

Программа вступительного испытания
для абитуриентов, поступающих в БНТУ,
для освоения содержания образовательной программы
высшего образования II ступени,
2017 год

Специальности:

- | | |
|------------|---|
| 1-42 80 01 | «Металлургия» |
| 1-42 81 01 | «Металлургические технологии повышения конкурентоспособности продукции» |

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания составлена в соответствии с действующими типовыми учебными программами для реализации содержания образовательных программ высшего образования I ступени.

В программу вступительного испытания включены темы, отражающие данные о способах получения железоуглеродистых сплавов, их структуре, свойствах, способах получения металлических изделий литьем, ковкой, сваркой, процессами термической обработки и обеспечения их высокого качества.

Целью вступительного испытания является определение у абитуриентов уровня знаний по основным разделам:

- Материаловедение в машиностроении;
- Машины и технология обработки материалов давлением;
- Машины и технологии литейного производства;
- Оборудование и технология сварочного производства;
- Metallургическое производство материалообработка.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. «Материаловедение в машиностроении»

Значение и задачи курса «Материаловедение». Роль материалов в современной технике. Классификации металлических и неметаллических материалов. Важнейшие критерии оценки и выбора материала. Работы ученых - основоположников материаловедения как науки.

Металловедение как наука о строении и свойствах металлов и сплавов. Типы связей в твердых телах. Методы исследования металлов и сплавов. Макроскопический и микроскопический анализы металлов и сплавов. Специальные методы изучения металлов и сплавов. Рентгеноструктурный, микрорентгеноспектральный, фрактографический, фазовый химический анализы.

Металлический тип связи. Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток, их параметры. Анизотропия металлов. Строение реальных кристаллов. Точечные дефекты. Типы дислокаций. Границы зерен. Диффузия (самодиффузия) в кристаллическом теле.

Кристаллизация металлов. Термодинамические основы фазовых превращений. Образование и рост кристаллических зародышей. Кинетика кристаллизации. Термические кривые охлаждения при кристаллизации чистых металлов.

Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Величина зерна. Модифицирование жидкого металла. Строение металлического слитка. Полиморфные превращения в металлах.

Определение терминов: сплав, компонент, фаза, степени свободы. Правило фаз. Твердые растворы. Химические соединения. Промежуточные фазы. Механические смеси фаз. Особенности кристаллизации сплавов.

Диаграммы состояния двойных сплавов. Методы построения диаграмм состояния сплавов экспериментальным путем.

Диаграммы состояния систем с отсутствием растворимости химических элементов друг в друге и с полной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Применение правила фаз и правила отрезков. Определение химического состава фаз, находящихся в равновесии. Внутрикристаллитная ликвация.

Диаграмма состояния системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии с эвтектикой и перитектическим превращением. Эвтектическая кристаллизация. Перитектическая кристаллизация. Диаграммы состояния системы, образующей химические соединения. Диаграммы состояния системы с наличием полиморфного и эвтектоидного превращения. Неравновесная кристаллизация по диаграммам состояния. Возможность применения термической обработки к сплавам с переменной растворимостью. Превращения в твердом состоянии. Связь между структурой и свойствами. Понятие о диаграммах состояния тройных систем.

Напряжения и деформации. Упругая и пластическая деформация. Влияние пластической деформации на структуру металла. Текстура деформации. Влияние пластической деформации на свойства металла (наклеп). Разрушение. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Явление хладноломкости.

Теоретическая и техническая прочность металла. Механические свойства, определяемые при статических нагрузках. Испытания на твердость. Механические свойства, определяемые при динамических испытаниях. Механические свойства при переменных (циклических) нагрузках.

Свойства металлических материалов, определяющие долговечность изделия и методы их определения (усталостная прочность, контактная выносливость, износостойкость и т.д.). Пути повышения прочности.

Возврат. Отдых и полигонизация. Первичная рекристаллизация. Собирательная и вторичная рекристаллизация. Факторы, влияющие на размер зерна после рекристаллизации. Текстура рекристаллизации. Холодная и горячая деформация. Структура и свойства материалов в зависимости от процессов, протекающих при нагреве.

Железо и его соединения с углеродом. Диаграмма состояния железо-цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов, их характеристики, условия образования и свойства. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства стали. Классификация углеродистых сталей по структуре. Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа (твердые растворы, карбиды, интерметаллиды). Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа. Диаграммы состояния систем железо - легирующий элемент. Влияние легирующих элементов на свойства феррита и аустенита. Структурные классы легированных сталей в условиях равновесия.

Классификация и назначение чугунов. Белый и отбеленный чугуны. Диаграмма состояния железо-графит. Процесс графитизации. Структура серых чугунов. Получение ковких чугунов. Влияние параметров графитизирующего отжига на структуру ковких чугунов. Высокопрочный чугун. Влияние формы графита на свойства чугунов. Легированные чугуны. Маркировка и применение различных видов чугунов.

Виды термической обработки стали. Превращения в стали при нагреве. Рост зерна аустенита. Влияние величины зерна на технологические и механические свойства стали. Влияние легирующих элементов на рост зерна аустенита. Перегрев и пережог. Методы определения величины зерна аустенита.

Превращения переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Перлитное превращение. Продукты перлитного распада аустенита и их свойства.

Влияние легирующих элементов на изотермический распад переохлажденного аустенита. Мартенсит, его строение и свойства. Мартенситное превращение и его особенности. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение. Промежуточное превращение и свойства продуктов распада. Превращения при непрерывном охлаждении. Критическая скорость охлаждения и факторы, влияющие на нее. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита.

Превращения при нагреве закаленной стали. Влияние температуры и продолжительности нагрева на строение и свойства закаленной стали. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость. Старение стали.

Общая характеристика процессов термической обработки стали.

Отжиг первого рода. Отжиг второго рода (с фазовой перекристаллизацией). Полный отжиг. Назначение отжига. Изотермический отжиг. Неполный отжиг. Сфероидизация.

Нормализация стали. Влияние нормализации на структуру и механические свойства стали.

Закалка стали. Выбор температуры закалки. Нагрев под закалку углеродистых и легированных сталей. Контролируемые атмосферы. Состав ванн для нагрева под закалку. Закалочные среды и требования, предъявляемые к ним. Закалочные напряжения. Методы закалки. Закаливаемость стали и факторы, влияющие на нее. Прокаливаемость стали. Методы определения прокаливаемости. Влияние легирующих элементов, величины зерна и других факторов на устойчивость переохлажденного аустенита и прокаливаемость стали. Обработка стали холодом.

Отпуск стали. Виды и назначение отпуска. Технология проведения отпуска.

Влияние закалки и отпуска на механические свойства стали. Улучшение стали. Термомеханическая обработка стали. Поверхностная закалка, ее виды и область применения. Стали пониженной и регламентированной прокаливаемости. Закалка при индукционном нагреве. Закалка при газопламенном нагреве. Основное оборудование термических цехов.

Дефекты, возникающие при термической обработке стали, их причины и методы устранения. Меры по охране труда в термических цехах.

Физические основы химико-термической обработки. Связь между диаграммой состояния и структурой диффузионного слоя.

Назначение и виды цементации. Механизм образования цементованного слоя и его свойства. Цементация в твердом карбюризаторе. Газовая цементация. Печи для цементации.

Термическая обработка после цементации и свойства цементированных деталей. Области применения цементации.

Азотирование стали. Механизм образования азотированного слоя. Стали для азотирования. Технология газового азотирования стали. Свойства азотированного слоя. Область применения азотирования.

Цианирование и карбонитрация стали. Нитроцементация стали. Борирование, хромирование, алитирование, силицирование стали. Режимы и область применения.

Меры по охране труда при осуществлении различных видов химико-термической обработки.

Дробеструйная обработка. Обработка роликами. Влияние поверхностного наклепа на структуру и свойства, предел выносливости. Применение поверхностного наклепа в машиностроении для повышения долговечности деталей.

Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Маркировка сталей. Углеродистые стали обычного качества, их применение. Качественные углеродистые стали. Листовая сталь для холодной штамповки. Автоматные конструкционные стали.

Основы рационального легирования и роль легирующих элементов. Классификация легированных сталей по структуре в нормализованном состоянии. Низколегированная сталь.

Цементуемые (нитроцементуемые) стали. Требования, предъявляемые к цементуемой (нитроцементуемой) стали. Свойства, термическая обработка и примеры применения цементуемых сталей.

Азотируемые стали. Свойства, термическая обработка, применение.

Улучшаемые стали. Требования к сталям. Свойства, термическая обработка, структура, применение.

Высокопрочные стали. Основы легирования, свойства, термическая обработка.

Пороки легированных машиностроительных сталей.

Пружинные стали общего назначения. Стали, упрочняемые закалкой и отпуском. Стали, упрочняемые холодной пластической деформацией и последующим низкотемпературным отпуском.

Подшипниковые стали и их термическая обработка. Графитизированные стали. Высокомарганцовистые стали и их термическая обработка.

Наплавочные материалы.

Высокопрочные стали. Состав и строение мартенситно-старееющих сталей. Термическая и химико-термическая обработка мартенситно-старееющих сталей. Применение высокопрочных мартенситно-старееющих сталей.

Виды коррозии. Основные принципы создания коррозионностойких сталей, их общая характеристика.

Хромистые нержавеющие стали (мартенситного, мартенситно-ферритного и ферритного классов). Хромоникелевые нержавеющие стали аустенитного и аустенитно-ферритного классов. Высокопрочные нержавеющие стали. Высоколегированные коррозионностойкие стали и сплавы.

Жаростойкие (окалиностойкие) стали.

Жаропрочность. Методы определения механических свойств при высоких температурах. Релаксация. Пути повышения жаропрочности. Стали перлитного класса. Стали мартенситного и мартенситно-ферритного классов. Сплавы аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением. Области применения жаропрочных материалов (клапанные стали, котельные стали, сплавы для газовых турбин и т.д.)

Классификация и маркировка инструментальных сталей. Требования к инструментальным сталям. Стали высокой твердости, не обладающие теплостойкостью. Теплостойкие стали высокой твердости и их термическая обработка. Теплостойкие стали повышенной вязкости. Выбор инструментальной стали. Стали для режущего инструмента. Стали для измерительного инструмента. Стали для инструмента холодного деформирования. Стали для инструмента горячего деформирования. Стали повышенной разгаростойкости. Стали для форм литья под давлением и прессования.

Металлокерамические твердые сплавы, получаемые методом порошковой металлургии. Использование металлокерамических твердых сплавов для изготовления инструмента.

Антифрикционные и конструкционные металлокерамические материалы. Литые антифрикционные сплавы. Фрикционные металлокерамические материалы. Металлокерамические фильтры.

Магнитомягкие сплавы. Магнитнотвердые сплавы. Сплавы с заданными упругими свойствами. Сплавы с аномальным тепловым расширением. Сплавы с высоким омическим сопротивлением.

Титан и его свойства. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства титана. Конструкционные сплавы титана, их свойства и применение. Термическая обработка титана и его сплавов.

Никель. Жаростойкие никелевые сплавы. Жаропрочные никелевые сплавы. Кислотостойкие никелевые сплавы. Криогенные никелевые стали.

Кобальт. Жаропрочные сплавы на основе кобальта.

Общая характеристика тугоплавких металлов. Молибден, вольфрам, хром, тантал, ниобий, цирконий, их сплавы. Использование тугоплавких металлов в качестве легирующих элементов в сталях и чугунах.

Алюминий, его свойства. Примеси в алюминии. Применение алюминия. Алюминиевые сплавы. Деформируемые алюминиевые сплавы. Дюралюминий. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Механические и технологические свойства деформируемых алюминиевых сплавов. Литейные алюминиевые сплавы. Силумины. Механические и технологические свойства литейных алюминиевых сплавов. Алюминиевые подшипниковые сплавы. Алюминиевые припои.

Магний и его сплавы. Литейные сплавы магния. Деформируемые сплавы магния. Термическая обработка магниевых сплавов. Защита магниевых сплавов от коррозии.

Медь и ее свойства. Примеси в меди. Применение меди. Медные сплавы. Латунь. Их свойства, маркировка и применение. Влияние содержания цинка на свойства латуней. Коррозионная стойкость латуней. Медные припои.

Бронзы оловянистые, алюминиевые, свинцовые, бериллиевые. Литейные свойства бронз. Состав и свойства бронз, их марки и область применения.

Цинк и его сплавы. Олово и его сплавы. Антифрикционные сплавы на оловянистой, свинцовой и цинковой основе. Легкоплавкие сплавы. Припои на оловянистой и свинцовой основе. Свойства и области применения.

Общая характеристика, классификация и основные свойства полимеров.

Пластические массы, их номенклатура. Обратимые – термопласты и необратимые – реактопласты. Состав термопластов и реактопластов. Назначение вспомогательных компонентов. Органические стекла. Полимерные пленки.

Свойства и области применения различных видов пластических масс.

Классификация резиновых материалов. Натуральные и синтетические каучуки, их вулканизация. Назначение компонентов, входящих в состав резиновых материалов. Роль порошковых наполнителей.

Свойства и области применения резиновых материалов.

