

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»  
**Институт машиностроения, материалов и транспорта**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИММиТ

  
А.А. Попович

« 21 » октября 2020 г.

## **ПРОГРАММА**

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру  
по направлению подготовки / образовательной программе**

**22.04.02 «Металлургия»**

**22.04.02\_06 Материаловедение, технологии получения и обработки  
металлических материалов со специальными свойствами**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург

2020

## АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по 22.03.02 Metallurgy вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительных испытаний в магистратуру.

Вступительное испытание, оценивается по стобалльной шкале и состоит из двух блоков:

- междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры, проводимого очно в письменной или устной форме, или дистанционно (**максимальный балл – 60**);

- портфолио, требования к которому включаются в программу вступительного испытания по соответствующей образовательной программе (**максимальный балл – 40**).

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – 30 баллов (50%).

При проведении междисциплинарного экзамена в дистанционном формате или очно в письменной форме (с использованием электронных средств) формируется банк тестовых вопросов. Количество вопросов в тесте 21, из которых 20 тестовых вопросов с возможностью выбора варианта ответа и 1 вопрос, требующий развернутого ответа.

При проведении междисциплинарного экзамена очно в устной или письменной форме формируется банк билетов с вопросами, требующими развернутых ответов.

**Руководитель ОП:**

**Составители:**

профессор, д.т.н.

доцент, к.т.н.

доцент, к.т.н.



С.В. Ганин

А.М. Золотов

С.В. Ганин

В.В. Кисленков

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию ученым советом ИММиТ  
(протокол № 2\_ от «20» октября 2020 г.).

# 1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

- 1.1. Материаловедение
- 1.2. Теория термической обработки металлов и сплавов
- 1.3. Механические свойства металлов
- 1.4 Обработка металлов давлением

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

### 2.1 Материаловедение

1. Характеристика металлического состояния с точки зрения атомного кристаллического строения вещества. Типы химической связи.
2. Методы исследования в материаловедении: металлография и электронная микроскопия, рентгеноструктурный
3. микрорентгеноспектральный анализ, фрактография и дефектоскопия и другие физические методы.
4. Требования, предъявляемые к металлическим и неметаллическим материалам. Физические, химические и эксплуатационные свойства материалов.
5. Механические свойства материалов. Критерии прочности, пластичности, вязкости, твердости и методики их определения.
6. Строение твердых и жидких металлов. Плавление и кристаллизация чистых металлов, кривые охлаждения. Зависимость объемной энергии Гиббса жидкой и твердой фаз в системе от температуры, и степени переохлаждения.
7. Гомогенная кристаллизация. Зарождение кристаллов. Понятие критического зародыша. Кристаллизационные параметры Таммана. Понятие о зерне и дендритной ячейке литого металла. Гетерогенная кристаллизация. Модифицирование. Строение и структура слитка. Факторы, определяющие форму и размер литого зерна.
8. Механизмы роста кристаллов при кристаллизации чистых металлов. Формы металлических кристаллов. Дендритный рост, направления дендритного роста. Роль дефектов кристаллического строения в формировании растущего кристалла.
9. Фазовые превращения в твердом состоянии. Полиморфизм металлов (аллотропическое превращение). Общие закономерности развития фазовых превращений в твердом состоянии. Диффузионный и бездиффузионный механизмы развития фазового превращения в твердом состоянии. Форма кристаллов, образующихся при фазовом превращении в твердом состоянии.
10. Изменение структуры и свойств металлов при холодной и горячей деформации. Структура и свойства металлов при нагреве, после холодной обработке давлением. Возврат, рекристаллизация.

