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы математического анализа и моделирования при решении задач нагрева для последующей	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы математического анализа и моделирования при решении задач нагрева для последующей технологической обработки металла.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы математического анализа и моделирования при решении задач нагрева для последующей технологической обработки металла.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы математического анализа и моделирования при решении задач нагрева для последующей

	технологической обработки металла.			технологической обработки металла. , свободно оперирует приобретенными знаниями.
ИОПК-1.2. Демонстрирует навыки использования знаний физики и математики для решения задач теоретического	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать навыки расчета нагрева заготовок перед обработкой металла давлением	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обеспечивать нагрев заготовок перед штамповкой. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: обеспечивать нагрев заготовок перед штамповкой. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: проводить оценку обеспечивать нагрев заготовок перед штамповкой Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. Фонд оценочных средств По итогам промежуточной аттестации выставляется оценка – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Шкала и критерии оценивания приведены ниже.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент 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 рабочей программой дисциплины. Студент 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 рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении Б к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Петров П.А., Крутина Е.В., Калпин Ю.Г. Нагрев и нагревательные устройства кузнечного производства. Учебное пособие. М: МАМИ, 2010.
2. Иродов Е.И. Квантовая физика. Основные законы. Учебное пособие, 2001, - 272 с.

б) дополнительная литература.

1 Степанов Б.А., Айрапетян А.С., Лавриненко В.Ю. Электронагрев заготовок под штамповку. Учебное пособие. М.: МГИУ, 2008, 140 с

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Операционная система, Windows 7 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984214, 61984216,61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215

Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984042 Антивирусное ПО, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Лицензии № 1752161117060156960164

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе:

- «Библиотека. Электронные ресурсы»
http://lib.mospolytech.ru/lib/content/elektronnyy-katalog
- «Библиотека. Электронно-библиотечные системы»
http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs
- ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки» (http://e.lanbook.com);
- БД полных текстов национальных стандартов (ГОСТ, СНиП, РД, РДС и др.) «Техэксперт» (http://www.kodeks.ru);
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru);
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн (www.biblioclub.ru);
- ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com);
- ЭБС «ЮРАЙТ» (www.biblio-online.ru);
- Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus» (http://www/scopus.com);
- База данных «Knovel» (http://www.knovel.com)
- https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=6350

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированные аудитории кафедры «ОМДиАТ» (ав2509, ав2508) оснащены компьютерным и проекционным оборудованием, современным специализированным программным обеспечением. Лаборатории кафедры «ОМДиАТ» (А-ОМД, ав2102) оснащены штамповочным, заготовительным и испытательным оборудованием, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, стендами и наглядными пособиями, электрической печью СНО-3435/1341 Данные о программном обеспечении, лабораторном оборудовании представлены в справке МТО.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов

теплопередачи в печах и методов нагрева материалов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- использование материала собранного в ходе самостоятельной работы для эффективной подготовке к экзамену.

Задачи внеаудиторной работы студента:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным заданиям;
- подготовка к практическим работам;
- подготовка к сдаче экзамена.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов, решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях

и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам.

Экзамен по дисциплине проводится в письменной форме с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в экзаменационных билетах.

При проведении занятий по дисциплине применяется система СДО - lms.mospolytech.ru. На платформе СДО по дисциплине могут быть размещены учебные, методические и иные материалы способствующие освоению дисциплины студентом.

При проведении занятий также могут быть реализованы такие формы как вебинары (на платформе ZOOM, Webinar, Webex), онлайн тестирование, промежуточная аттестация с применением электронных средств.