Стекла минеральные. Кварцевое стекло, безосколочное стекло, электроизоляционные и электропроводящие стекла, пеностекло.

Стеклокристаллические материалы. Свойства и области применения стекол и стеклокристаллических материалов.

Техническая керамика. Свойства керамики в зависимости от состава. Применение керамики.

Древесина и ее свойства. Способы повышения качества древесины. Классификация материалов на основе древесины.

Фанеры. Древесные пластики. Древесные полуфабрикаты. Материалы, получаемые из сырья на основе древесины и некоторых растений со специальными добавками (бумага, картон и др.).

Свойства и области применения материалов на основе древесины.

Структура, принципы создания и классификация композиционных материалов. Композиционные материалы на полимерной матрице. Композиты на металлической матрице. Композиты на керамической матрице.

Свойства и области применения композиционных материалов с полимерной, металлической и керамической матрицей.

Сравнительные данные о стоимости углеродистых сталей в зависимости от их качества и способов выплавки. Данные по стоимости серых, ковких и высокопрочных чугунов. Стоимость легированных сталей в зависимости от степени легирования. Стоимость цветных металлов и сплавов. Себестоимость различных операций термической и химико-термической обработки. Анализ факторов, влияющих на себестоимость термической обработки. Понятие о методике расчета эффективности применения упрочняющих процессов с учетом долговечности деталей в эксплуатации. Рациональные области применения углеродистых и легированных сталей, сплавов цветных металлов, неметаллических материалов.

Классификация машиностроительных материалов. Области применения. Современные методы производства и создания новых материалов.

Металлургическое качество сталей. Влияние неметаллических включений и примесей на структуру и свойства. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа и критические точки в диаграммах состояния железо-углерод, железо-легирующий элемент, железо-углерод-легирующий элемент.

Твердые растворы на основе железа. Закономерности образования твердых растворов замещения, внедрения, вычитания. Железо и его свойства. Структура и свойства легированного феррита и легированного аустенита. Карбиды и нитриды, их общая характеристика и свойства. Карбиды и нитриды металлов IV-V и VI-VIII групп. Интерметаллиды, их виды и общая характеристика.

Роль легирующих элементов в образовании аустенита при нагреве. Перекристаллизация стали. Растворение карбидов и нитридов в аустените. Рост аустенита. Превращение переохлажденного аустенита. Перлитное, промежуточное, мартенситное превращения. Отпуск закаленной стали. Влияние легирующих элементов на распад мартенсита, образование специальных карбидов и их коагуляцию, распад остаточного аустенита. Дисперсионное упрочнение. Отпускная хрупкость стали.

Стали для деталей с повышенной твердостью поверхности и вязкой сердцевиной: цементуемые, азотируемые, для поверхностной закалки токами высокой и промышленной частоты. Стали для деталей с высокой прочностью и вязкостью сердцевины: улучшаемые, высокопрочные, мартенситно-стареющие. ПНП стали. Стали с особыми технологическими свойствами: автоматные, с высокой технологической пластичностью. Стали для деталей подверженных повышенному износу: подшипниковые, графитизированные, высокомарганцовистые, устойчивые кавитационному износу. Материалы для упругих элементов: пружинные стали, специальные сплавы. Стали и сплавы для криогенной техники. Материалы для железнодорожного транспорта.

Свариваемость сталей, углеродный эквивалент, основы легирования. Углеродистые обыкновенного качества, высокопрочные, арматурные.

Основы легирования коррозионностойких сплавов, их термообработка, структура, свойства, назначение. Использование химико-термической обработки для повышения коррозионной стойкости деталей из сплавов на основе железа. Коррозионностойкие сплавы ферритного, мартенситного, мартенсито-ферритного, аустенитного, аустенито-ферритного классов.

Жаростойкость, особенности влияния легирующих элементов. Жаростойкие стали и сплавы. Использование химико-термической обработки. Жаропрочность, критерии оценки жаропрочных свойств, особенности влияния легирующих элементов, структуры и термообработки. Жаропрочные стали перлитного и мартенситного классов. Аустенитные жаропрочные стали (гомогенные, с карбидным упрочнением, интерметаллидным упрочнением). Сплавы на основе никеля и кобальта.

Стали для изготовления материалорежущего инструмента, работающего в условиях разогрева режущих кромок до 200-400⁰С, требования к ним предъявляемые. Углеродистые стали. Легированные стали, их термическая обработка, структура и свойства.

Быстрорежущие стали. Роль легирующих элементов, фазовый состав, структурные превращения при термической обработке. Марки стали, их термическая и химико-термическая обработка. Порошковые стали.

Стали для изготовления холоднодеформирующего инструмента, требования к ним предъявляемые. Роль легирующих элементов. Термическая обработ-

ка, структура, свойства. Использование химико-термической обработки для повышения стойкости данного вида инструмента. Стали для изготовления горячедеформирующего инструмента и металлоформ для литья цветных сплавов и требования предъявляемые к ним. Роль легирующих элементов. Полутеплостойкие и теплостойкие горячештамповые стали, их термическая и химико-термическая обработка. Использование литья сталей для изготовления штампового инструмента. Стали для измерительных инструментов.

Алмаз природный и синтетический. Кубический нитрид бора. Твердые сплавы. Металлоподобные соединения.

Способы получения. Особенности свойств. Сплавы на железоникелевой основе, кобальтовые, на основе химических соединений.

Материалы со сверхпроводимостью, с особыми тепловыми и упругими свойствами, с памятью формы, демпфирующие сплавы.

Влияние примесей и легирующих элементов на процессе структурообразования и свойства чугунов. Принцип Шарпи. Легированные чугуны хромом, ванадием, марганцем.

Классификация деталей по видам износа. Способы наплавки. Классификация и характеристика наплавочных материалов. Принципы рационального легирования при разработке наплавочных материалов. Экономическая эффективность наплавки при упрочнении и восстановлении деталей машин и инструмента.

Раздел 2. «Машины и технология обработки материалов давлением»

Физическая природа пластической деформации, механика сплошных сред и направления развития теории обработки металлов давлением: механико-математическое, физическое и физико-химическое. Использование идеализации свойств материала в феноменологическом подходе к анализу процессов деформации: сплошность, изотропность, однородность. Вклад отечественных и зарубежных исследователей в становление и развитие теории обработки металлов давлением.

Внешние силы и напряжения. Напряжения в точке как результат компонент напряжений в трех взаимноперпендикулярных площадках, параллельных осям координат. Нормальные и касательные напряжения в площадках. Напряжения в наклонной к осям координат площадке.

Изменение компонент напряжений при изменении направления осей координат, поверхность Коши. Главные оси, главные площадки и главные нормальные напряжения. Компоненты векторов напряжений в наклонной площадке, выраженные через главные напряжения. Эллипсоид напряжений.

Главные касательные напряжения, их значения, направления и площадки действия. Экстремальные значения компонент напряжений. Диаграмма напряжений Мора. Октаэдрические напряжения, интенсивность напряжений. Схемы напряженного состояния.

Понятия о тензоре напряжений, разложение его на шаровую и девиаторную составляющие. Геометрическая интерпретация составляющих Инварианты

тензора, записанные через компоненты напряжений в произвольных и главных осях, их физический смысл. Схемы напряжений.

Дифференциальные уравнения равновесия в прямоугольных, цилиндрических и сферических координатах при объемном напряженном состоянии. Частные случаи: осесимметричное напряженное состояние, плоское напряженное и плоское деформированное состояния.

Движение сплошной среды, переменные Лангранжа и Эйлера. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме, уравнения связи компонент (уравнения Коши).

Тензор деформации, его шаровая и девиаторная составляющие. Условие постоянства объема. Главные оси и главные деформации. Инварианты тензора деформаций. Главные сдвиги, их значение, направление и площадки действия. Диаграмма деформаций Мора. Октаэдрические деформации, интенсивность деформаций. Условия совместности деформаций. Схемы деформированного состояния. Однородная деформация. Понятие о малых и больших деформациях. Смещенный объем.

Скорости перемещений и скорости деформаций. Тензор скоростей деформации и его составляющие. Инварианты тензора скоростей деформаций. Главные оси и главные скорости деформаций. Главные скорости сдвига. Скорость октаэдрического сдвига. Интенсивность скоростей деформаций.

Переход из упругого в пластическое состояние в точке деформируемого тела при одноосном растяжении или сжатии. Условие пластичности как условие постоянства главных касательных напряжений. Геометрический смысл, преимущества и недостатки этого условия.

Энергетическое условие пластичности, его физический и геометрический смысл. Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Частные случаи этого условия. Упрощенная запись энергетического условия пластичности.

Понятие о простом и сложном нагружении. Подобие кругов Мора для напряжений и малых деформаций. Соотношения между напряжениями и деформациями. Модули пластичности первого и второго родов.

Понятие о реологических моделях сплошных сред. Деформационная теория и теория течения. Гипотеза о единственности зависимости интенсивности напряжений от интенсивности деформаций и скорости деформаций. Связь между компонентами напряжений и скоростей деформаций.

Механические схемы деформации для различных напряженно-деформированных состояний в операциях обработки металлов давлением. Механическая сравнимость этих операций. Влияние механической схемы деформации на пластичность и сопротивление деформированию.

Методы оценки пластичности (значений деформаций перед разрушением). Влияние шарового тензора напряжений на пластичность.

Особенности контактного трения при пластическом формоизменении. Физические основы и условия трения на поверхности контакта. Виды контактного трения. Основные факторы, влияющие на контактное трение. Анизотропия трения. Ограничение значений касательных напряжений на контакте, вытекающее из условия пластичности.

Активное и реактивное трение, направления полезного использования сил контактного трения в процессах обработки металлов давлением. Методы определения коэффициента контактного трения в процессах осадки и прокатки образцов.

Условие сохранения объема как частный случай закона сохранения массы. Принцип наименьшего сопротивления: принцип кратчайшей нормали, принцип наименьшего периметра, принцип минимума полной энергии деформации. Принцип подобия при моделировании процесса пластической деформации в операциях обработки металлов давлением. Главные условия подобия.

Неравномерность деформаций и ее влияние на появление дополнительных напряжений. Влияние геометрических и физических факторов на неравномерность деформаций. Остаточные напряжения в деформированном теле. Закон наличия упругой деформации при пластическом формоизменении тела.

Общие представления о методах, классификация, краткая характеристика. Модель процесса обработки металлов давлением. Понятие о точных и приближенных методах. Метод решения дифференциальных уравнений равновесия и движения среды совместно с условием пластичности. Частные случаи: осесимметричное напряженное, плоско-деформированное и плоско-напряженное состояния.

Сущность инженерного метода расчета усилий деформации. Основные упрощающие допущения и уравнения инженерного метода. Использование приближенных уравнений равновесия и пластичности с приближенными граничными условиями. Алгоритм решения задач инженерным методом.

Теоретические основы метода линий скольжения. Основное уравнение метода и свойства линий скольжения. Виды полей линий скольжения. Способы построения сетки линий скольжения: аналитические и графические (точные и приближенные). Связь полей линий скольжения с полями скоростей, годограф скоростей. Построение сетки линий скольжения для предельного трения и при его отсутствии. Алгоритм решения задач методом линий скольжения.

Сущность энергетических методов. Метод баланса работ: уравнения работы внешних и внутренних сил. Способы определения функций перемещения или поля скоростей. Алгоритм решения задач методом баланса работ. Прямой вариационный метод (метод Ритца). Теоретические основы метода: подходящие функции и варьируемые параметры. Алгоритмы решения задач методом баланса работ и прямым вариационным методом.

Сущность метода верхней оценки, его теоретические основы и связь с методом линий скольжения. Построение жестких элементов. Основное уравнение метода верхней оценки и его связь с уравнением метода баланса работ. Годограф скоростей. Основные условия на границе жестких элементов. Алгоритм решения задач методом верхней оценки.

Сущность метода сопротивления металлов пластическому деформированию. Основные уравнения данного метода, определение деформаций и скоростей деформации в очаге пластического формоизменения. Алгоритм решения задач методом сопротивления металлов пластическому деформированию.

Теоретические основы визиопластического метода. Способы определения перемещений и деформаций (скоростей деформаций). Интегрирование уравнений движения. Аппроксимация и сглаживание экспериментальных данных. Алгоритм решения задач визиопластическим методом. Метод муаровых полос, его сущность и связь с визиопластическим методом. Теоретические основы метода муаровых полос. Алгоритм решения задач методом муаровых полос. Поляризационно-оптический метод. Теоретические и физические основы метода: изохромы и изоклины. Определение деформаций и скоростей деформаций. Алгоритм решения задач данным методом.

Сущность процесса осадки полосы неограниченной длины между плоско-параллельными плитами. Использование инженерного метода. Предпосылки для упрощения уравнений равновесия и пластичности. Варианты решения в зависимости от принятого условия трения на контакте. Виды эпюр нормального и касательного напряжений на контакте для различных условий контактного трения. Определение деформирующего усилия для разных условий контактного трения.