11. Двухкомпонентная диаграмма состояния с граничными твердыми растворами и нонвариантным эвтектическим превращением. Двухкомпонентная диаграмма состояния с нонвариантным перитектическим превращением и граничными твердыми растворами. Диаграмма состояния систем с полиморфными превращениями и промежуточными фазами. Двухкомпонентная диаграмма состояния с граничными твердыми растворами и нонвариантным эвтектоидным превращением. Диаграмма состояния системы с нонвариантным монотектоидным равновесием. Диаграмма состояния системы с нонвариантным метатектическим равновесием. Диаграмма состояния системы с нонвариантным монотектическим равновесием. Диаграмма состояния системы с нонвариантным синтектическим равновесием.
12. Зависимость свойств от их состава и структурного состояния. Неравновесная кристаллизация. Влияние скорости охлаждения при затвердевании на структуру сплавов. Дендритная ликвация. Диффузионные процессы при неравновесной кристаллизации. Неравновесный солидус в системах с непрерывными твердыми растворами и эвтектического типа.
13. Строение и свойства чистого железа. Полиморфные превращения железа. Метастабильное и стабильное равновесие в системе железо-углерод. Диаграмма состояния железо-цементит и железо-графит. Фазы и структурные составляющие, их строение и свойства.
14. Фазовые и структурные превращения в техническом железе, малоуглеродистых сталях, и доэвтектоидных, эвтектоидных, заэвтектоидных сталях при кристаллизации и охлаждении в твердом состоянии.
15. Сплавы системы железо-углерод: техническое железо, стали, чугуны. Классификация сталей по качеству, химическому составу, применению, способу обработки. Влияние углерода, легирующих элементов, примесей на свойства сталей.
16. Высокоуглеродистые сплавы системы железо-углерод. Фазовые и структурные превращения в белых чугунах. Эвтектическая кристаллизация в системе железо-цементит.
17. Диаграмма состояния системы железо-графит. Чугуны общего назначения, литейные и механические свойства, химический состав. Серые чугуны. Получение структуры серых чугунов на ферритной, феррито-перлитной и перлитной основе в зависимости от химического состава и условий охлаждения. Чугун с пластинчатым графитом для отливок, ГОСТ 1412-85. Модифицирование чугуна.
18. Высокопрочные чугуны, чугуны с вермикулярным графитом. Ковкие чугуны. Чугуны специального назначения, легированные чугуны.
19. Химический состав, структура, свойства чугунов. Чугун с вермикулярным графитом для отливок, ГОСТ 28394-79. Чугун с шаровидным графитом для отливок, ГОСТ 7293-85.
20. Отливки из ковкого чугуна, ГОСТ 1215-79. Легированный чугун для отливок со специальными свойствами, ГОСТ 7769-82.

## **2.2. Теория термической обработки металлов и сплавов**

1. Содержание и значение термической обработки. Краткий исторический обзор развития теории и практики термической обработки. Значение работ П.П. Аносова и Д.К. Чернова - основоположников учения о природе стали и условиях ее термической обработки. Развитие зарубежной и отечественной науки о черных и цветных металлах, сплавах и их термической обработке. Применение термической обработки в отечественной промышленности; значение термической обработки в решении вопроса о снижении веса и увеличении долговечности деталей машин и механизмов. Основные термины и определения. ГОСТ 18295-72. Классификация видов термической обработки.

2. Виды отжига. Цели отжига 1 рода. Отжиг, уменьшающий напряжения. Определение, решаемые задачи. Остаточные напряжения и деформации. Понятие напряжений 1 рода. Влияние знака и величины остаточных внутренних напряжений на работоспособность деталей машин. Влияние остаточных напряжений на стабильность размеров изделий. Напряжения от неоднородной деформации. Термические и структурные напряжения. Классификация напряжений по видам операций, при которых они возникают. Напряжения в стальных и чугунных отливках и сварных конструкциях, их происхождение, снятие отжигом. Механизмы снятия напряжений при отжиге: диффузионный и сдвиговый. Соотношение величины внутренних остаточных напряжений и значений критического сопротивления сдвигу.

3. Характеристика неоднородного по химическому составу твердого раствора, образовавшегося при неравновесной кристаллизации в системе компонентов с неограниченной растворимостью в твердом и жидком состоянии. Влияние последствий неравновесной кристаллизации на структуру и свойства слитков и отливок из черных и цветных металлов. Виды структурных дефектов литого металлического сплава в связи с диаграммой состояния системы. Пути устранения последствий неравновесной кристаллизации.