Приложения

А. Структура и содержание дисциплины

Б. Фонд оценочных средств

Приложение А

Структура и содержание дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ»
по направлению 15.03.01 «Машиностроение»
и профилю подготовки **«Машины и технологии обработки материалов давлением»**

№ № п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Конт. р.	Э	З
1	Нагрев и охлаждение металла. Основные параметры, характеризующие процесс нагрева. Температура нагрева. Температурный интервал пластического деформирования. Явления, происходящие в металле при нагреве. Тепловые и структурные напряжения. Окисление и обезуглероживание. Расчёт продолжительности нагрева. Охлаждение металла. Особенности нагрева цветных металлов.	5	4	2		4							
2	Электронагрев металла и нагревательные устройства. Индукционный нагрев. Физическая сущность индукционного нагрева. Поверхностный эффект и глубина проникновения переменного тока в проводник. Теплопередача при индукционном нагреве. Коэффициент полезного действия: электрический, термический, полный. Выбор частоты тока и определение продолжительности нагрева.	5	4	2		4							
3	Нагревательный индуктор. Виды индукторов.	5	4	2		4							

	Определение размеров индуктора. Источники питания средней частоты: машинные и тиристорные преобразователи.												
4	Нагрев металла на промышленной частоте, двухчастотный и изотермический нагрев. Индукционные установки для малоокислительного и безокислительного нагрева. Пламенно-индукционный нагрев.	**5**	**4**	**2**		**4**							
5	Контактный нагрев. Сущность нагрева. Коэффициент полезного действия установки. Устройство и основные виды установок. Контакты, контактное давление и распределение температуры по длине заготовки. Определение времени нагрева. Область применения, преимущества и недостатки контактного нагрева.	**5**	**4**	**2**		**4**							
6	Нагрев в печах сопротивления. Нагревательные элементы и их расчёт. Применение электропечей сопротивления для нагрева цветных металлов. Управление электрическими нагревательными печами и устройствами. Контроль температуры. Техника безопасности при обслуживании.	**5**	**4**	**2**		**4**							
7	Пламенный нагрев. Топливо и его сжигание. Сущность процесса горения. Сжигание газообразного топлива. Устройство и горелочных блоков. Контроль процесса горения.	**5**	**4**	**2**		**4**							

8	Основы теплопередачи в печах. Передача теплоты теплопроводностью при стационарном и нестационарном состояниях, через однослойную и многослойную стенку. Коэффициент теплопроводности. Передача теплоты конвекцией. Формула Ньютона.Лучистый теплообмен. Закон Стефана-Больцмана и Кирхгофа.Теплопередача в рабочем пространстве нагревательной печи. Определение количества теплоты передаваемой от газов на металл с учётом косвенной теплопередачи кладки. Передача теплоты от дымовых газов к атмосфере цеха через плоскую многослойную стенку. Потери теплоты излучением через открытые окна. Защита от теплового излучения.	**5**	**4**	**2**		**4**							
9	Тепловой баланс пламенной печи. Конструкция пламенных печей. Материалы для строительства печей. Элементы конструкции печей: кладка стен и свода, каркас, под.Работа камерных, двухкамерных, методических и полуметодических печей. Механизированные печи: конвейерные, карусельные, с выкатным подом и др. Механизация посадки, перемещения и выгрузка заготовок.	**5**	**4**	**2**		**4**							
	Итого		**36**	**18**		**36**						+	

Приложение Б к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОП (профиль): «Машины и технологии обработки материалов давлением»

Форма обучения: Очная

Вид профессиональной деятельности:

производственно-технологическая,

проектно-конструкторская

Кафедра: Обработка материалов давлением и аддитивные технологии

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ

Состав: 1. Показатель уровня сформированности компетенции
2. Перечень оценочных средств:
вариант экзаменационного билета
контрольные вопросы
образцы вопросов из фонда тестовых заданий

Составитель:

Доцент, к.т.н. Крутина Е.В.

Москва, 2022

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ					
ФГОС ВО **15.03.01 «Машиностроение»**					
В процессе освоения дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ» студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач ИОПК-1.2. Демонстрирует навыки использования знаний физики и математики для решения задач теоретического	лекция, самостоятельная работа	З Т, Р	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные решения по методикам нагрева **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения практических заданий, готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении

Перечень оценочных средств по дисциплине
«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (Э-экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект экзаменационных билетов
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
3	Реферат (Р)	Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде реферата или презентации.	Темы рефератов

Вариант экзаменационного билета

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

Факультет Машиностроения, кафедра «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»
Дисциплина «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ»
Образовательная программа «Машины и технологии обработки материалов давлением»
Курс 3, семестр 5.