Сущность и теоретические основы прокатки широкой полосы с передним и задним натяжениями. Использование инженерного метода в расчетах нормальных контактных напряжений по дуге контакта полосы с валками и усилия прокатки. Влияние натяжений на изменение характера эпюр нормальных контактных напряжений.

Сущность и теоретические основы процесса волочения прутка кругового сечения с противонатяжением. Использование инженерного метода расчета поперечных и осевых напряжений в очаге деформации и усилия волочения. Влияние противонатяжения и длины калибрующего пояска на характер эпюр напряжений.

Сущность и теоретические основы процесса прямого прессования цилиндрической заготовки через коническую матрицу. Использование метода баланса работ для определения усилия деформирования. Составление баланса работ внутренних и внешних сил в очаге деформации. Составляющие усилия прессования по участкам: в контейнере, матрице и калибрующем пояске.

Сущность и теоретические основы процесса прямого прессования прямоугольной полосы сквозь клиновую полость. Использование метода верхней оценки для определения усилия прессования. Построение годографа скоростей перемещений и минимизация усилия прессования.

Сущность и теоретические основы процесса открытой прошивки цилиндрической заготовки. Использование метода линий скольжения и инженерного метода для определения среднего нормального контактного напряжения и усилия прошивки.

Строение металлов и сплавов. Кристаллическая решетка, виды ячеек кристаллической решетки. Кристаллографические плоскости и кристаллографические направления. Монокристаллическое и поликристаллическое строение. Кристаллит, зерно, блоки мозаики, межкристаллическое вещество. Анизотропия свойств монокристалла и квазиизотропия поликристаллического вещества.

Физическая природа упругой и пластической деформации. Коэффициент Пуассона как показатель объемного изменения. Модули упругости первого и второго рода. Понятие о пределе текучести при испытании металла на одноосное растяжение.

Холодная пластическая деформация монокристалла: механизмы скольжения и двойникования. Система скольжения. Изгибание и скручивание плоскостей скольжения, межблочные сдвиги. Большая деформация монокристалла. Линии Чернова-Людерса. Площадка текучести в идеальном кристалле.

Несовершенства кристаллической решетки и структура реальных металлов. Элементы теории дислокаций. Типы дислокаций. Возникновение дислокаций, Источник Франка-Рида. Движение дислокаций, скорость движения дислокаций, вектор Бюргера.

Взаимодействие дислокаций. Упрочнение при холодной пластической деформации и природа этого явления. Холодная пластическая деформация поликристалла: полосчатость, волокнистость и текстура. Остаточные напряжения. Эффект Баушингера как признак анизотропии механических свойств при деформации поликристалла. Кривые условного и истинного напряжений. Упрочнение при холодной деформации: кривые упрочнения, их свойства и виды аппроксимирующих аналитических зависимостей. Изменение физико-химических свойств металлов и сплавов в результате пластической деформации.

Возврат и рекристаллизация. Явления, протекающие в деформируемом металле при температурах возврата и рекристаллизации. Связь между скоростями деформации и рекристаллизации. Диаграммы рекристаллизации. Критические деформации. Собирающая рекристаллизация. Развитие диффузных процессов с повышением температуры.

Влияние температуры на сопротивление деформированию и пластичность металла: диаграммы пластичности, зоны хрупкости. Закон Курнакова. Использование зон хрупкости в технологических процессах обработки металлов давлением.

Связь между скоростями деформации и рекристаллизации. Влияние скорости деформации на пластичность и сопротивление деформированию. Виды деформации с точки зрения полноты протекания разупрочняющих процессов (по С.И.Губкину). Термомеханический фактор деформации. Явления ползучести и релаксации. Влияние горячей пластической обработки на структуру и свойства металла.

Разрушение как предельная стадия пластического формоизменения. Теории разрушения: развитие трещин и накопление повреждений. Критерии развития трещин и накопления повреждений.

Потеря устойчивости заготовки при пластическом сжатии. Основные факторы, влияющие на устойчивость заготовки и условия сохранения устойчивости. Локализация пластической деформации при одноосном растяжении стержня и нагружения листовой заготовки в условиях плоского напряженного состояния. Влияние свойств металла на устойчивость пластического растяжения. Сверхпластичность: ее природа, признаки

существования и условия возникновения. Использование явления сверхпластичности в процессах обработки металлов давлением.

Понятие технологического процесса обработки металлов давлением. Переходы (проходы), режимы обработки. Особенности построения технологических процессов обработки металлов давлением с нагревом и без нагрева заготовки.

Предмет и задачи дисциплины. Понятия механизации и автоматизации. Цели, принципы, формы, методы автоматизации производственных процессов. Особенности применения средств автоматизации в массовом и серийном производствах. Технико-экономическая эффективность автоматизации.

Особенности автоматизации кузнечно-штамповочного производства. Задачи, решаемые автоматизацией в кузнечно-штамповочном производстве. Методы автоматизации кузнечно-штамповочного производства. Требования к автоматизируемым технологическим процессам.

Общие сведения об автоматике, как науки об общих принципах и методах построения автоматических технических систем. Понятия: управление, система автоматического управления, алгоритм управления. Средства и элементы автоматики. Функции основных элементов автоматики (датчиков, преобразующих элементов, усилителей, исполнительных устройств, реле, вычислительных устройств, элементов передачи и связи, согласующих и вспомогательных элементов).

Классификация автоматических систем по назначению (системы автоматического контроля, регулирования, управления, защиты и др.), по наличию обратной связи (разомкнутые и замкнутые), по закону изменения регулируемой величины (системы стабилизации, системы программного регулирования, следящие системы) и другим признакам.

Основные параметры датчиков. Требования к датчикам. Классификация датчиков по характеру выработки сигнала (параметрические и генераторные), по характеру зависимости выходного сигнала от входного, по характеру преобразования сигналов, по назначению в системах автоматического управления, по характеру взаимодействия с контролируемым объектом и другим признакам.

Принципы действия и области применения различных типов датчиков (потенциометрических, тензометрических, пьезоэлектрических, фотоэлектрических, индуктивных, тахометрических и др.).

Классификация и особенности электрических (электронных, ионных, магнитных, электромеханических и др.), гидравлических, пневматических, комбинированных усилителей. Электромагнитные реле постоянного и переменного тока. Нейтральные (с поворотным якорем, втяжным якорем, с герметизированным магнитоуправляемым контактом) и поляризованные реле.

Классификация исполнительных элементов. Параметрические (усилители, электромагнитные реле, контакторы) и силовые (электромагниты, электромеханические муфты, электродвигатели постоянного и переменного тока, шаговые электродвигатели, пневматические и гидравлические двигатели) исполнительные элементы.

Характеристика электродвигателей постоянного и переменного тока, шаговых электродвигателей.

Характеристика пневматических и гидравлических двигателей.

Особенности автоматизации процессов холодной штамповки из непрерывного материала. Разматывающе-правильные устройства для рулонного материала. Конструкции и расчет неприводных разматывающих устройств.

Конструкции и расчет приводных разматывающих устройств.

Конструкции и расчет правильных устройств.

Классификация и основные характеристики подающих устройств. Конструкции, принципы работы и расчет крючковых, валковых и клещевых подач.

Особенности автоматизации процессов штамповки из штучных заготовок. Классификация заготовок по сложности захвата и ориентации. Классификация устройств для автоматической подачи штучных заготовок. Общие требования к автоматическим загрузочно-ориентирующим устройствам.

Основные функциональные узлы и элементы АБЗОУ. Классификация АБЗОУ. Принцип работы, расчет производительности и область применения крючковых, карманчиковых, секторных, ножевых и других типов АБЗОУ.

Конструкции, принцип работы и расчет производительности вибрационных бункерных загрузочно-ориентирующих устройств. Способы автоматической ориентации заготовок в вибрационных загрузочных устройствах.

Штабельные, кассетные и лотковые накопительные устройства. Конструкции, принцип работы и расчет шибберных, револьверных и грейферных подающих и передающих устройств.

Конструкции и расчет устройств для автоматического удаления деталей и отходов сбрасывающего и выносящего действия.

Методы контроля и блокирования прессового оборудования и средств автоматизации при автоматической штамповке.

Механизация и автоматизация резки металлов, уборки отходов, установки и снятия штампов в цехах холодной штамповки.

Особенности автоматизации процессов горячей штамповки. Механизация и автоматизация резки сортового проката на штучные заготовки. Механизация и автоматизация нагрева заготовок. Механизированные нагревательные печи. Механизмы для загрузки и выгрузки нагревательных устройств. Механизация и автоматизация загрузки заготовок в индукционные нагреватели. Механизация транспортирования нагретых заготовок к штамповочным агрегатам.

Механизация и автоматизация горячей штамповки на молотах, кривошипных горячештамповочных прессах, горизонтально-ковочных машинах. Подающие устройства. Перекладчики. Пневмоподъемники. Манипуляторы. Автоматизация смазки и охлаждения штампов. Механизация и автоматизация обрезки облоя. Механизированные и автоматизированные комплексы. Горячештамповочные автоматы.

Ковочные манипуляторы, подъемно-поворотные столы, мостовые и поворотные краны, посадочные вилки, посадочные машины (шаржир-машины), ковочные патроны, клещи, конвейеры, кантователи, клинозабивные машины, инструментальные манипуляторы. Ковочные комплексы с программным управлением.

Классификация автоматических линий и комплексов. Автоматические, полуавтоматические (автоматизированные), поточно-механизированные, специальные, специализированные, универсальные линии. Автоматизированные линии с жесткой, гибкой и смешанной связью, с централизованной, децентра-

лизированной и смешанной системами управления. Принципы организации автоматических и автоматизированных штамповочных линий и комплексов. Основные требования к технологическому оборудованию, средствам автоматизации и инструментальной оснастке автоматических линий. Надежность работы и производительность автоматических линий и комплексов.

Принцип действия роторных машин. Конструкции технологических, загрузочных и транспортных роторов. Приводы исполнительных органов технологических роторов. Схема типовой роторной линии. Принципы автоматического управления, контроля и разбраковки предметов обработки в роторных линиях. Отличительные конструктивные особенности и принцип действия роторно-конвейерных линий. Производительность и области применения роторных и роторно-конвейерных линий. Основные особенности роторных и роторно-конвейерных линий, обеспечивающие возможность создания на их основе многономенклатурных комплексно-автоматизированных гибко переналаживаемых производств.

Специфические особенности и уровень автоматизации массового и серийного производств. Гибкость оборудования и средств автоматизации в условиях автоматизированных производств. Отличительные черты современного периода - быстрый рост номенклатуры и частое обновление продукции. Основные тенденции развития машиностроительного производства.

Технико-экономические предпосылки создания концепции гибкого автоматизированного производства. Понятие о гибких автоматизированных производствах. Автоматизация в условиях гибкого производства. Задачи, решаемые промышленными роботами (ПР), и области их применения. Функции ПР, обеспечивающие возможность замены человека на производстве. Основные и вспомогательные операции, автоматизируемые с помощью ПР. Место промышленных роботов в системе средств комплексной автоматизации производства.

Основа ГПС - комплексная автоматизация всех производственных процессов на базе применения гибкого программно-управляемого оборудования и универсальных средств автоматизации, в том числе промышленных роботов. Предмет автоматизации гибкого производства - технологические процессы; транспортирование и складирование продукции, сырья, комплектующих изделий; контроль и диагностика технологических процессов и оборудования; сбор и обработка информации; управление оборудованием, транспортом, материальными потоками; календарное и оперативное планирование и др.

Цели создания и признаки ГПС. Уровни ГПС. Технологическая система ГПС. Структура и функции технологической системы ГПС. Основное, вспомогательное и контрольно-измерительное автоматизированное оборудование.

Автоматическая транспортно-складская система (АТСС) ГПС. Функции и транспортное оборудование АТСС ГПС. Типы автоматизированных складов. Оборудование автоматизированных складов.

Система управления ГПС. Структура и функции системы управления ГПС. Уровни управления.

Системы обеспечения функционирования ГПС.

Особенности организации ГПС. Электронизация производства. Промышленные системы искусственного интеллекта. Опыт создания и эксплуатации ГПС в машиностроении.

Классификация роботов. Информационные, манипуляционные и мобильные роботы. Определение промышленного робота. Структура ПР и функциональное назначение его структурных составляющих. Поколения ПР. Программные, адаптивные и интеллектуальные ПР, их отличительные особенности, функциональные возможности и области применения. Классификация промышленных роботов.

Определение манипулятора ПР. Понятие степени подвижности манипулятора. Переносные (транспортные) и ориентирующие степени подвижности. Стреловые, шарнирные и шарнирно-стреловые конструкции манипуляторов. Определение числа степеней подвижности манипулятора. Рабочая зона и рабочее пространство ПР. Структурно-кинематические схемы манипуляторов, работающих в прямоугольной, цилиндрической, сферической и ангулярной системах координат; типы и параметры их рабочих зон. Классификация ПР по конструктивно-компоновочному признаку.

Требования к приводам ПР. Типы приводов, применяемых в ПР.

Пневматический привод. Структура пневмопривода. Поступательные и поворотные пневмодвигатели. Воздухораспределительные устройства. Регуляторы скорости. Тормозные устройства. Аппаратура подготовки сжатого воздуха. Типовая схема пневматического привода ПР.