4. Понятие отжига - гомогенизации, как диффузионного процесса. Диффузия в неоднородной системе. Частные решения диффузионных законов в регулярной неоднородной системе. Зависимость коэффициента диффузии от температуры. Технологические параметры отжига - гомогенизации: температура и время. Роль скорости нагрева и скорости охлаждения в технологии гомогенизационного отжига. Пути сокращения длительности отжига - гомогенизации. Особенности структурных изменений при отжиге сплавов, содержащих в структуре неравновесные структурные составляющие.

5. Причины двойникования. Две стадии двойникования. Схема двойникового зародыша, рост двойника. Понятие двойнивающей дислокации. Вклад различных механизмов деформации в изменение структуры и тонкого кристаллического строения деформированного металла. Текстура деформации. Волокнистость, строчечность. Анизотропия свойств деформированного металла.

6. Процессы, протекающие при нагреве деформированного металла. Понятие процессов возврата. Механизмы отдыха, полигонизации и рекристаллизации — на местел. Процессы рекристаллизации. Понятие первичной рекристаллизации. Зарождение зародышевых высокоугловых границ и их миграция. Особенности первичной рекристаллизации после деформации с критической степенью. Механизмы собирательной и вторичной рекристаллизации.

7. Основные закономерности рекристаллизации. Влияние технологических параметров отжига и предшествующей деформации на положение порога рекристаллизации и интенсивность процессов. Величина рекристаллизованного зерна. Пространственные диаграммы рекристаллизации 1,2 и 3 типа. Изменение свойств металлов при отжиге - рекристаллизации. 8. Текстура рекристаллизации. Анизотропия свойств рекристаллизованного металла. ГОСТ 21073.0-75 - 21073.4-75 на величину зерна. Отжиг - рекристаллизация промышленных сплавов на основе железа, алюминия, меди, никеля, титана. Особенности процесса, режимы. Отжиг, увеличивающий зерно. Режимы отжига трансформаторной стали. Получение специальной —стапельной| структуры вольфрамовой проволоки для спиралей ламп накаливания. Применение отжига для получения монокристаллов.

8. Основное определение отжига второго рода. Возможность осуществления отжига второго рода в связи с диаграммой состояния системы. Фазовая перекристаллизация: частичная и полная. Основные закономерности фазовой перекристаллизации. Движущие силы фазовой перекристаллизации. Роль поверхностной и упругой энергии. Понятие критического зародыша. Перенагрев и переохлаждение при фазовой перекристаллизации. Основные кристаллизационные параметры. Кинетика фазовой перекристаллизации. Диаграммы изотермического и термокинетического типа при нагреве и охлаждении. Роль энергетических параметров фазовой перекристаллизации и процессов диффузии.

9. Образование аустенита при нагреве стали. Механизм и кинетика превращения феррито-цементитной структуры в аустенит. Особенности превращения для доэвтектоидной и заэвтектоидной стали. Превращения при непрерывном нагреве. Влияние скорости нагрева. Особенности механизма и кинетики образования аустенита при высокоскоростном нагреве.

10. Величина зерна аустенита при нагреве стали. Влияние хим. состава стали на величину зерна. Понятие наследственно-крупнозернистой и наследственно-мелкозернистой стали. Влияние величины зерна на свойства стали. Стандартные шкалы микроструктур по ГОСТ 5639-82.

11. Превращения в стали при медленном охлаждении. Механизм перлитного превращения, формирование структуры перлита. Кинетика перлитного превращения. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Влияние степени переохлаждения и скорости охлаждения на строение перлита. Основные характеристики дисперсности феррито-цементитных структур. Понятия структур зернистого перлита, пластинчатого перлита, сорбита,

троостита. Условия их образования, структура и свойства сталей с такими структурами.

12. Особенности фазовых превращений при охлаждении доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей. Влияние скорости охлаждения и степени переохлаждения на структурное состояние избыточной фазы. Понятие квазиэвтектоида. Влияние хим. состава стали, размера зерна и степени гомогенности аустенита на кинетику фазового превращения.