Экзаменационный БИЛЕТ №

1. Физико-химические процессы, происходящие в металле при нагреве
2. Виды нагревателей в электрических печах сопротивления

Утверждено на заседании кафедры «ОМДиАТ» __.__.20__ г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ /П.А. Петров

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Расчет электрических печей сопротивления
2. Процесс спекания порошков
3. Применение компьютерных программ при расчете параметров нагрева
4. Моделирование процесса нагрева
5. Нагрев трением
6. Нагрев взрывом
7. Теплота сгорания топлива.
8. Особенности нагрева легированных сталей.
9. Энергия Ферми.
10. Работа и теплота в макросистеме
11. Явление на границах между средами. Понятие краевой угол
12. Общее уравнение переноса в молекулярно-кинетической теории
13. Понятие самодиффузии

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Обслуживание печей, ремонт.
2. Футеровка печей газовых, электрических.
3. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в цехах горячей штамповки
4. Перечень мероприятий по уменьшению травматизма.
5. Методы контроля по соблюдению мероприятий по профилактике производственных мероприятий.

Контрольные вопросы промежуточной аттестации по дисциплине «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВЕ»

1. В следствии чего возникают напряжения в поверхностном слое при пламенном нагреве.
2. Температурный интервал ковки и штамповки.
3. Явления, происходящие в металле при нагреве.
4. Охлаждение поковок.
5. Расчет продолжительности нагрева заготовок.
6. Классификация способов нагрева.
7. Физические основы индукционного нагрева.
8. Устройство индукционной установки.
9. Виды индукторов.
10. Режимы нагрева.
11. Электроконтактный нагрев.
12. КПД установки электроконтактного нагрева.
13. Нагрев металла в электрических печах сопротивления.
14. Материал и форма нагревательных элементов печей сопротивления.
15. Нагрев заготовок в соляных ваннах.
16. Нагрев заготовок в электролите.
17. Топливо для пламенных печей. Теплота сгорания топлива.
18. Сущность процесса горения.
19. Устройство для сжигания газа.

20. Отвод дымовых газов. Рекуператоры и регенераторы. Рекуператоры и регенераторы.
21. Устройство газовой камерной печи.
22. Устройство газовой методической печи.
23. Теплопередача в печах.
24. Конвекция.
25. Излучение.
26. Теплопроводность.
27. Тепловой баланс пламенной печи.
28. Футеровка печей.
29. Обслуживание и ремонт печей.
30. Основное уравнение кинетической теории газов.
31. Гипотеза Больцмана о распределении средней энергии по степеням свободы.
32. Уравнение состояния идеального газа. Явления на границах Ван-дер-Ваальса
33. Термодинамическое равновесие по Максвеллу
34. Закон Больцмана
35. Переход из неравновесного состояния в равновесное. Формула Больцмана.
36. Термодинамический потенциал. Внутренняя энергии
37. Термодинамический потенциал. Внешняя энергия (свободная).
38. Свободные электроны металле
39. Теплоемкость твердых тел
40. Колебательная энергия кристаллической решетки
41. Изотермы Ван-дер-Ваальса
42. Метастабильные состояния вещества
43. Фазовые переходы. Метастабильные состояния
44. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса
45. Диаграмма состояний в трех областях
46. Первый закон термодинамики
47. Второй закон термодинамики
48. Работа в макросистеме. Изохарический и изобарический процесс.
49. Изотермический и адиобатический процессы.
50. Камера Вильсона. Траектория заряженных частиц
51. Строение кристаллов. Симметрия
52. Кристаллизация металлов. Фазовые превращения
53. Внутреннее трение молекул с точки зрения механики
54. Внутреннее трение (вязкость) с точки зрения молекулярно-кинетической теории
55. Коэффициент переноса, его анализ.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

1. При пламенном нагреве заготовок под штамповку в поверхностных слоях возникают напряжения сжатия в результате:
   а) окисления поверхности;
   б) обезуглероживания поверхности;
   в) неоднородного температурного поля;
   г) неодновременных фазовых превращений;
   д) собирательный рекристаллизации.
2. При пламенном нагреве заготовок под штамповку в поверхностных слоях возникают напряжения растяжения в результате:
   а) окисления поверхности;
   б) обезуглероживания поверхности;

в) неоднородного температурного поля;
г) неодновременных фазовых превращений;
д) собирательный рекристаллизации.