Гидравлический привод. Структура гидропривода. Поступательные и поворотные гидродвигатели. Распределительная и регулирующая аппаратура. Принципиальная схема следящего гидропривода.

Пневмогидравлический привод. Структура, типовые схемы, достоинства и области применения пневмогидравлического привода.

Электромеханический привод. Структура электропривода. Типы электродвигателей, применяемых в приводах ПР. Характеристика электродвигателей постоянного тока, малоинерционных и шаговых электродвигателей.

Сравнительная оценка и области применения ПР с пневматическим, гидравлическим и электромеханическим приводом.

Требования к захватным устройствам ПР. Классификация захватных устройств. Захватные устройства одностороннего действия. Конструкции, принципы действия, достоинства и недостатки, расчет и области применения вакуумных и магнитных захватных устройств.

Захватные устройства двустороннего действия. Типы приводов захватных устройств. Кинематические схемы захватных устройств со стержневыми, зубчато-реечными, клиновыми и кулачковыми передаточными механизмами с поворотным и поступательным движением губок.

Захватные устройства многостороннего действия.

Способы крепления захватных устройств. Критерии выбора захватных устройств.

Функции систем управления. Классификация систем программного управления ПР. Основные особенности цикловой, позиционной и контурной систем программного управления. Функциональные возможности и области

применения ПР с цикловой, позиционной и контурной системой программного управления.

Режимы работы ПР. Методы программирования ПР. Электромеханические и электронные программноносители.

Назначение и роль информационных устройств. Требования к информационным системам (устройствам). Классификация информационных систем. Информационные устройства внешней и внутренней информации. Датчики внешней информации (сенсорные устройства). Сенсорные устройства сверхближнего, ближнего, дальнего и сверхдальнего действия, активные и пассивные, непрерывного и дискретного действия. Локационные, тактильные, силомоментные датчики, системы технического зрения, датчики контроля качества изделий. Датчики внутренней информации (датчики состояния манипулятора). Датчики положения, скорости, усилия и крутящего момента, давления и др. Датчики внутренней диагностики.

Особенности применения ПР в массовом и серийном производстве. Особенности роботизации действующего и вновь организуемого производства. Классификация робототехнологических комплексов (РТК). Роботизированный (гибкий) технологический модуль (РТМ), роботизированная технологическая линия (РТЛ), роботизированный технологический участок (РТУ). Принципы построения РТК. Требования к основному и вспомогательному оборудованию, ПР и технологической оснастке, предназначенным для работы в составе РТК.

Требования к промышленным роботам, штамповой оснастке, загрузочно-ориентирующим и транспортным устройствам. Виды автоматических устройств для ориентации и загрузки заготовок, межстаночного транспортирования полуфабрикатов и удаления деталей. Типовые компоновочные схемы РТК листовой штамповки на базе кривошипных прессов. Расчет производительности РТК.

Особенности роботизации горячей объемной штамповки. Требования к ПР, штамповой оснастке, нагревательным, загрузочно-ориентирующим и транспортирующим устройствам. Типовые компоновочные схемы РТК нагрева заготовок и горячей объемной штамповки.

Раздел 3. «Машины и технология литейного производства»

Литейные сплавы как конструкционные материалы, область их применения. Классификация литейных сплавов.

Флуктуационная, молекулярная, коллоидная, кластерная и другие теории строения расплавов. Гомогенное и гетерогенное зарождение и рост кристаллов в жидкой фазе. Роль переохлаждения, скорость образования и рост центров кристаллизации. Последовательная и объемная кристаллизация. Влияние положения сплава на диаграмме состояния и интенсивности охлаждения на характер процесса кристаллизации.

Сущность электромагнитных методов воздействия на расплавленный металл. Управление жидкотекучестью и регулирование заполняемости форм. Воздействие на гидродинамику движения расплава на структуру и свойства металлов. Интенсификация процессов тепло - и массообмена в процессе форми-

рования отливки. Термоциклирование расплава. Вибрационная обработка расплава.

Значение жидкотекучести для практики производства отливок. Понятие о нулевой, истинной, условно - истинной и практической жидкотекучести. Пробы для определения. Механизм остановки потока. Факторы влияющие на жидкотекучесть.

Возможные формы существования газов в металлах и сплавах. Источники попадания газов в металл. Растворение газов в металлах. Газовые раковины эндогенного и экзогенного характера. Влияние газов на свойства сплавов. Механизм образования газовой пористости. Меры предупреждения попадания газов в металл и предотвращение выделения их при затвердевании. Методы определения газонасыщенности сплавов. Классификация неметаллических включений. Способы снижения количества неметаллических включений в металлах и сплавах.

Механизм возникновения внутрикристаллической, зональной (прямой и обратной) и гравитационной ликвации. Ликвационное пятно. Коэффициент распределения и его роль в ликвационных процессах. Влияние ликвации на свойства отливок и меры борьбы с ней.

Объемная, линейная, свободная и затрудненная усадка. Методы определения величины усадки. Усадка в жидком состоянии и при затвердевании, усадочные дефекты в отливках. Внутренние и внешние усадочные раковины, механизм их образования. Сосредоточенная усадочная раковина и усадочная пористость и их связь с положением сплава на диаграмме состояния и скоростью охлаждения. Понятие о питании отливок и формирование в них усадочных дефектов. Усадка отливок в твердом состоянии. Учет усадки при изготовлении модельной оснастки.

Механизм формирования остаточных напряжений, факторы, влияющие на их величину и мероприятия по их снижению. Методы определения склонности сплавов к остаточным напряжениям. Снятие остаточных напряжений. Коробление отливок в форме, при механической обработке, хранении и эксплуатации. Горячие и холодные трещины в отливках. Образование горячих трещин в отливках, как следствие механических напряжений, низких механических свойств в температурном интервале хрупкости и неравномерности свойств отливок (концентрации деформаций). Горячеломкость сплавов и ее оценка.

Модификаторы первого и второго типа. Выбор модифицирующих добавок первого рода. Модификаторы, оказывающие влияние на форму неметаллических включений. Наномодифицирование. Поверхностное легирование отливок и способы его осуществления.

Классификация литейных сталей. Химический состав, маркировка и механические свойства углеродистых литейных сталей. Литейные свойства. Влияние примесей на свойства сталей. Ликвация. Газовые и неметаллические включения в отливках. Рафинирование и модифицирование сталей.

Химический состав, маркировка. Характеристика механических и литейных свойств марганцовистых, кремниймарганцовистых, хромистых, хромоникелевых, ванадиевых, медистых литейных сталей. Графитизированная сталь. Применение легированных сталей. Взаимодействие железа в железоуглероди-

стых сплавах с легирующими элементами. Классификация легированных сталей. Влияние элементов на структуру, механические и технологические свойства сталей. Особенности кристаллизации и влияние термической обработки на структуру и свойства сталей.

Классификация по составу и назначению, маркировка. Характеристика механических, литейных и специальных свойств хромистых коррозионностойких и жаростойких сталей, хромоникелевых мартенситных и аустенитных коррозионностойких и жаропрочных сталей, высокомарганцевистой износостойкой стали.

Классификация чугунов по состоянию углерода, форме графита и другим характеристикам структуры. Влияние структуры на комплекс механических и эксплуатационных свойств. Влияние элементов на положение критических точек в системе железо-углерод. Фазовый состав чугуна. Формирование первичной структуры в чугунах. Понятие о степени эвтектичности и углеродном эквиваленте. Формирование вторичной структуры в чугунах. Выделение вторичных фаз при охлаждении. Эвтектоидное превращение в белых и серых чугунах. Влияние кремния на структурообразование. Анализ влияния скорости охлаждения на структурообразование по термокинетическим диаграммам распада аустенита. Структурные диаграммы чугуна. Графитообразование в чугунах. Форма и расположение графитовых выделений. Влияние графитных включений на физико-механические, технологические и эксплуатационные свойства. Классификация элементов по их влиянию на процесс графитизации. Механизм и кинетика процесса графитизации.

Химический состав, структура и механические свойства серого чугуна с пластинчатой формой графита. Применение отливок из серого чугуна. Особенности получения ковкого чугуна. Графитизирующий отжиг, режимы отжига, ускорение процесса отжига. Литейные свойства ковкого чугуна. Применение отливок из ковкого чугуна.

Химический состав, структура и механические свойства высокопрочного чугуна с шаровидной формой графита. Литейные свойства и область применения высокопрочных чугунов. Чугун с вермикулярным графитом, особенности химического состава, свойства и область применения. Синтетический чугун. Легированные чугуны. Классификация. Физико-механические, эксплуатационные и литейные свойства хромистых, кремнистых, алюминиевых, никелевых и ванадиевых чугунов. Применение легированных чугунов.

Классификация, химический состав и маркировка. Структура сплавов. Характеристика механических, эксплуатационных и литейных свойств сплавов. Обоснование выбора легирующих элементов.

Общая характеристика свойств меди и ее взаимодействие с другими элементами. Основные легирующие элементы в медных сплавах. Классификация сплавов и маркировка. Литейные бронзы их химический состав, структура, механические, эксплуатационные и литейные свойства сплавов. Литейные латуни, химический состав, структура и свойства. Область применения.

Общая характеристика свойств магния и его взаимодействие с другими элементами. Обоснование выбора основных легирующих элементов. Химический состав, маркировка сплавов. Структура сплавов. Характеристика механи-

ческих, эксплуатационных и литейных свойств сплавов. Область применения сплавов. Титановые литейные сплавы. Химический состав, структура, механические и литейные свойства сплавов. Область применения. Цинковые сплавы. Химический состав, структура и литейные свойства. Область применения сплавов. Никелевые литейные сплавы. Общая характеристика свойств никеля и его взаимодействие с другими элементами. Основные легирующие элементы в никелевых сплавах их влияние на механические, специальные и литейные свойства. Классификация сплавов по химическому составу и назначению, маркировка сплавов. Коррозионностойкие, жаропрочные никелевые сплавы. Принципы легирования, химический состав, структура, механические и литейные свойства.

Проектирование с помощью ЭВМ в производственном цикле. Место графики в системах автоматизированного проектирования. Автоматизированные системы.

Основы САПР. Общие положения. Структура процесса проектирования. Формирование производственной базы данных.

Состояние и задачи развития САПР технологических процессов литейного производства.

Требования, предъявляемые к конфигурации деталей. Критерии надежности литых деталей. Выбор рациональной конструкции литой детали. Типы анализа, выполняемые с помощью программных пакетов ANSYS, NASTRAN, COSMOS.

Разработка и использование информационно-поисковой системы. Кодирование отливок оптимальной технологии литья.

Методы граничных элементов, конечных объемов, конечных разностей и конечных элементов.

ProCast, Полигон, MagmaSoft, AFS Solidification System, LWMFlow, Simtec, I-DEAS и др.

Модули системы. Принципы решения тепловой задачи, гидродинамики заполнения формы. Расчет деформационных процессов.

Основные принципы решения задачи формирования макро и – микропористости в системе “Полигон”.

Расчет процессов коробления, размерной точности, образования кристаллизационных и холодных трещин.

Компьютерный анализ формирования структуры чугуна. Условия образования и роста центров кристаллизации.

Особенности проведения моделирования при специальных способах и литья в разовые песчано-глинистые формы железоуглеродистых и цветных металлов и сплавов.

Лазерная стереолитография, технология селективного лазерного спекания и послойного изготовления объектов и т.д.

Перспективы быстрого прототипирования для изготовления моделей и литейных форм по SLS и InkJet технологиям, методом трехмерной печати.

Раздел 4. «Оборудование и технология сварочного производства»

Краткая характеристика и история возникновения и развития сварки. Основные виды и способы сварки, применяемые в промышленности и строительстве, принципиальные схемы процессов. Состояние и основные направления развития сварки в Республике Беларусь.

Атомы и межатомные связи в твердых телах. Физические и химические свойства металла, имеющие отношение к процессу сварки.

Сущность процесса сварки. Механизм образования сварного соединения без расплавления (в твердой фазе) и с расплавлением (через жидкую фазу), кинетика возникновения межатомных (металлических) связей между свариваемыми элементами. Энергия активации. Определение понятия сварки по ГОСТ 2601.

Признаки классификации: физические, технические, технологические. Классы, виды и способы сварки. Сварка плавлением и давлением. Источники энергии, используемые для получения сварного соединения.

Общие требования к сварочным источникам теплоты, предназначенным для сварки плавлением (температура, концентрация тепловой энергии, распределение теплоты источника).

Общие требования к сварочным источникам энергии для сварки давлением (концентрация тепловой или механической энергии, давление, обеспечивающее физический контакт).

Сравнительные характеристики различных источников энергии. Оценка энергетической и экономической эффективности процессов сварки.

Электрический разряд в газах. Термоэлектронная и автоэлектронная эмиссия электронов, работа выхода электрона. Ионизация атомов и молекул соударением, термическая и фотоионизация, потенциал ионизации элементов, рекомбинация.

Строение сварочной дуги, процессы, проходящие в катодной и анодной областях, столбе дуги. Электрические свойства дуги, зависимость напряжения дуги от ее длины. Вольтамперная характеристика. Особенности дуги переменного тока.