13. Технология отжига второго рода. Назначение, режимы, влияние на механические свойства и структуру стали, а также обрабатываемость стали резанием. Полный отжиг, нормализация, одинарная термическая обработка; изотермический отжиг и одинарная изотермическая обработка, патентирование. Неполный отжиг доэвтектоидной и заэвтектоидной стали. Процессы сфероидизации. Сфероидизирующий отжиг.

14. Виды фазовой перекристаллизации чугунов. Теория графитизации цементита. Влияние состава чугуна на структуру и способность к графитизации. Технология отжига на ковкий чугун: основной режим и особенности его для получения чугуна с перлитной, феррито-перлитной основой и др. Структура и свойства ковкого чугуна. Способы сокращения длительности отжига на ковкий чугун. Технические условия на ковкий чугун по ГОСТ 1215-79.

15. Графитизированная сталь. Модифицированный серый чугун. Нормализация чугуна. Особенности фазовой перекристаллизации цветных сплавов. Применение отжига второго рода к цветным сплавам.

16. Закалка. Основное определение. Связь понятия закалки с диаграммой состояния системы. Понятие полной и неполной закалки. Закалка без полиморфного превращения и закалка на мартенсит. Основные технологические параметры закалки: температура, время выдержки, скорость охлаждения. Связь определения закалки с диаграммой изотермического превращения переохлажденной высокотемпературной фазы. Понятие критической скорости закалки. Изменение механических свойств при закалке без полиморфного превращения. Закалка промышленных цветных сплавов. Классификация алюминиевых сплавов по способности к упрочнению при термообработке. Особенности закалки дуралюминов, авиалей, жаропрочных и высокопрочных деформируемых сплавов, литейных алюминиевых сплавов. Особенности режимов закалки магниевых, медных, никелевых сплавов.

17. Закалка с полиморфным превращением (закалка на мартенсит). Основные понятия. Термодинамика мартенситного превращения. Связь с диаграммой изотермического превращения переохлажденного аустенита. Определение мартенситного превращения, как фазового превращения особого типа. Особенности мартенситного превращения. Кинетика мартенситного превращения. Механизм мартенситного превращения. Перестройка кристаллической решетки и деформационные явления - составные части мартенситного превращения. Основная и дополнительная деформация мартенситного превращения. Структура и строение мартенсита. Причины



упрочнения стали при закалке на мартенсит. Понятие закаливается. Влияние содержания углерода и легирующих элементов на закаливаемость стали.

18. Технология закалки стали. Основные технологические параметры закалки стали. Определение температуры нагрева под закалку углеродистой доэвтектоидной и заэвтектоидной сталей. Перегрев при нагреве под закалку. Влияние легирования на температуру нагрева под закалку. Недогрев при закалке. Неполная закалка стали. Влияние скорости нагрева на температуру закалки. Длительность выдержки. Условия выбора скорости нагрева и длительности выдержки при закалке. Виды нагревающих сред. Ступенчатый нагрев под закалку.

19. Охлаждение при закалке. Выбор скорости охлаждения при закалке. Охлаждающие среды, их виды, характеристика. Внутренние напряжения при закалке. Коробление и деформация при закалке. Явление сверхпластичности (термокинетической пластичности) в момент протекания фазового (мартенситного) превращения. Способы борьбы с короблением и образованием трещин. Принципы бездеформационной закалки.

20. Способы закалки стали: непрерывная, прерывистая, ступенчатая, изотермическая. Механизм бейнитного превращения. Структура и свойства стали после ступенчатой и изотермической закалки. Закалка с подстуживанием, закалка с обработкой холодом, закалка с самоотпуском, сорбитизация. Термообработка рельс и ходовых колес.

21. Понятие прокаливаемости. Характеристики прокаливаемости: глубина закаленного слоя, полоса прокаливаемости, критический диаметр, идеальный критический диаметр. Номограмма Блантера. Способы определения прокаливаемости. Способы регулирования прокаливаемости. Применение сталей повышенной прокаливаемости и сталей регламентированной прокаливаемости.