3. Температурный интервал ковки и штамповки зависит от:
а) диаметр заготовка;
б) способа укладки заготовок на под печи;
в) скорости нагрева;
г) обезуглероживания поверхности заготовок;
д) Марки материала заготовки.

4. Перегревом называется:
а) усиленное окалинообразование;
б) обезуглероживание поверхности;
в) рост зерен материала в результате собирательной рекристаллизации;
г) окисление и оплавление границ зерен;
д) образование внутренних трещин в заготовках.

5. Пережогом называется:
а) усиленное окалинообразование;
б) обезуглероживание поверхности;
в) рост зерен материала в результате собирательной рекристаллизации;
г) окисление и оплавление границ зерен;
д) образование внутренних трещин в заготовках.

6. Методическим нагревом называется:
а) медленный нагрев заготовок до температуры начала штамповки;
б) медленный нагрев до температуры Ac1, выдержка, быстрый нагрев до температуры штамповки;
в) быстрый нагрев до температуры Ac1, выдержка, медленный нагрев до температуры штамповки;
г) быстрый нагрев до температуры штамповки;
д) скоростной нагрев.

7. Температурным напором называется:
а) разность между температурой рабочего пространства печи и температурой нагреваемой заготовки;
б) разность между температурой отходящих газов и температурой подводимого к горелке воздуха;
в) давление продуктов сгорания на кладку печи;
г) разность между температурой поверхности и сердцевины заготовки;
д) напряжение возникающее в заготовке в результате неравномерного нагрева.

8. Двухкамерные печи применяют с целью:
а) осуществления методического нагрева;
б) нагрева заготовок разного сечения;
в) нагрева заготовок разной длины;
г) повышения производительности печи;
д) уменьшения угара металла.

9. Побелка плазменных печей осуществляется с целью:
а) улучшения условий труда;
б) уменьшения потерь теплоты кладки излучением в окружающее пространство;
в) увеличения жаростойкости кладки;
г) лучшего скрепления кирпичей теплоизоляции;
д) соблюдения традиций.

10. Рециркуляция газов в печах осуществляется с целью:
а) выравнивания температуры в рабочем пространстве печи;

б) уменьшения окалинообразования;
в) повышения кпд печи;
г) уменьшения расхода топлива;
д) снижения потерь теплоты с отходящими газами.

11. Состав природного газа:
а) 70 % - пропана, бутан – остальное;
б) 95 % - метана, примеси – остальное;
в) 40 % - угарный газ, 40 % - азот, 20 % - углекислый газ;
г) 40 % - угарный газ, 40 % - метан, 20 % - углекислый газ;
д) 15 % - водород, 85 % - метан.

12. Для сжигания газа используют устройства;
а) топки;
б) форсунки;
в) рекуператоры;
г) регенераторы;
д) горелки.

13. Наилучший коэффициент избытка воздуха должен обеспечивать:
а) полное сгорание топлива;
б) восстановительную атмосферу в рабочем пространстве печи;
в) длину пламени, равной длине печи;
г) беспламенное горение;
д) наибольший кпд горения.

14. Температура в рабочем пространстве пламенной печи контролируется:
а) термометрами:
б) радиометрами;
в) калориметрами;
г) фотометрами;
д) пирометрами.

15. Конвективный теплообмен осуществляется, благодаря:
а) тепловым движениям атомов в узлах кристаллической решетки;
б) излучению тела;
в) движению нагретых частиц в пространстве;
г) соприкосновению одного тела с другим;
д) подсасыванию воздуха в горелку при истечении газа из сопла.

16. Теплопередача теплопроводимостью осуществляется, благодаря:
а) тепловым движениям атомов в узлах кристаллической решетки;
б) излучению тела;
в) движению нагретых частиц в пространстве;
г) соприкосновению одного тела с другим;
д) подсасыванию воздуха в горелку при истечении газа из сопла.