Тепловые свойства дуги, температура в различных участках дуги. Полная и эффективная тепловая мощность дуги.

Магнитные свойства дуги, магнитное дутье. Газовые потоки в дуге и причины их возникновения. Электродинамические силы пинч-эффекта.

Перенос металла через дугу при сварке плавящимся электродом. Основные виды переноса. Силы, действующие в дуге на расплавленный металл. Перенос металла в дуге при ручной дуговой сварке покрытыми электродами, при аргонодуговой сварке и в углекислом газе плавящимся электродом. Управление переносом в дуге при механизированной сварке в защитном газе.

Газовое пламя. Строение и характеристика ацетилено-кислородного пламени, проходящие в нем химические и физические процессы, зоны и температура пламени. Нормальное, окислительное и науглероживающее пламя. Мощность газового пламени.

Электрошлаковый расплав. Шлаковая ванна, образование ванны и ее основные характеристики. Перенос металла в шлаковой ванне.

Сжатая электрическая дуга, электронный и фотонный лучи, реакция термита, токи высокой частоты, печной нагрев, электрический контакт. Принципы нагрева, общая характеристика.

Основные теплофизические величины и понятия, используемые в расчетах тепловых процессов при сварке. Основные расчетные схемы процесса нагрева металла сварочными источниками теплоты. Классификация источников теплоты. Характер распределения температуры в пластине при подвижном линейном источнике теплоты (однопроходной дуговой сварке листов с проплавлением на всю толщину), влияние теплофизических свойств нагреваемого металла и параметров сварочной дуги на температурное поле.

Сварочная ванна, ее образование при сварке плавлением. Форма ванны, головная и хвостовая части, основные геометрические размеры, коэффициенты формы проплавления и формы шва. Температура различных участков ванны. Расчетное определение геометрических параметров и продолжительности существования ванны. Строение сварного соединения, выполненного дуговой сваркой плавящимся электродом.

Термический цикл сварки, понятие, основные параметры. Расчет отдельных параметров термического цикла дуговой сварки. Эффективная погонная энергия процесса сварки, начальная температура свариваемого металла, их влияние на характер термического цикла. Оценка скорости охлаждения металла после сварки по времени охлаждения в диапазоне температур 800–500 °C ($t_{8/5}$). Особенности температурного цикла при многопроходной сварке.

Схемы нагрева плавящегося электрода при ручной и механизированной дуговой сварке, распределение температуры вдоль электрода, особенности и характеристики плавления электрода.

Тепловые процессы при электрошлаковой сварке, контактной сварке, сварке трением и др. видах.

Специфические условия протекания процессов плавления металла и образования сварного соединения. Взаимодействие расплавленного металла с, находящимися в зоне сварки, газовой фазой и жидким шлаком. Газовая фаза. Образование и характерный состав при дуговой сварке. Роль газовой фазы в защите зоны сварки от воздуха.

Источники кислорода в газовой фазе. Растворение кислорода в железе и его реакции с основой и элементами, находящимися в стали. Влияние на процессы взаимодействия кислорода с жидким металлом парциального давления кислорода в газовой фазе, температуры и упругости диссоциации оксидов. Воздействие кислорода и продуктов кислорода на качество металла шва.

Источники азота в газовой фазе. Характер взаимодействия азота с железом. Влияние парциального давления и температуры на растворимость азота в железе. Влияние содержания азотом в расплавленном металле и сварных швах на механические свойства, на образование пор, и процесса старения. Пути снижения содержания азота.

Источники водорода в газовой фазе. Растворение водорода в металле. Влияние парциального давления и температуры на растворимость водорода в железе. Диффузионно-подвижный и остаточный водород в твердой стали. Влияние содержания водорода в расплавленном металле и сварных швах на обра-

зование пор и холодных трещин. Пути снижения содержания водорода в газовой фазе.

Шлаковая фаза. Образование и характерный состав шлаковой фазы при дуговой сварке. Роль шлаковой фазы в защите зоны сварки от воздуха и в протекании сварочного процесса. Физические свойства шлаков. Строение и основность шлаков.

Раскисление метла сварочной ванны. Назначение и сущность. Осаждающее раскисление, схема процесса, элементы-раскислители, раскисление с образованием газообразных и конденсированных продуктов. Диффузионное раскисление, схема и механизм процесса, закон распределения.

Легированные метла сварочной ванны, назначение и сущность. Основные способы легирования.

Рафинирование метла, назначение и сущность. Способы удаления из расплавленного металла серы и фосфора.

Основные закономерности кристаллизации жидкого металла. Зарождение центров кристаллизации. Скрытая теплота кристаллизации. Отличительные особенности кристаллизации чистых металлов и сплавов. Кристаллизация расплава в условиях равновесного и неравновесного состояний. Типы первичной структуры при кристаллизации.

Особенности кристаллизации металла сварочной ванны и формирование первичной структуры металла шва, кристаллическое строение швов. Факторы, влияющие на первичную структуру металла шва.

Химическая неоднородность металла шва (ликвация), виды ликвации. Влияние условий сварки на степень химической неоднородности металла шва. Характерные концентрационные зоны металла шва при одно- и многопроходной сварке, участие основного металла в формировании химического состава и структуры отдельных зон сварного шва.

Поры в сварных швах. Механизм образования пор, влияние растворенных в металле газов (кислорода, азота и водорода) на появление и развитие пор в металле шва. Поры в швах, сваренных ручной дуговой сваркой покрытыми электродами и механизированной сваркой в углекислом газе. Факторы, способствующие их образованию.

Твердые включения в швах: флюсовые, шлаковые, оксидные, металлические. Природа образования включения в швах, сваренных дуговой сваркой.

Виды и характер горячих трещин. Природа и механизм образования трещин в металле шва и зоне термического влияния. Температурный интервал хрупкости (ТИХ). Факторы, способствующие образованию горячих трещин.

Характерные зоны сварного соединения, определение зон по ГОСТ 2601, происхождение. Образование зоны термического влияния при сварке плавлением, принципиальное строение. Анализ процессов, проходящих при нагреве и охлаждении стали в зоне термического влияния. Влияние параметров термического цикла сварки на возможные структурные превращения и изменение свойств свариваемого металла (на примере дуговой сварки углеродистой и легированной сталей).

Виды и характер холодных трещин в сварных соединениях. Природа, механизм и условия образования трещин. Углеродный эквивалент, параметр тре-

щинообразования, понятия, расчет. Факторы, способствующие сокращению трещин.

Ламелярные трещины. Характер трещин и факторы, способствующие их появлению. Конструктивные и технологические мероприятия, направленные на повышение стойкости сварных соединений к ламелярному разрушению.

Основные понятия и термины. Особенности сварочных напряжений и причины их появления: неравномерное распределение температуры по сечению свариваемого элемента, пластическое деформирование металла, структурные превращения в зоне сварного соединения. Классификация сварочных напряжений. Мероприятия по уменьшению напряжений и деформаций при сварке.

Современное понятие свариваемости металлов, определение по ГОСТ 29273 (ИСО 581-80). Факторы, влияющие на свариваемость: основной металл, условия сварки, тип конструкции и ее назначение.

Краткая характеристика и история развития сварки плавлением. Виды и способы сварки плавлением, применяемые в промышленности и строительстве. Сущность и схемы процессов.

Главные факторы, определяющие эффективность сварочного производства. Понятие технологии сварки и ее роль в производстве сварных конструкций.

Конструктивные элементы подготовленных кромок и сварных швов.

Сварные соединения. Типы соединений, конструктивное оформление, характеристика.

Сварной шов при сварке плавлением. Классификация швов. Угловые и стыковые швы в современном понимании. Шов подварочный, корень шва, прихватка.

Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей, назначение, влияние на процесс сварки. Конструктивные элементы сварных швов. Примеры типичных форм подготовленных к сварке кромок и сварных швов (ГОСТ 5264, ГОСТ 14771).

Дуговая сварка покрытыми электродами, способы сварки. Ручная дуговая сварка. Характеристика, области применения.

Посты для ручной дуговой сварки покрытыми электродами, виды постов, оборудование и аппаратура. Инструмент и принадлежности сварщика, средства индивидуальной защиты.

Покрытые металлические электроды для ручной дуговой сварки (общие сведения). Хранение и подготовка электродов к сварке. Подготовка и сборка деталей под сварку.

Техника и параметры режима сварки. Особенности сварки в различных положениях шва.

Дуговая сварка в защитном газе. Сварка в активном и инертном газах, плавящимся и неплавящимся электродами, ручная, механизированная и автоматическая. Характеристика, области применения.

Эффективность газовой защиты зоны сварки.

Дуговая сварка в активном газе. Механизированная сварка в углекислом газе. Особенности переноса электродного металла в дуге. Сварочное оборудование и аппаратура. Сварочные материалы (общие сведения), хранение и подготовка к сварке.

Подготовка и сборка деталей под сварку. Техника и параметры режима сварки. Особенности сварки в различных положениях шва.

Автоматическая сварка в углекислом газе, методы сварки и области применения.

Дуговая сварка в инертном газе. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом. Сварочное оборудование и аппаратура. Сварочные материалы (общие сведения), подготовка к сварке. Подготовка и сборка деталей под сварку

Автоматическая аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом, области и особенности применения, оборудование.

Аргонодуговая сварка пульсирующей дугой, сущность процесса, характеристики.

Механизированная и автоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом. Особенности процесса и технологии сварки.

Механизированная импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом, перенос электродного металла в дуге. Характеристика, области применения. Параметры режима сварки.

Дуговая сварка в смеси защитных газов, характеристики процессов. Сварка в смеси углекислого газа с аргоном, перенос электродного металла в дуге. Особенности процесса сварки по сравнению со сваркой в одном углекислом газе.

Дуговая сварка под флюсом, способы сварки, характеристика, области применения.

Автоматическая сварка под флюсом. Оборудование, сварочные материалы (общие сведения), подготовка к сварке, выбор системы «флюс-проволока». Виды стыковых сварных соединений, подготовка и сборка деталей под сварку.

Техника и параметры режима сварки. Особенности сварки в вертикальном и горизонтальном положениях шва.

Дуговая сварка порошковой проволокой, способы сварки, характеристика, области применения.

Механизированная сварка порошковой проволокой. Оборудование, сварочные материалы (общие сведения), подготовка к сварке. Подготовка и сборка деталей под сварку. Техника и параметры режима сварки.

Автоматическая сварка порошковой проволокой, способы и схемы процессов сварки. Сварка в вертикальном и горизонтальном положениях с принудительным формированием шва.

Электрошлаковая сварка. Электрошлаковый процесс, способы электрошлаковой сварки, характеристика, области и особенности применения. Оборудование, сварочные материалы (общие сведения). Техника и параметры режима сварки.

Газовая сварка. Способы газовой сварки. Ацетилено-кислородная сварка, характеристика, области применения. Оборудование и аппаратура, сварочные материалы (общие сведения). Схема нормального газового пламени. Техника и параметры режима сварки.

Особенности сварки с использованием газов – заменителей ацетилена и водородно-кислородной смеси.

Состав технологического процесса сварки (с содержанием отдельных операций применительно к ручной дуговой сварке покрытыми электродами, сварки в защитном газе, под флюсом). Выбор и подготовка сварочных материалов (покрытых металлических электродов, флюсов и др.) к сварке. Выбор оборудования. Подготовка металла и конструкций к сборке и сварке. Сборка конструкций под сварку. Сварка (сварка стыковых тавровых и нахлесточных соединений). Подогрев и термическая обработка. Контроль.

Типичные дефекты, классификация. Причины образования наиболее распространенных и опасных дефектов. Меры, направленные на предупреждение образования дефектов. Влияние дефектов на работоспособность сварных конструкций, допустимые и недопустимые дефекты. Способы исправления недопустимых дефектов.

Влияние сварочных напряжений и деформаций на качество и работоспособность конструкций. Способы уменьшения сварочных напряжений и деформаций на стадии проектирования сварной конструкции, на стадии, предшествующей сварке, во время сварки, после завершения сварки.

Сварка углеродистых (нелегированных) конструкционных сталей. Состав и свойства сталей.

Сварка низкоуглеродистых сталей. Особенности сварки сталей плавлением. Ручная дуговая сварка сталей покрытыми электродами, механизированная сварка в углекислом газе и порошковой проволокой, автоматическая сварка под флюсом, газовая сварка. Выбор типов и марок сварочных материалов и процедуры их подготовки к сварке, установление режимов сварки. Пример технологии сварки.

Сварка среднеуглеродистых сталей. Особенности сварки сталей плавлением. Технологические мероприятия, способствующие снижению склонности металла шва и ЗТВ сварного соединения к образованию трещин. Ручная дуговая сварка сталей покрытыми электродами, механизированная сварка в углекислом газе. Отличительные особенности подготовки и сборки конструкций под сварку, выбор сварочных материалов и условий их хранения с соответствующей подготовкой к сварке, установление рациональных режимов сварки, в том числе температуры подогрева свариваемого металла. Термообработка сварных соединений. Пример технологии сварки.