22. Поверхностная закалка стали. Виды, применение. Особенности фазовых превращений при высокоскоростном непрерывном нагреве под закалку. Диаграммы преимущественных режимов закалки. Закалка с нагревом токами высокой частоты. Основы индукционного нагрева. Влияние технологических параметров на глубину закаленного слоя. Способы закалки т.в.ч.: одновременный, поочередный, непрерывно-последовательный, поочередно-последовательный и др. Преимущества и недостатки закалки с нагревом т.в.ч. Закалка пламенем газовой горелки. Закалка в электролите, применение ультразвука для повышения качества закаленных изделий в электролите. Закалка с контактным нагревом. Лазерная поверхностная обработка. Применение плазменного нагрева и других высококонцентрированных источников энергии для поверхностной закалки.

23. Отпуск и старение. Основные положения и определения. Теоретические основы отпуска и старения. Теория распада пересыщенных твердых растворов. Стадии распада: образование микронеоднородностей в объеме пересыщенного твердого раствора, появление зон, зарождение метастабильных и стабильных фаз, рост частиц выделяющейся фазы, коагуляция. Механизмы процессов.

24. Особенности прерывистого и непрерывного распада пересыщенного твердого раствора. Определение состояния коллоидного равновесия в процессе распада. Изменения свойств при распаде пересыщенных твердых растворов. Классификация операций старения. Естественное и искусственное старение. Старение зонное и фазовое, неполное упрочняющее и полное старение, старение стабилизирующее, разупрочняющее. Кинетика старения. Влияние состава сплава, строения фаз на упрочнение сплавов при старении.

25. Отпуск углеродистой стали. Виды отпуска: низкий, средний, высокий. Улучшение. Процессы, протекающие при отпуске стали: распад мартенсита, распад и превращение остаточного аустенита, карбидное превращение, коагуляция карбидов. Изменение механических свойств при отпуске стали. Особенности изменения свойств при отпуске высокоуглеродистых сталей, легированных и высоколегированных сталей, отпуск на дисперсионное твердение. Механизмы процессов. Изменение ударной вязкости при отпуске сталей. Понятие отпускной хрупкости первого и второго рода. Механизмы, объясняющие отпускную хрупкость. Меры предупреждения и устранения отпускной хрупкости.

26. Особенности старения деформируемых и литейных алюминиевых, магниевых, медных и никелевых сплавов. Режимы, особенности изменения структуры и свойств сплавов при закалке и старении сплавов.

27. Особенности термообработки титановых сплавов. Фазовый состав титановых сплавов после закалки в зависимости от состава сплавов. Строение мартенситных фаз, особенности их образования. Превращения при отпуске титановых сплавов. Структура и свойства титановых сплавов после упрочняющих видов термической обработки.

#### *Основная литература*

1. Ю.М. Лахтин *Металловедение и термическая обработка металлов*. Издательство «Металлургия» 407 стр.
2. Новиков И.И. *Теория термической обработки металлов*. Учебник, 4-е изд., м., Metallurgia, 480 с.

### **2.3. Механические свойства металлов**

Испытания при статическом растяжении, испытания на сжатие, испытания на изгиб, твердость металлов, динамические испытания.

*Основная литература по изучению курса:*

1. Ю.М. Лахтин *Металловедение и термическая обработка металлов*. Издательство «Металлургия» 407 стр.
2. *Материаловедение и технология конструкционных материалов*, под ред. В.Б. Арзамасов. - М.: МГТУ им. Баумана. 2008. – 648 с.