17. Закон Стефана-Больцмана устанавливает:
а) связь между теплотой сгорания топлива и температурой;
б) зависимость фактической температуры горения от калориметрической;
в) связь между абсолютной температурой абсолютно черного тела и его излучательной способностью;
г) зависимость излучательной способности тела и степенью черноты;
д) связь излучательной и поглощательной способностями тела.

18. Закон Кирхгофа устанавливает:
а) связь между теплотой сгорания топлива и температурой;
б) зависимость фактической температуры горения от калориметрической;

в) связь между абсолютной температурой абсолютно черного тела и его излучательной способностью;
г) зависимость излучательной способности тела и степенью черноты;
д) связь излучательной и поглощательной способностями тела.

19. Рекуператор предназначен:
а) для подогрева воздуха, предназначенного для сжигания газа, отходящими печными газами;
б) для смешивания воздуха и газа;
в) для охлаждения заслонок печи;
г) для предотвращения подсасывания холодного воздуха в печь;
д) для уменьшения излучения через открытые окна печи.

20. Регенератор предназначен:
а) для подогрева воздуха, предназначенного для сжигания газа, отходящими печными газами;
б) для смешивания воздуха и газа;
в) для охлаждения заслонок печи;
г) для предотвращения подсасывания холодного воздуха в печь;
д) для уменьшения излучения через открытые окна печи.

21. Явления электромагнитной индукции заключается в:
а) вытеснении переменного тока на поверхность проводника;
б) увеличении сопротивления заготовки при ее нагреве;
в) изменении магнитной проницаемости при достижении температурной заготовки точки Кюри;
г) возникновении ЭДС в проводнике, находящемся в переменном магнитном поле;
д) притягивании друг к другу проводников, по которым протекает переменный ток.

22. Поверхностный эффект заключается в:
а) вытеснении переменного тока на поверхность проводника;
б) увеличении сопротивления заготовки при ее нагреве;
в) изменении магнитной проницаемости при достижении температурной заготовки точки Кюри;
г) возникновении ЭДС в проводнике, находящемся в переменном магнитном поле;
д) притягивании друг к другу проводников, по которым протекает переменный ток.

23. Частоту тока при индукционном нагреве следует выбирать в зависимости от:
а) температуры нагрева заготовок;
б) содержания углерода в нагреваемой стали;
в) диаметра нагреваемых заготовок;
г) массы нагреваемых заготовок;
д) формы нагреваемых заготовок.

24. В индукторе методического действия осуществляется:
а) нагрев заготовок из легированных сталей;
б) нагрев заготовок квадратного сечения;
в) проталкивание коротких заготовок через индуктор одна за другой;
г) нагрев концов заготовок;
д) изотермический нагрев заготовок.

25. Нагрев заготовок из легких сплавов целесообразно проводить:
а) в установках контактного нагрева;
б) в печах сопротивления с ксилитовыми нагревательными элементами;
в) в пламенных печах;
г) в печах сопротивления с принудительной циркуляцией воздуха;
д) в соляных ваннах.

26. Электрический кпд индуктора учитывает потери энергии:
    а) в токоподводках к индуктору;
    б) в индукторе (Джоулева теплота);
    в) через тепловую изоляцию в индукторе и через отверстия в нагревателе;
    г) в генераторе высокой частоты;
    д) в окружающее пространство при подаче заготовки к штамповочному агрегату.
27. Термический кпд индуктора учитывает потери энергии:
    а) в токоподводках к индуктору;
    б) в индукторе (Джоулева теплота);
    в) через тепловую изоляцию в индукторе и через отверстия в нагревателе;
    г) в генераторе высокой частоты;
    д) в окружающее пространство при подаче заготовки к штамповочному агрегату.
28. Для повышения коэффициента мощности в сети кузнечного цеха следует:
    а) увеличить сечение индуктирующего провода;
    б) установить конденсаторы параллельно индуктору;
    в) усилить теплоизоляцию нагреваемых заготовок;
    г) приблизить индуктирующий провод к нагреваемой заготовке;
    д) применить тиристорные преобразователи частоты.
29. КПД контактного электронагрева зависит от:
    а) сопротивления нагреваемой заготовки и токоподводящих элементов;
    б) температуры воды, охлаждающей медные контакты;
    в) выходного напряжения понижающего трансформатора;
    г) частоты переменного тока;
    д) времени нагрева.
30. Металлические нагревательные элементы в электропечах сопротивления изготавливают из:
    а) меди;
    б) вольфрама;
    в) нержавеющей стали;
    г) нихрома;
    д) латуни.
31. Наименьшее время нагрева цилиндрических заготовок требуется при:
    а) установке заготовок на торец;
    б) укладке заготовок на подкладки;
    в) загрузке заготовок навалом;
    г) применении двухкамерной печи;
    д) методическом нагреве.
32. Обезуглероживанием называется:
    а) окисление поверхностных слоев металла;
    б) поглощение мелких включений цементита зернами феррита;
    в) диффузия углерода к поверхности и окисление последнего;
    г) диффузия углерода вглубь заготовки;
    д) растворение углерода в окалине.
33. Вторичной окалиной называется:
    а) окислы, образовавшиеся при повторном нагреве;
    б) окислы легирующих элементов стали;
    в) частицы окалины, заштампованные в поковку;
    г) окалина, образовавшаяся при охлаждении поковок;
    д) окалина, поступающая на регенерацию железа.
34. Давление на поду печи должно быть:
    а) такое же, как под сводом;