Сварка низколегированных конструкционных сталей. Состав и свойства сталей. Особенности сварки сталей плавлением; оценка чувствительности стали к появлению хрупких закалочных структур по значению углеродного эквивалента $C_{\text{экв}}$ и к образованию холодных трещин при сварке по значению параметра трещинообразования P_c . Технологические факторы, способствующие снижению склонности металла ЗТВ к образованию холодных трещин. Расчет температуры подогрева свариваемого металла.

Ручная дуговая сварка сталей покрытыми электродами, механизированная сварка в углекислом газе (и его смесях) и порошковой проволокой, автоматическая сварка под флюсом. Выбор типов и марок сварочных материалов, условий их хранения и процедуры подготовки к сварке. Установление рациональных способов выполнения швов и режимов сварки с учетом допустимых значений времени охлаждения металла после сварки $t_{8/5}$. Пример технологии сварки.

Особенности сварки низколегированных высокопрочных сталей, выбор рациональных режимов.

Сварка легированных конструкционных сталей. Состав и свойства сталей. Особенности сварки сталей плавлением, повышенная склонность к образованию трещин при сварке и к разупрочнению. Необходимость полной термообработки сварных соединений. Сварка сталей с использованием материалов обеспечивающих получение металла шва с аустенитной структурой.

Ручная дуговая сварка сталей покрытыми электродами, в защитном газе, под флюсом. Выбор типов и марок сварочных материалов, условий их хранения и процедуры подготовки к сварке. Установление рациональных режимов и условий сварки. Пример технологии сварки.

Сварка теплоустойчивых сталей. Состав, свойства и назначение сталей. Особенности сварки сталей плавлением, повышенная склонность к образованию холодных трещин. Технологические мероприятия, снижающие возможность образования трещин при сварке, необходимость термообработки сварных соединений. Сварка с использованием материалов, обеспечивающих получение металла шва с аустенитной структурой.

Ручная дуговая сварка сталей покрытыми электродами, типы и марки электродов, прокалка электродов перед сваркой, выбор рациональных режимов и условий сварки и параметров термообработки сварных соединений. Пример технологии сварки.

Особенности ручной и механизированной сварки сталей в защитном газе и автоматической сварки под флюсом.

Сварка высоколегированных сталей. Состав, свойства и назначение сталей. Структурные классы сталей, диаграмма Шеффлера. Пригодность сталей к сварке плавлением, обусловленная химическим составом и физическими свойствами.

Сварка высокохромистых сталей. Отличительные особенности сварки сталей различных классов. Технологические мероприятия, способствующие снижению сварочных напряжений и деформаций и склонности к образованию трещин, термообработка сварных соединений.

Сварка хромоникелевых сталей. Особенности сварки сталей различных классов. Технологические мероприятия, снижающие сварочные напряжения и деформации, минимизирующие возможность прохождения неблагоприятных структурных и фазовых преобразований в ЗТВ, уменьшающие склонность к образованию горячих трещин, способствующие сохранению стойкости сварных соединений против МКК.

Ручная дуговая сварка высоколегированных сталей покрытыми электродами, ручная и механизированная сварка в защитном газе, автоматическая сварка под флюсом. Выбор типов и марок сварочных материалов и процедура их подготовки к сварке. Выбор рациональных режимов и условий сварки. Пример технологии сварки.

Сварка разнородных сталей. Особенности сварки плавлением. Технологические мероприятия, способствующие получению качественных сварных соединений.

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами разнородных сталей перлитного и аустенитного классов, перлитных сталей с аустенитными сталями. Выбор типов и марок электродов, техники и режимов сварки. Пример технологии сварки.

Состав и свойства чугунов. Особенности сварки чугуна плавлением. Технологические мероприятия, способствующие снижению высокой склонности металла шва и ЗТВ сварного соединения к образованию трещин. Горячая и холодная сварка чугуна. Ручная дуговая сварка чугуна покрытыми электродами, механизированная сварка порошковой проволокой и проволокой сплошного сечения, газовая пайка-сварка. Выбор сварочных материалов, условий, техники и режимов сварки. Примеры технологии сварки.

Сварка алюминия и его сплавов. Состав и свойства алюминия и его сплавов. Литейные и деформируемые сплавы. Особенности сварки плавлением. Подготовка под сварку основного металла и сварочных материалов. Газовая сварка алюминия и его сплавов, ручная дуговая сварка покрытыми электродами, ручная и механизированная аргонодуговая сварка. Сварочные материалы, техника и режимы сварки. Пример технологии сварки.

Сварка меди и ее сплавов. Характеристика меди и ее сплавов. Особенности сварки плавлением. Ручная дуговая сварка меди, ее сплавов покрытыми электродами, механизированная сварка в защитном газе, автоматическая сварка под флюсом. Выбор сварочных материалов, рациональных условий и режимов сварки. Пример технологии сварки.

Сварка титана и его сплавов. Характеристика титана и его сплавов. Особенности сварки плавлением. Подготовка под сварку основного металла и сварочных материалов. Аргонодуговая сварка титана и его сплавов, сварочные материалы, техника и режимы сварки. Пример технологии сварки.

Особенности процесса наплавки. Основные промышленные способы наплавки: ручная дуговая покрытыми электродами, механизированная под флюсом, порошковой проволокой и лентой, в защитном газе. Материалы и оборудование для наплавки (общие сведения). Пример технологии наплавки.

Общие сведения о термической резке. Основные способы резки, применяемые в промышленности и строительстве.

Кислородная резка. Сущность процесса, области применения, условия резки, разрезаемость сталей. Разделительная и поверхностная резка. Материалы и оборудование для ручной и механизированной резки (общие сведения). Техника и параметры режима резки.

Кислородно-флюсовая резка (общие сведения).

Дуговая резка, сущность процесса. Резка плавящимся и неплавящимся электродами. Материалы и оборудование, режимы резки.

Плазменная резка. Сущность процесса, области применения. Материалы и оборудование (общие сведения). Параметры режимы резки.

Сравнительная эффективность различных способов резки, области применения.

Ремонтная сварка, общие сведения. Особенности организации и выполнения ремонтно-сварочных работ.

Ремонт сваркой металлических конструкций. Устранение трещин, дефектных участков с несплошностями, вварка заплат, сварка поломанных деталей. Подготовка дефектного участка к сварке. Сварочные материалы, оборудование, техника и режимы сварки.

Пример технологии ремонтной сварки.

Особенности контроля технологического процесса сварки и качества сварных соединений. Этапы контроля: входной, операционный, приемочный. Состав и содержание этапов контроля.

Квалификация технологического процесса сварки, сущность и процедура квалификации.

Факторы и причины травматизма при производстве сварочных работ с применением способов сварки плавлением. Требования безопасности при выполнении электросварочных и газопламенных работ. Первая помощь при травмах.

Раздел 5. «Металлургическое производство и материалобработка»

Значение металлургии для народного хозяйства. Краткая история развития металлургии. Вклад ученых России и СНГ в развитие металлургии. Современная схема металлургического производства.

Сырые материалы доменной плавки. Железные и марганцевые руды. Месторождение железных руд в Республике Беларусь. Флюсы и топливо. Подготовка железных руд к доменной плавке. Производство окатышей и агломерата.

Конструкция доменной печи. Загрузка шихтовых материалов. Горение топлива. Восстановительный процесс в доменной печи. Образование чугуна и шлака в доменной печи. Продукты доменной плавки. Перспективы развития доменного производства.

Актуальность проблемы. Процессы твердофазного восстановления железа: MIDREX-процесс; НуL-процесс. Процессы жидкофазного восстановления: COREX-процесс и ROMELT-процесс. Перспективы развития технологий прямого восстановления.

Классификация стали. Основные реакции и процессы сталеплавильного производства. Окисление углерода, кремния, марганца. Окисление и восстановление фосфора. Удаление из стали фосфора и серы. Газы в сталях и способы их удаления. Роль шлаков при выплавке стали. Неметаллические включения в сталях.

Конвертерные процессы с воздушным дутьем. Кислородно-конвертерный процесс (ККП). Устройство кислородной фурмы. Поведение составляющих чугуна при продувке расплава кислородом. Плавка в кислородном конвертере с верхней продувкой. Конвертерные процессы с донной и комбинированной продувкой. Передел высокофосфористых чугунов. Перспективы развития ККП.

Устройство и принцип работы мартеновской печи. Особенности и разновидности мартеновской плавки. Основной мартеновский процесс. Кислый мартеновский процесс. Двухванные мартеновские печи. Использование кислорода при мартеновской плавке.

Классификация электрических печей. Устройство дуговых электропечей. Технология плавки стали в основной и кислой электродуговой печи. Выплавка

стали методом переплава. Плавка стали с использованием в шихте металлизированных окатышей. Особенности плавки стали в крупнотоннажных электропечах. Электродуговые печи постоянного тока. Электродуговые печи с непрерывной загрузкой шихты.

Технологические основы внепечного рафинирования. Обработка расплава вакуумом. Продувка металла инертными газами. Обработка расплава синтетическим шлаком. Продувка металла порошкообразными материалами. Современные способы вакуумирования.

Назначение переплавных процессов. Вакуумный индукционный переплав. Вакуумный дуговой переплав. Электрошлаковый переплав и варианты его реализации. Электронно-лучевой и плазменно-дуговой переплав. Перспективы развития переплавных процессов.

Внедоменная десульфурация и дефосфорация чугуна. Совместное проведение операции дефосфорации и десульфурации. Комплексные технологии внепечной обработки стали. Установка «печь-ковш». Нанотехнологии при производстве качественной стали.

Способы разливки стали. Разливка сифоном и сверху. Оборудование для разливки стали (сталеразливочные ковши, изложницы, промежуточные ковши). Непрерывная раздувка стали. Разновидности и преимущества способа. Устройство установок непрерывной разливки.

Кристаллизация стали. Зарождение и рост кристаллов. Строение слитка спокойной и кипящей стали. Усадочная раковина в слитке спокойной стали. Дефекты слитков. Химическая неоднородность слитков и способы ее уменьшения. Управление процессом затвердевания непрерывнолитых заготовок.

Свойства алюминия и область его применения. Современные технологические схемы получения алюминия электролитическим и электротермическим способами. Производство глинозема и его электролиз. Рафинирование алюминия и его маркировка. Нанотехнологии в производстве алюминиевых сплавов.

Свойства меди и ее применение. Сырье для получения меди. Схема пирометаллургического способа получения меди. Подготовка медных руд к плавке. Выплавка медного штейна и его конвертирование. Черновая медь. Огневое и электролитическое рафинирование меди.

Основы хлоридных методов производства металлов. Производство магния. Способы рафинирования первичного магния. Производство титана. Маркировка магния и титана.

Значение ферросплавов. Исходное сырье для производства ферросплавов. Восстановительные ферросплавные печи. Рафинировочные ферросплавные печи. Углевосстановительный, силикотермический и алюминотермический способы получения ферросплавов.

Производство ферросилиция. Производство ферромарганца. Получение силикомарганца. Производство углеродистого феррохрома. Основы технологии получения ферромарганца и феррохрома с низким содержанием углерода. Маркировка ферросплавов.

Основные направления защиты воздушного бассейна. Очистка доменного газа. Аппараты грубой, полутонкой и тонкой очистки колошникового газа.

Очистка конвертерных газов. Системы улавливания и отвода газов от дуговых печей.

Утилизация шлаков доменного и сталеплавильного производства. Использование шлаков и выбросов. Использование отходов смежных производств. Использование вторичных энергоресурсов. Переработка бытовых отходов в металлургических агрегатах.

Роль и значение теплотехники в металлургическом производстве. История развития металлургической теплотехники. Общие сведения о печных агрегатах. Тенденции развития металлургических печей. Роль инноваций в металлургическом производстве. Влияние процессов тепловой обработки материалов на охрану окружающей среды.

Общие понятия термодинамики. Основные термодинамические соотношения для газов и газовых смесей. Применение законов термодинамики к тепловым процессам. Термодинамические процессы и их графическое изображение.

Основные понятия теплообмена. Виды процессов тепло- и массообмена. Поля температур. Внешний и внутренний теплообмен. Стационарное и нестационарное тепловое состояние. Температурный градиент.

Общая характеристика теории теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Влияние различных факторов на коэффициент теплопроводности материалов. Теплопроводность стенок различной конфигурации при стационарном режиме. Тепловая проводимость, тепловое сопротивление. Нестационарная теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности и методы его решения. Методы решения задач стационарной и нестационарной теплопроводности. Сложный теплообмен.

Факторы, влияющие на интенсивность конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона для конвективной теплоотдачи. Подобие явлений как физико-математический метод исследования и гидродинамических теплообменных процессов. Теоремы подобия. Критерии подобия. Методы физического моделирования. Вынужденная и естественная конвекция. Конвективная тепло- и массоотдача при вынужденном движении в случае ламинарного и турбулентного пограничных слоев. Конвективная тепло- и массоотдача при свободной конвекции. Теплообмен при фазовых превращениях. Теплоотдача расплавленных металлов. Особенности теплообмена в двухфазном потоке.