*Дополнительная литература по изучению курса:*

1. *Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю ГОСТ 9012-59 (СТ СЭВ 468-88)*
2. *Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу ГОСТ 9013—59 (СТ СЭВ 469—77, ИСО 6508—86)*
3. *Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу ГОСТ 2999-75.*
4. *Металлы. Методы испытаний на растяжение ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84, СТ СЭВ 471-88)*
5. *Материаловедение / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин — СПб, хим. издат, 2007.*
6. *Материаловедение. Технология конструкционных материалов / Ю.Г. Сергеев — СПбГПУ, изд-во Политехн. ун-та, 2010.*
7. *Механические свойства металлов. учебное пособие. / С. Ю. Кондратьев — СПб. Изд-во Политехн. ун-та, 2011.*
8. *Механические свойства металлов. Усталость металлов. учеб. пособие для вузов по спец. "Металловедение и термическая обработка металлов". / В. И. Горынин, С. Ю. Кондратьев — СПб. Изд-во Политехн. ун-та, 2005.*
9. *Теория и технология термической обработки. Лабораторный практикум / Сергеев Ю.Г., Хайдоров А.Д., Масликова Е.И. — СПбГПУ , 2005.*
10. *Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. Учеб. для вузов. / Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов — Москва МИСИС, 2001*
- 11.

### **2.4. Обработка металлов давлением**

#### **Теория обработки металлов давлением**

Темы (вопросы)

1. Величины, характеризующие напряженное состояние и деформацию тела.
2. Уравнение совместности (неразрывности) деформаций.
3. Взаимосвязь напряжений и деформаций.
4. Плоское напряженное состояние и плоская деформация.
5. Дифференциальные уравнения равновесия и условия на контуре для плоской задачи.
6. Формулы для расчета нормального и касательного напряжений.
7. Дифференциальное уравнение и условия на контуре для трехмерной задачи.
8. Главные напряжения и их основные схемы.

9. Максимальные касательные напряжения.
10. Октаэдрические напряжения.
11. Главные деформации. Эллипсоид деформаций. Октаэдрический сдвиг.
12. Обобщенный закон упругости.
13. Закон изменения объема. Конечные деформации.
14. Условия перехода от упругой деформации к пластической (условия пластичности).
15. Взаимосвязь обобщенного напряжения и обобщенной деформации. Испытания металлов на растяжение.
16. Пластичность металлов. Влияние температуры, степени и скорости деформации.

Литература для подготовки:

1. В.С. Смирнов Теория обработки металлов давлением. М.: Металлургия. 1971. 460с.
2. Г.С. Казакевич, А.И. Рудской. Механика сплошных сред. СПб., Изд-воСПбГПУ, 2003 г., 264 с.
3. Ю.И. Рыбин, А.И. Рудской, А.М. Золотов. Математическое моделирование и проектирование технологических процессов обработки металлов давлением. СПб., Наука, 2004. 604 с.

### **Технология обработки металлов давлением**

1. Основные геометрические характеристики очага деформации. Угол захвата, условие захвата. Условие устойчивости прокатки. Нейтральный угол, опережение, отставание. Характеристики деформации полосы при прокатке.
2. Характер деформации металла на низких, средних и высоких очагах деформации.
3. Упругое сплющивание валков.
4. Сопrotивление деформации металлов. Влияние температуры, степени и скорости деформации.
5. Расчет энергосиловых параметров прокатки. Силы и крутящие моменты прокатки.
6. Прокатка сортового металла в калибрах. Системы калибров. Расчет деформаций при прокатке в калибрах.
7. Методики расчета режимов обжатий при прокатке.
8. Сравнительная характеристика технологий прокатки непрерывно-литой заготовки и заготовки, полученной после прокатки на обжимных и непрерывно-заготовочных станах. Температурный режим прокатки. Температурный клин и его устранение.
9. Технология прокатки на непрерывных широкополосных станах (НШПС).
10. Контролируемая прокатка на НШПС. Управление структурой с свойствами горячекатаного листа.
11. Технология прокатки толстого листа на реверсивных станах.
12. Дефекты проката, методы их предотвращения и устранения.
13. Технологии прокатки на сортовых станах.

14. Технологии прокатки на проволочных станах.
15. Технологии производства холоднокатаного листа. Снятие окалины, Прокатка. Отжиг. Дрессировка. Нанесение покрытий.
16. Производственный цикл производства металлургической продукции. Структура прокатного производства. Основные тенденции развития металлургического производства, тенденции развития прокатного производства.