б) чуть меньше атмосферного;
в) чуть больше атмосферного;
г) значительно меньше атмосферного;
д) значительно больше атмосферного.

35. При пламенном нагреве длина факела должна быть:
а) как можно меньше;
б) равна длине заготовки;
в) длине сварочной камеры;
г) длине методической зоны;
д) длине печи.

36. Время пламенного нагрева пропорционально (D – диаметр заготовки):
а) $D^{0,5}$;
б) D ;
в) $D^{1,5}$;
г) D^2 ;
д) D^4 .

37. Тепловой баланс пламенной печи составляют с целью:
а) определения расхода топлива;
б) определения температуры рабочего пространства;
в) нахождения потребного количества воздуха;
г) определения количества продуктов сгорания;
д) определения угара металла.

38. Горелки инжекционного типа применяют для:
а) сокращение затрат на подачу воздуха в зону горения;
б) лучшего смешения воздуха с газом;
в) охлаждение деталей горелки;
г) увеличение длины пламени;
д) уменьшения длины пламени.

39. Брелки с двухзонным подводом воздуха применяют для:
а) лучшего регулирования горелки;
б) охлаждения деталей горелки;
в)лучшего смешения воздуха с газом;
г) экономии топлива и воздуха;
д) создания необходимого давления в печи.

40. Давление в печи регулируется:
а) изменением коэффициента избытка воздуха;
б) изменением состава сжигаемого газа;
в) осуществлением двухзонного подвода воздуха;
г) изменением температуры горения;
д) регулирования.

41. Циркуляция газа осуществляется для:
а) экономии топлива;
б) достижения равномерной температуры в рабочем пространстве печи;
в)уменьшения окалинообразования;
г) повышения КПД печи;
д) снижения нагрузки на дымоходы;

42. Сжиганием навески топлива в калориметре определяют:
а) температуру горения калориметрическую;
б) температуру горения теоретическую;
в) температуру горения практическую;
г) теплоту сгорания высшую;

д) теплоту сгорания низшую;