Основные понятия и законы. Излучение реальных тел. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен между серыми поверхностями в лучепрозрачной среде. Излучение в ослабляющей среде. Лучистый теплообмен между телами. Излучение газов и пламени. Излучение при индукционном нагреве.

Предмет и основные понятия механики жидкостей и газов. Некоторые важнейшие кинематические характеристики жидкостей и газов. Уравнение неразрывности.

Силы, действующие в движущейся идеальной жидкости. Уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Решение задач движения идеальной жидкости. Режимы движения реальной жидкости. Уравнение Бернулли и его практическое применение. Потери давления на трение. Уравнение Навье –

Стокса для движения реальной жидкости. Элементы теории гидродинамического пограничного слоя.

Уравнение Эйлера для статики. Распределение давления в неподвижных жидкостях и газах. Изменение давления по высоте в сжимаемом газе.

Распределение давления внутри жидкости и на стенки сосуда при действии силы тяжести и центробежной силы. Избыточное давление в рабочем пространстве печи. Принцип действия дымовой трубы. Принципы расчета трубопроводов и дымовых каналов, дымовой трубы.

Виды пограничных слоев. Канальное движение газов. Свободная струя. Частично ограниченные струи. Струйное движение в камере. Движение газов в слое кускового и зернистого материалов. Истечение газов через отверстие (сопло). Организация движения газов и рациональный режим давления в печах. Система автоматического управления давлением в печах.

Общая характеристика, состав и свойства различных видов топлива. Основы теории горения топлива. Горение газообразного, жидкого и твердого топлива. Расчет процесса горения. Устройства для сжигания различных видов топлива.

Физические основы электронагрева. Теплогенерация при прохождении электрического тока через твердое тело, жидкость и газ. Дуговой и плазменный электронагрев. Тепловыделение в металле, находящемся в электромагнитном поле. Тепловыделение в результате использования кинетической энергии пучка электронов.

Цели и показатели нагрева металла. Процессы, протекающие при нагреве металла: термические напряжения, окисление и обезуглероживание металла. Основные режимы нагрева. Режимы нагрева термически тонких тел. Режимы нагрева термически массивных тел. Выбор режимов нагрева. Равномерность нагрева. Расчеты нагрева металла.

Механизм процессов плавления. Плавление с мгновенным удалением расплава. Плавление с накоплением расплава на поверхности плавящегося твердого тела. Расчеты процессов плавления.

Классификация, физические и рабочие свойства огнеупорных материалов. Рабочие свойства огнеупорных материалов. Требования к огнеупорным материалам в зависимости от условий их службы.

Основные виды огнеупорных изделий, их классификация, технология изготовления и применение.

Естественные и искусственные теплоизоляционные материалы. Их свойства и область применения. Материалы для нагревательных элементов печей, строительные материалы и металлы.

Схема и принцип работы металлургической печи. Общая классификация печей. Классификация печей по технологическим и конструктивным признакам. Классификация печей по принципу теплогенерации. Классификация режимов работы печей. Основные характеристики тепловой работы печей. Температурный режим. Тепловой режим. Производительность печей. Тепловой и материальный баланс печей. Основные теплоэнергетические показатели работы печи.

Требования к плавильным печам, их классификация и общая характеристика. Пламенные (топливные) печи, тепловые режимы их работы. Устройство, принцип действия и тепловая работа вагранки. Специальные конструкции ва-

гранок. Индукционные плавильные печи, их конструкции, принцип действия, теплоэнергетические режимы работы. Электродуговые плавильные печи, принцип действия, конструкции, тепловая работа и технология плавки. Плазменные, электронно-лучевые, электрошлаковые установки для плавления металла. Плавильные электрические печи сопротивления. Тепловой и материальный баланс плавильных печей.

Общая характеристика нагревательных печей металлургических переделов. Конструкции, тепловые режимы работы и сравнительная характеристика нагревательных печей различных типов. Толкательные методические печи. Печи с шагающим подом и шагающими балками. Кольцевые печи. Камерные печи. Печи с выдвижным подом. Секционные печи скоростного нагрева. Использование защитных атмосфер. Тепловой баланс нагревательных печей.

Общая характеристика термических печей. Садочные печи с выкатным подом и с загрузочной машиной. Колпаковые печи. Протяжные печи. Печи с роликовым подом. Конвейерные печи с выносной топкой. Камерные печи. Электрические печи сопротивления. Тепловой баланс термических печей.

Сущность процесса сушки. Конструкции литейных сушил и режимы их работы. Сушила периодического действия. Литейные сушила непрерывного действия. Горизонтальные и вертикальные конвейерные сушила. Радиационные сушила.

Характеристики способов уменьшения потерь теплоты с дымовыми газами. Теоретические основы и сравнительная оценка методов утилизации теплоты. Принципы действия устройств для использования теплоты отходящих газов. Очистка газов печных агрегатов.

Рекуператоры: устройство и принцип действия. Конструкции рекуператоров. Принципиальные схемы работы рекуператоров: прямоток, противоток, перекрестный ток. Регенераторы: принцип действия и устройство. Теплообменные устройства для подогрева воздушного дутья и технологических сред, конструкции и принципиальные схемы их работы. Перспективы развития теплотехнического оборудования.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Раздел 1. «Материаловедение в машиностроении»

Основная литература

1. Грачев, С.В. Специальные стали/С.В.Грачев, М.И. Гольштейн, С.Б.Векслер. – М.: МИСИС, 1999.-403с.
2. Геллер, Ю.А. Инструментальные стали/Ю.А.Геллер. – М.: Metallургия, 1985.-525с.
3. Франценюк, И.В. Альбом микроструктур чугуна, стали, цветных металлов и их сплавов/И.В. Франценюк, Л.И. Франценюк. М.: ИКЦ «Академкнига» 2004-190с.
4. Филонов, М.Р. Теоретические основы производства аморфных и нанокристаллических сплавов методом сверхбыстрой закалки/М.Р.Филонов, Ю.А.Аникин, Ю.Б.Левин. – М.: МИСИС, 2006.-327с.
5. Гуляев, А.П. Металловедение/ А.П.Гуляев. - М.: Metallургия,1986. - 542 с.
6. Материаловедение: учебник для втузов/ Б.Н. Арзамасов [и др.]; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. - М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. - 648 с.
7. Лахтин, Ю.М. Материаловедение/ Ю.М.Лахтин, В.П.Леонтьева. - М.: Машиностроение. 1990. - 527 с.
8. Материаловедение: учебник для вузов/ В.А. Струк [и др.]. - Минск, ИВЦ Минфина, 2008. - 520 с.
9. Худокормова, Р.Н., Материаловедение. Лабораторный практикум/ Р.Н.Худокормова, Ф.И. Пантелеенко. - Минск: Вышэйшая школа, 1988. - 224 с.

Дополнительная литература

1. Лахтин, Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов/ Ю.М. Лахтин. - М.: Metallургия, 1993. - 446 с.
2. Геллер, Ю.А. Материаловедение/ Ю.А.Геллер, А.Г. Рахштадт. - М.: Metallургия, 1989. - 454 с.
3. Справочник по конструкционным материалам: справочник/ Б.Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б.Н. Арзамасова и Т.В.Соловьевой. - М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. - 640 с.
4. Марочник сталей и сплавов/В.Г.Сорокин [и др.]; под ред. Сорокина В.Г. –М.: Машиностроение, 1989. -638с.
5. Шлямнев, А.П. Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы: Справочное издание/А.П. Шлямнев – М.: Интернет Инжиниринг. -2000.-232с.
6. Ульянин, Е.А. Коррозионностойкие стали и сплавы: Справочник / Е.А.Ульянин - М: Metallургия, 1991.-255с.
7. Справочник по конструкционным материалам/Б.Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Арзамасова Б.Н., Соловьева Т.В. –М.: Из-во МГТУ, 2005. -637с.
8. Панов, В.С. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них/ В.С.Панов, А.М. Чувилик И.Н. – М.: МИСИС, 2004.-462с.

Раздел 2. «Машины и технология обработки материалов давлением»

Основная литература

1. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением. / М.В.Сторожев, Е.А.Попов. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
2. Евстратов, В.А. Теория обработки металлов давлением. / В.А.Евстратов. – Харьков: Высшая школа, 1981. – 248 с.
3. Теория пластических деформаций металлов. / Е.П. Унксов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1983. – 598 с.
4. Колмогоров, В.Л. Механика обработки металлов давлением. / В.Л.Колмогоров. – М.: Металлургия, 1986. – 688 с.
5. Гунн, Г.Я. Теоретические основы обработки металлов давлением. / Г.Я.Гунн. – М.: Металлургия, 1980. – 456 с.
6. Колбасников, Н.Г. Теория обработки металлов давлением. Сопротивление деформации и пластичность. / Н.Г.Колбасников. – Санкт-Петербург: изд-во СПбГТУ, 1991. – 311 с.
7. Смирнов, А.М. Основы автоматизации кузнечно-прессовых машин / А.М. Смирнов, К.И. Васильев. – М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.
8. Попов, Е.А. Технология и автоматизация листовой штамповки: Учебник для вузов / Е.А.Попов, В.Г.Ковалев, И.Н.Шубин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 480 с.
9. Юревич, Е.И. Основы робототехники: Учебник для втузов / Е.И. Юревич. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1985. – 271 с.
10. Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9-ти кн. / Кн.1. Макаров, И.М. Системные принципы создания гибких автоматизированных производств: Учебное пособие для втузов / И.М. Макаров. – М.: Высш. шк., 1986. – 175с.
11. Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9-ти кн. / Кн.7. Гибкие автоматизированные производства в отраслях промышленности / И.М.Макаров [и др.]; под ред. И.М.Макаров а. – М.: Высшая школа, 1986. – 176 с.

Дополнительная литература

1. Губкин, С.И. Пластическая деформация металлов. / С.И.Губкин. – М.: Металлургия, 1960. Т.1. – 376 с., Т.2. – 416 с., Т.3. – 306 с.
2. Северденко, В.П. Теория обработки металлов давлением. / В.П.Северденко. – Минск: Высшая школа, 1966. – 218 с.
3. Огородников, В.А. Оценка деформируемости при обработке давлением. / В.А.Огородников. – Киев: Вища школа, 1983. – 175 с.
4. Аркулис, Г.Э. Теория пластичности. / Г.Э.Аркулис, В.Г.Дорогобид. – М.: Металлургия, 1987. – 352 с.
5. Степанский, Л.Г. Расчеты процессов обработки металлов давлением. / Л.Г.Степанский. – М.: Машиностроение, 1979. – 215 с.
6. Евстратов, В.А. Теория обработки металлов давлением: сборник задач и упражнений. / В.А.Евстратов. – Харьков: Вища школа, 1984. – 124 с.

7. Иванов, И.И. Основы теории обработки металлов давлением: учебник. / И.И.Иванов, А.В.Соколов, А.И.Шелест. – Изд-во «ИНФРА-М, Форум», 2007. – 144 с.
8. Автоматическая загрузка технологических машин: Справочник / И.С. Бляхеров [и др.]; под общ. ред. И.А.Клусова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.
9. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. Т.1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка / А.Ю. Аверкиев [и др.]; под ред. Е.И.Семенова. – М.: Машиностроение, 1985. – 568 с.
10. Кошкин, Л.Н. Роторные и роторно-конвейерные линии / Л.Н. Кошкин. – М.: Машиностроение, 1986. – 318 с.
11. Козырев, Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник / Ю.Г. Козырев. – М.: Машиностроение, 1988. – 392 с.
12. Семенов, Е.И. Робототехнологические комплексы для листовой штамповки мелких деталей / Е.И. Семенов, Н.Ф. Кравченко. – М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.
13. Роботизированные производственные комплексы/ Ю.Г.Козырев [и др.]; под ред. Ю.Г.Козырева. – М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.
14. Гибкие технологические системы холодной штамповки / С.П. Митрофанов [и др.]; под общ. ред. С.П. Митрофанова. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987.– 287 с.
15. Егоров, В.А. Транспортно-накопительные системы для ГПС / В.А. Егоров, В.Д. Лузанов, С.М. Щербаков. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989.– 293 с.
16. Челпанов, И.Б. Схваты промышленных роботов / И.Б. Челпанов, С.Н. Колпашников. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989.– 287 с.