Литература для подготовки:

1. А.И. Рудской, В.А. Лунев. Теория и технология прокатного производства. СПб., Наука, 2005. – 540 с.
2. Учебное пособие для вузов. — Издание второе, переработанное и дополненное. — М.: Теплотехник, 2010. — 490 с.
3. Н.И. Шефтель. Технология производства проката. М.: Металлургия. 1976, 576 с.
4. Б.Б. Диомидов, Н.В. Литовченко. Технология прокатного производства. М.: Металлургия. 1979 – 488с..

### **Физические основы прочности и пластичности металлов при обработке давлением.**

1. Представления о теоретической прочности кристаллов.
2. Точечные дефекты. Основные свойства вакансий. Вакансионные механизмы диффузии.
3. Дислокации. Типы дислокаций. Геометрические характеристики. Плотность дислокаций
4. Напряжения, создаваемые дислокациями. Энергия дислокаций.
5. Приближение линейного натяжения. Размножение дислокаций.
6. Деформационное упрочнение. Дислокационные механизмы упрочнения.
7. Упрочнение от взаимодействия дислокаций с атомами примесных и легирующих элементов, с частицами выделений избыточных фаз.
8. Размножение дислокаций.
9. Междолинные и междолинные границы. Типы и свойства границ. Дислокационные модели границ.
10. Взаимодействие дислокаций с границами. Роль размера зерна в формировании прочностных свойств металла.
11. Структура деформированного металла. Механизмы деформации.
12. Стадии термического разупрочнения деформированного металла. Возврат и рекристаллизация. Закономерности рекристаллизации.
13. Движущие силы и кинетика рекристаллизации.
14. Общие представления о разрушении металлов при пластической деформации. Классификация трещин по форме и размерам.
15. Критерии разрушения Гриффитса, Орована и силовой.
16. Пути распространения трещин. Методы борьбы с разрушением.

Литература для подготовки:

1. С.С. Горелик. Рекристаллизация металлов и сплавов. М., Metallurgy. 1978. – 568 с.
2. Н.Г. Колбасников Физические основы прочности и пластичности металлов. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. 222 с.
3. А.И. Рудской, Колбасников Н.Г., Торопов С.С. Структура, пластичность и разрушение металлов. Эксперимент и моделирование. СПб, Изд-во Политехн. ун-та. 2016. 328 с.

### 3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт машиностроения, материалов и транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ С.В. Ганин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

### ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по образовательной программе

**22.04.02\_06 Материаловедение, технологии получения и обработки  
металлических материалов со специальными свойствами**

---

*Код и наименование направления подготовки / образовательной программы*

#### **1. Примеры тестовых вопросов (балл каждого вопроса – 2):**

*а. В каких единицах определяется твёрдость методом Виккерса:*

-МПа

-мм

-кило Н

-относительные единицы-

*б. Вредными примесями в стали являются:*

-углерод

- сера и фосфор

-никель и медь

-кремний и марганец

***в. Какие легирующие элементы повышают коррозионную стойкость:***

- марганец
- хром
- углерод
- никель

**2. Примеры описательного вопроса в тесте (максимальный балл – 20):**

Термическая обработка. Классификация термической обработки. Четыре основные превращения в сплавах железо-углерод. Изотермическая диаграмма распада аустенита. Влияние скорости охлаждения на распад аустенита. Мартенситное превращение в углеродистых сталях. Старение и отпуск. Отжиг 1-го и 2-го родов.

**3. Примеры вопросов билета (максимальный балл – 60)**

1. Дислокации. Типы дислокаций. Геометрические характеристики. Плотность дислокаций
2. Технологии производства холоднокатаного листа. Снятие окалины, Прокатка. Отжиг. Дрессировка. Нанесение покрытий.
3. Охлаждение при закалке. Выбор скорости охлаждения при закалке. Охлаждающие среды, их виды, характеристика.
4. Двухкомпонентная диаграмма состояния с граничными твердыми растворами и невариантным эвтектическим превращением.