43. Выкатной под печи используют для:
    а) ремонта печи;
    б) загрузки и выгрузки заготовок;
    в) повторного нагрева заготовок;
    г) удаления окалины;
    д) замедленного охлаждения поковок.
44. Карусельные печи обеспечивают:
    а) методический нагрев;
    б) нагрев заготовок разного сечения;
    в) нагрев заготовок разной длины;
    г) повышение производительности печи;
    д) уменьшение угара металла.
45. Полуметодические печи имеют:
    а) одно окно загрузки и выгрузки и равномерную температуру рабочего пространства (ТРП);
    б) 2 разных окна загрузки и выгрузки и неравномерную ТРП;
    в) одно окно загрузки и выгрузки и 2 рабочие камеры;
    г) 2 разных окна загрузки и выгрузки и равномерную ТРП;
    д) 2 разных окна загрузки и выгрузки и 2 рабочие камеры.
46. В щелевом индукторе осуществляется:
    а) нагрев заготовок из легированных сталей;
    б) нагрев заготовок квадратного сечения;
    в) проталкивание коротких заготовок через индуктор одна за другой;
    г) нагрев концов заготовок;
    д) изотермический нагрев заготовок.
47. В индукционной установке непрерывного действия осуществляется:
    а) нагрев заготовок, длина которых превосходит длину индуктора;
    б) нагрев заготовок из легированных сталей;
    в) нагрев заготовок квадратного сечения;
    г) нагрев концов заготовок;
    д) изотермический нагрев.
48. При изотермическом индукционном нагреве происходит:
    а) равномерный прогрев металла;
    б) быстрый нагрев поверхности до требуемой температуры и поддержания её до окончания прогрева;
    в) медленный нагрев заготовки;
    г) медленный нагрев до температуры Ac1 и быстрый нагрев до температуры деформации;
    д) быстрый нагрев до температуры Ac1, выдержка, быстрый нагрев до температуры деформации.
49. Изотермический индукционный нагрев осуществляется за счет:
    а) постоянства тока в индукторе;
    б) охлаждения индуктора водой;
    в) переменного шага навивки индуктора;
    г) изменения величины тока в индукторе по времени;
    д) стационарного магнитного поля.
50. Трубка индуктора имеет прямоугольное сечение с целью:
    а) равномерного прогрева заготовок по сечению;
    б) сокращения расхода охлаждающей воды;
    в) уменьшения расхода меди;

г) повышения электрического кпд индуктора;

д) увеличения коэффициента заполнения индуктора медью.

51. Для контроля температуры электрических печей сопротивления для нагрева алюминиевых сплавов применяют термопары:

а) хромо-никелевые;

б) никель-кадмиевые;

в) платино-платинородиевые;

г) хромель-алюмелиевые;

д) хромель-копелиевые.

52. К косвенным видам электронагрева относится:

а) контактный нагрев;

б) индукционный изотермический;

в) в печах сопротивления;

г) в электровысадочных машинах;

д) в индукторах периодического действия.

53. Глубина проникновения переменного тока в проводах зависит от частоты тока в степени:

а) – 0,5;

б) 0;

в) 0,5;

г) 1;

д) 2.

54. Глубина проникновения переменного тока в проводник зависит от удельного электрического сопротивления материала проводника в степени:

а) – 0,5;

б) 0;

в) 0,5;

г) 1;

д) 2.

55. Для заготовок из жаропрочного сплава с узким температурным интервалом штамповки следует применить:

а) пламенный нагрев;

б) индукционный нагрев;

в) контактный нагрев;

г) нагрев в печах сопротивления с нихромовыми нагревателями;

д) нагрев в печах сопротивления с силитовыми стержнями.

56. Для заготовок из стали 45 в мелкосерийном производстве следует применить:

а) пламенный нагрев;

б) индукционный нагрев;

в) контактный нагрев;

г) нагрев в печах сопротивления с нихромовыми нагревателями;

д) нагрев в печах сопротивления с силитовыми стержнями.

57. Для коротких заготовок из стали 45 в крупносерийном производстве следует применить:

а) пламенный нагрев;

б) индукционный нагрев;

в) контактный нагрев;

г) нагрев в печах сопротивления с нихромовыми нагревателями;

д) нагрев в печах сопротивления с силитовыми стержнями.

58. Для длинномерных заготовок из стали 45 в крупносерийном производстве следует применить:

а) пламенный нагрев;

б) индукционный нагрев;

в) контактный нагрев;

г) нагрев в печах сопротивления с нихромовыми нагревателями;

д) нагрев в печах сопротивления с силитовыми стержнями.

59. Для латунных заготовок с узким температурным интервалом штамповки следует применить:

а) пламенный нагрев;

б) индукционный нагрев;

в) контактный нагрев;

г) нагрев в печах сопротивления с нихромовыми нагревателями;

д) нагрев в печах сопротивления с силитовыми стержнями.

60. Светильный газ образуется при:

а) пропускании воздуха через нагретый уголь;

б) пропускании пара через нагретый уголь производстве кокса;

в) производстве кокса;

г) выплавке передельного чугуна в домнах;

д) сухой перегонке угля.