Раздел 3. «Машины и технология литейного производства»

Основная литература

1. Хокс, Б. Автоматизированное проектирование и производство/Б.Хокс. – Мн.: Мир, 1991. – 296с.
2. Гардан, И. Машинная графика и автоматизация конструирования/И.Гардан, М.Люка. - М.: Машиностроение, 1987. - 265с.
3. Шпур, Г. Автоматизированное проектирование в машиностроении/Г.Шпур, Ф.Краузе. - М.: Машиностроение, 1988.- 648с.
4. Грувер, М. САПР и автоматизация производства/М.Грувер, Э.Зиммерс. - М.: Мир, 1987.- 528с.
5. Климов, В.Е.Разработка САПР: Графические системы САПР/В.Е.Климов. - М.: Высшая школа, 1990. – 186с.
6. Хорафас, Д. Конструкторские базы данных/Д.Хорафас, С.Легг. - М.: Машиностроение, 1990. – 248с.
7. Райан, Д. Инженерная графика в САПР/Д.Райан. - М.: Мир, 1989. – 391с.
8. Блинник, Б.С. Расчет на прочность в САПР/Б.С.Блинник, В.И.Купцов, Ю.В.Шехтман. - М.: Мир, 1989. – 51с

9. Кунву Ли Основы САПР. CAD/CAM/CAE/Ли Кунву. – Санкт-Петербург: Питер, 2004. – 559с.
10. Еланский, Г.Н. Строение и свойства металлических расплавов/Г.Н.Еланский. – М.: Металлургия, 1991. - 160с.
11. Скворцов, А.А. Влияние внешних воздействий на процесс формирования слитков и заготовок/А.А.Скворцов, А.Д.Акименко. – М.: Металлургия, 1991. – 215с.
12. Воздвиженский, В.М., Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении/В.М.Воздвиженский, В.А. Грачев, В.В. Спасский – М.: Машиностроение, 1984. – 432с.
13. Романов, Л.М. Литейные сплавы и плавка. Производство отливок из чугуна и стали/Л.М.Романов, А.Н.Болдин. – М.: МГИУ, 2005. – 47с.
14. Кудрин, В.А. Теория и технология производства стали/В.А.Кудрин. – М.: Мир, 2003. – 528с.
15. Дюдкин, Д.А.Современная технология производства стали/Д.А.Дюдкин, В.В.Киселенко. – М.: Теплотехник, 2007. – 528с.
16. Назаритин, В.В. Технология изготовления стальных отливок ответственного назначения/В.В.Назаритин. – М.: Машиностроение, 2006. – 234с.
17. Производство отливок из сплавов цветных металлов/А.В.Курдюмов [и др.]. – М.: МИСИС, 1996. – 504с.
18. Золоторевский, В.С. Металловедение литейных алюминиевых сплавов/В.С.Золоторевский, Н.А.Белов. – М.: МИСИС, 2005. – 376с.
19. Немененок, Б.М. Теория и практика комплексного модифицирования силуминов/Б.М.Немененок. – Мн.: Технопринт, 1999. – 270с.

Дополнительная литература

1. Кечин В.А. Цинковые сплавы/В.А.Кечин, Е.Я.Люблинский. – М.: Металлургия, 1986. – 245с.
2. Тимофеев, Г.И. Автоматизированное проектирование пресс-форм литья по выплавляемым моделям для серийного производства/Г.И.Тимофеев, А.В.Нищенков, И.О.Леушин//Литейное производство. 1995. №6. С.31-33.
3. Поляков, С.Н. Модель конструкции фасонной отливки для анализа литейных процессов и конструирования отливок/С.Н.Поляков, В.А.Попков, К. Прассер//Литейное производство. 1995. №11. С.45.
4. Тихомиров, М.Д. Современный САПР литейной технологии /М.Д.Тихомиров, В.М.Голод//Литейное производство. 1996. №10. С.29-30.
5. Голенков, Ю.В. Моделирование процесса заполнения формы при литье под давлением/Ю.В.Голенков//Литейное производство. 1996. №11. С.37.
6. Скородумов, С.В. Методы послойного синтеза объемных моделей. Перспективы для литейного производства./С.В.Скородумов, В.И.Гладков, С.П.Рожнов//Литейное производство. 1997. №11. С.28-30.
7. Неуструев, А.А. Теория формирования отливок и САПР ТП литья/А.А.Неуструев, В.С.Моисеев//Литейное производство. 1997. №11. С.9-11.
8. Тихомиров, М.Д. Основы моделирования литейных процессов. Тепловая задача./М.Д.Тихомиров//Литейное производство. 1998. №4. С.30-34.

9. Голод, В.М. Теория формирования отливки (очевидные успехи и неочевидные проблемы)/В.М.Голод//Литейное производство. 2001. №6. С.21-23.
10. Тихомиров, М.Д. Основы моделирования литейных процессов. Системы синтеза литейной технологии и их отличие от систем моделирования литейных процессов/М.Д.Тихомиров//Литейное производство. 2004. №2. С.28-31.
11. Вольнов, И.Н. Компьютерное моделирование кинетики кристаллизации отливки из чугуна с шаровидным графитом/И.Н.Вольнов//Литейное производство. 2004. №2. С.31-36.
12. Тихомиров, М.Д. Основы моделирования литейных процессов. Важные особенности систем моделирования/М.Д.Тихомиров//Литейное производство. 2004. №5. С.24-30
13. Абрамов А.А. Применение компьютерного моделирования при разработке технологий изготовления отливок из алюминиевых сплавов/А.А.Абрамов, О.А.Бройтман, М.Д.Тихомиров//Литейное производство. 2006. №11. С.31-34.
14. Огородникова, О.М. Компьютерное моделирование горячих трещин в литых деталях/ О.М.Огородникова, Е.В.Пигина, С.В.Мартыненко//Литейное производство. 2007. №2. С.27-30.
15. Кучин, П.С. Математическое моделирование процессов литья металлов и сплавов/П.С.Кучин, Д.Н.Мальцев//Литейное производство. 2008. №10. С.37-39.
16. Монастырский, А.В. О современных методах разработки и оптимизации технологических процессов в литейном производстве/А.В.Монастырский//Литейное производство. 2009. №5. С.19-22.
17. Шишковский, И.В. Перспективы быстрого прототипирования для изготовления моделей и литейных форм/И.В.Шишковский//Литейное производство. 2010. №6. С.23-29.
18. Петров, П.Б. Системы компьютерного моделирования литейных процессов/П.Б.Петров//Литейное производство. 2010. №8. С.25-29.
19. Абдуллин, А.Д. Автоматическая оптимизация технологии в программном комплексе Solid Cast/ А.Д.Абдуллин//Литейное производство. 2010. №11. С.19-20.
20. Огородникова, О.М. Разработка технологии литья под давлением цинковых сплавов в программной среде CAD/CAE/CAM /О.М.Огородникова, Н.В.Кокушкин// Литейное производство. 2010. №12. С.20-26.
21. Макаренко, К.В. Компьютерный метод оценки взаимосвязи состава, структуры и свойств чугунов/К.В.Макаренко// Литейное производство. 2011. №1. С.2-6.

Раздел 4. «Оборудование и технология сварочного производства»

Основная литература

1. Петров, Г.Л. Теория сварочных процессов (с основами физической химии) / Г.Л. Петров, А.С. Тумарев. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. М.: Высшая школа, 1977. – 392 с.

2. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В.Коновалов [и др.]; Под ред. В.М.Неровного. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. – 752 с.
3. Жизняков, С.Н. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология / С.Н. Жизняков, З.А. Сидлин – Киев: Экотехнология, 2006. – 368 с.
4. Моисеенко, В.П. Материалы и их поведение при сварке: учебное пособие / В.П. Моисеенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 300 с.
5. Лившиц, Л.С. Металловедение сварки и термической обработки сварных соединений / Л.С. Лившиц, А.Н. Хакимов. – М.: Машиностроение, 1989. – 336 с.
6. Металлургия дуговой сварки. Взаимодействие металла с газами / И.К.Походня [и др.]; Под ред. И.К.Походни. – Киев: Наукома думка, 2004. – 441 с.
7. Куликов, В.П. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учеб. пособие / В.П. Куликов. – Мн.: Экоперспектива, 2003. – 415 с.
8. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учеб. Для вузов. Изд. 2-е, исп. и доп. / А.И. Акулов [и др.]. – М.: Машиностроение, 2003. – 560 с.
9. Технология сварки плавлением и термической резки металлов: Учебное для студентов вузов /В.А.Фролов [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 445 с.
10. Чернышов, Г.Г. Технология электрической сварки плавлением: Учебник / Г.Г.Чернышов - М.: Академия. 2010. – 447 с.

Дополнительная литература

1. Восстановление деталей машин: справочник / Ф.И.Пантелеенко [и др.]. /Под ред. В.П.Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Ерохин, А.А. Основы сварки плавлением. Физико-химические закономерности / А.А. Ерохин – М.: Машиностроение, 1973. - 448 с.
3. Куликов, В.П. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки / В.П. Куликов. - Мн.: Экоперспектива – 2003. – 415 с.

Раздел 5. «Металлургическое производство и материалобработка»

Основная литература

1. Воскобойников, В.Г. Общая металлургия: учебник для ВУЗов/ В.Г.Воскобойников, В.А.Кудрин, А.М.Якушев – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005-768 с.
2. Воскобойников, В.Г. Общая металлургия: учебник для ВУЗов/ В.Г.Воскобойников, В.А.Кудрин, А.М.Якушев – М.: Металлургия, 1985-480 с.
3. Дюдкин, Д.А. Современная технология производства стали / Д.А.Дюдкин, В.В.Кисиленко. – М.: Теплотехник, 2007 – 528 с.
4. Гасик, М.И. Теория и технология электрометаллургии ферросплавов: учебник для ВУЗов/ М.И.Гасик, Н.П.Лякишев. – М.: СП Интермет-Инжиниринг, 1999. – 764 с.
5. Металлургические печи. Теория и расчеты: в 2 т. / В.И. Тимошпольский и [др.]; под. общ. ред. В.И. Тимошпольского. – Минск, Белорусская наука, 2007.

6. Тепло- и массообмен: учебное пособие: в 2 ч. / Б.М. Хрусталева [и др.]; под общ. ред. А.П. Несенчука. – Минск, БНТУ, 2007. – Ч. 1. – 543 с.
7. Промышленные теплотехнологии: Машиностроительное и металлургическое производство: учебник: в 5 ч. / А.П. Несенчук, В.И. Тимошпольский, И.А. Трусова; под общ. ред. А.П. Несенчука, В.И. Тимошпольского. – Минск: Выш. шк., 1997 – 200 с.
8. Теплотехника металлургического производства. В 2-х томах: учебник для вузов / В.А. Кривандин [и др.] – М.: Металлургия, 2002.
9. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах / В.И. Тимошпольский [и др.]; под общ. ред. В.И. Тимошпольского. – Минск: Выш.шк., 1992. – 215 с.
10. Мастрюков, Б.С. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей / Б.С. Мастрюков. – М.: Металлургия, 1986. – 530 с.
11. Теплотехника: учебник для вузов / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. школа, 2005. – 671 с.
12. Баскаков, А.П. Теплотехника: учебник для вузов / А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт; под ред. А.П. Баскакова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.

Дополнительная литература

1. Краснощеков, Е.А. Задачник по теплопередаче / Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. – М.: Энергия, 1969. – 321 с.
2. Стальной слиток. В 3 т. / В.И. Тимошпольский [и др.]; под общей редакцией В.И. Тимошпольского. – Минск: Белорусская наука, 2001.
3. Теплотехнологические основы металлургических процессов и агрегатов высшего уровня / В.И. Тимошпольский [и др.]; – Минск: Навука і тэхніка, 1995. – 223 с.
4. Поволоцкий, Д.Я. Внепечная обработка стали / Д.Я.Поволоцкий, В.А.Кудрин, А.Ф.Вишкарев. – М.: МИСИС, 1995. – 256 с.
5. Поволоцкий, Д.Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов/ Д.Я.Поволоцкий, В.Е.Рощин, Н.В.Мальков. – М.: Металлургия, 1995. – 592 с.
6. Кудрин, В.А. Теория и технология производства стали / В.А.Кудрин. – М.: Мир, 2003. – 528 с.
7. Москвитин, В.И. Металлургия легких сплавов / В.И.Москвитин, И.В.Николаев, Б.А.Фомин. –М.: Интермет, 2005. – 414 с.

Критерии оценки вступительного испытания

10 (десять) баллов	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;</p> <p>точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</p> <p>безупречное владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</p> <p>выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;</p> <p>полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы программы;</p> <p>умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
9 (девять) баллов	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;</p> <p>точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</p> <p>владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</p> <p>способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
8 (восемь) баллов	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;</p> <p>использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;</p> <p>владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</p> <p>способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>

<p>7 (семь) баллов</p>	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках программы вступительного испытания; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку; высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>6 (шесть) баллов</p>	<p>достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы вступительного испытания; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в решении профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания; усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им сравнительную оценку; высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>5 (пять) баллов</p>	<p>достаточные знания в объеме программы вступительного испытания; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в решении профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания; усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им сравнительную оценку; достаточный уровень культуры исполнения заданий.</p>

<p>4 (четыре) балла</p>	<p>достаточный объем знаний в рамках программы вступительного испытания; усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им оценку; допустимый уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>3 (три) балла</p>	<p>недостаточно полный объем знаний в рамках программы вступительного испытания; знание части основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками; слабое владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин; низкий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>2 (два) балла</p>	<p>фрагментарные знания в рамках программы вступительного испытания; знания отдельных литературных источников, рекомендованных программой вступительного испытания; неумение использовать научную терминологию программы, наличие в ответе грубых, логических ошибок; низкий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>1 (один) балл</p>	<p>отсутствие знаний и (компетенций) в рамках программы вступительного испытания, отказ от ответа.</p>