#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К ПОРТФОЛИО ПОСТУПАЮЩЕГО

**Портфолио** предоставляется в полном объеме **не позднее чем за один рабочий день** до междисциплинарного экзамена.

В портфолио указываются достижения поступающего в научной и образовательной областях, в интеллектуальных и (или) творческих конкурсах, соответствующие образовательной программе направления подготовки **22.04.02 «Металлургия»**.

Документы, подтверждающие достижения поступающего предоставляются в виде электронного образа документа в формате PDF (Portable Document Files) или JPEG. Электронный образ документа должен обеспечивать визуальную идентичность его бумажному оригиналу.

Качество представленных электронных образов документов должно позволить в полном объеме прочитать текст документа. Если бумажный документ состоит из двух или более листов, электронный образ такого бумажного документа формируется в виде одного файла.

| №   | Наименование достижения  | Подтверждающий документ   | Количество баллов |
|-----|--|---|-------------------|
| 1   | Мотивационное письмо, включая резюме об учебной, научной, профессиональной деятельности и подтверждающие документы (при наличии) | Мотивационное письмо / Эссе   | 1-10              |
| 1.1 | Статьи, индексируемые в Scopus (количество статей суммируется)   | ссылка на публикацию на сайте <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>                 | 4                 |
| 1.2 | Статьи, индексируемые в РИНЦ (количество статей суммируется)   | ссылка на публикацию на сайте <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>                     | 2                 |
| 1.3 | Наличие статуса победителя (личное или командное первенство) международных, всероссийских, региональных студенческих олимпиад    | диплом победителя (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команд) | 2                 |
| 1.4 | Наличие статуса призера (личное или командное первенство) международных, всероссийских, региональных студенческих олимпиад       | диплом призера (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команды)   | 4                 |
| 1.5 | Наличие статуса победителя международного инженерного чемпионата «Case-in»   | диплом победителя   | 3                 |
| 1.6 | Диплом за победу в конкурсах   | диплом победителя   | 3                 |

|      |   |  |   |
|------|---|--|---|
|      | кейсов, научных проектов, чемпионатов, научных играх и т.д.   |  |   |
| 1.7  | Наличие статуса призера международного инженерного чемпионата «Case-in»   | диплом призера   | 3 |
| 1.8  | Наличие именного сертификата ФИЭБ   | сертификат ФИЭБ  | 4 |
| 1.9  | Наличие статуса победителя Школы магистров СПбПУ  | диплом победителя  | 8 |
| 1.10 | Наличие статуса победителя или призера отраслевых студенческих олимпиад   | диплом победителя или призера (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команды) | 3 |
| 1.11 | Сертификат, подтверждающий владение иностранным языком  | сертификат   | 8 |
| 1.12 | Наличие международных стажировок, включая международные научные школы   | документ о прохождении стажировки  | 6 |
| 1.13 | Документ, подтверждающий очное участие в научной конференции  | сертификат участника или статья в сборнике конференции.  | 3 |
| 1.14 | Диплом победителя научной конференции / выставки  | диплом победителя  | 5 |
| 1.15 | Документы, подтверждающие получение повышенной стипендии (Президента, Правительства РФ, Ученого совета университета, за учебную, научную и др. виды деятельности) при обучении по образовательным программам бакалавриата | Копии приказов о назначении на стипендию   | 4 |
| 1.16 | Наличие нагрудного знака «отличник учебы»:  | Копия удостоверения  | 4 |

Сумма баллов, начисленных поступающему за портфолио, не может быть более 40 баллов.

В случае предоставления недостоверной информации и/или работы, содержащей неправомерные заимствования (плагиат), либо работы, выполненные иным лицом, поступающий несет ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. При этом в случае установления данных фактов, приемная комиссия вправе выставить поступающему низший балл за портфолио – 0 (ноль) баллов.

Баллы, начисленные за портфолио, включаются в сумму баллов вступительного испытания.

После проведения междисциплинарного экзамена абитуриента информируют о результатах вступительного испытания. Итоговая сумма баллов вступительного испытания не может превышать 100 баллов.