

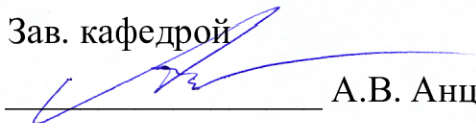
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Машиностроение и материаловедение»

Утверждено на заседании кафедры  
«Машиностроение и материаловедение»  
«30» января 2023 г., протокол № 6

Зав. кафедрой

 А.В. Анцев

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Материаловедческая экспертиза причин отказов»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки  
**22.04.02 Metallургия**

с направленностью (профилем)  
**Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 220402-01-22

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик:**

Маркова Галина Викторовна проф. каф. МиМ, д.т.н., доц.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ )

## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

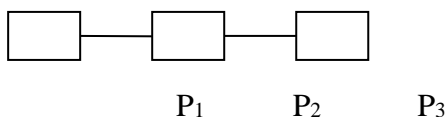
## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.1)

1. Какие показатели относятся к показателям качества?
2. Какие методы используют для определения показателей надежности?
3. Чем обусловлены высокие значения  $E$ ,  $T_{пл}$ , твердости у металлов с ковалентной связью
4. Расположить типы связи в порядке возрастания твердости кристаллов: 1 - ковалентная, 2 - металлическая, 3 – Ван-дер-Ваальсова.
5. Какая морфология структурных составляющих свидетельствует о предрасположенности к хрупкому разрушению
6. Какие параметры не влияют на  $K_{IC}$ ?
7. По какому признаку отказы классифицируют на полные и частичные?
8. Какой дефект, связанный с образованием нитридной фазы, образуется при высокотемпературном азотировании?
9. Какие материалы обладают лучшим комплексом характеристик  $\sigma_t$ ,  $K_{IC}$ ,  $T_x$
10. При каких температурах наблюдаются отпускная хрупкость I и II рода

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)

1. По какому признаку отказы классифицируют на полные и частичные?
2. По какому признаку отказы классифицируют на естественные и искусственные?
3. По какому признаку отказы классифицируют на конструкционные, технологические и эксплуатационные?
4. Какой особенностью обладают силикаты?
5. Какие включения имеют веретенообразную форму в деформированной стали?
6. При каком увеличении следует определять балл неметаллических включений по ГОСТу?
7. Каков характер разрушения при трехосном сжатии:
8. Как влияют примеси внедрения на  $T_x$
9. Продолжительность либо объем работы изделия
10. Определите вероятность безотказной работы конструкции  $P(t)$ , если  $P(t)_1 = 0,3$ ;  $P(t)_2 = 0,2$ ;  $P(t)_3 = 0,3$



**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.2)**

1. По какому признаку отказы классифицируют на внезапные и постепенные?
2. Какие неметаллические включения наиболее часто встречаются в сталях?
3. Как влияет легирование на склонность стали к флокеночувствительности?
4. Что характеризует коэффициент интенсивности напряжений  $K_{Ic}$
5. Каково соотношение между длиной трещины и приложенным напряжением?
6. Каков радиус вершины трещины при квази-хрупкого разрушения?
7. Является ли трещина произвольной формы признаком вязкого разрушения?
8. Для математического описания какого разрушения существует модель Гриффитса?
9. Какому разрушению соответствуют большие значения поглощенной энергии?
10. Каков характер разрушения при трехосном растяжении?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)**

1. Способы предупреждения образования усадочной раковины.
2. Причины образования флокенов.
3. Как образуется древовидный излом
4. Какие показатели относятся к показателям качества?
5. Что такое показатели надежности.
6. Для определения показателей надежности используют...
7. Какой вид нагружения характерен для хрупкого разрушения?
8. Какая зона обладает признаками статического разрушения?
9. Что можно исправить гомогенизационным отжигом?
10. Что является основным процессом при коррозионном растрескивании под напряжением

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.3)**

1. Какие показатели являются показателем надежности?
2. Что такое сверхструктура?
3. Как изменяется размер отдельных дендритов при повышении скорости кристаллизации.
4. Как предупредить образование дендритного излома ?
5. Как называется поверхность, образующаяся при выходе дислокаций на поверхность металла при коррозионном растрескивании под напряжением
6. Как связана удельная поверхностная энергия и критическая длина трещины
7. Какой показатель надежности характеризует вероятность того, что в произвольный момент времени изделие является работоспособным?
8. Механические свойства ( $\sigma_T$ ) материалов с какой решеткой наиболее чувствительны к температуре?
9. Укажите эффективный механизм понижения  $T_x$  в сплавах с ОЦК решеткой:
10. К транскристаллитному разрушению относят следующий излом:

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

1. Какая морфология структурных составляющих свидетельствует о предрасположенности к хрупкому разрушению?
2. Что может являться прямой причиной отказов?

3. Как влияет легирование на склонность стали к отпускной хрупкости II рода?
4. Какую величину принимают для оценки  $T_x$  в качестве параметра, характеризующего вязкость разрушения?
5. Какую модель используют для математического описания вязкого разрушения?
6. Для построения какой зависимости определяют долю вязкой составляющей в изломе?
7. Продолжительность либо объем работы изделия?
8. Что не может являться прямой причиной отказов?
9. Какой из механизмов упрочнения увеличивает  $\sigma_T$ ,  $K_{IC}$ , и при этом не увеличивает  $T_x$ ?
10. Какой тип атомов примесей негативно влияет на характеристики  $\sigma_T$ ,  $K_{IC}$ ,  $T_x$ ?

### **3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.1)**

1. Что отличает твердый раствор внедрения и промежуточную фазу внедрения?
2. Что такое сверхструктура?
3. Как называется сплав, содержащий Fe и 2 мас.% C?
4. Какая дефектная структура может наблюдаться в доэвтектоидной стали после пластической деформации?
5. В результате чего появляется обезуглероженный слой?
6. У каких неметаллических включений в поляризованном свете виден светящийся крест?
7. Как можно идентифицировать наличие флокенов в стали?
8. Как влияет длительный высокотемпературный отжиг после кристаллизации на образование флокенов?
9. Какая дефектная структура может наблюдаться в доэвтектоидной стали после пластической деформации?
10. В каких сталях наблюдается образование строчечной структуры?

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)**

1. Как влияет температура эксплуатации на характер разрушения?
2. Как влияет зернограничное упрочнение на  $\sigma_{отр}$ ?
3. Какая связь между запасом прочности и вероятностью отказа?
4. В каких сталях образуется полосчатая структура?
5. Как устранить полосчатую структуру?
6. Легирование какими элементами значительно снижает склонность стали к отпускной хрупкости II рода?
7. Как ведет себя площадь зоны долома с ростом напряжений?
8. При воздействии напряжений в водородсодержащей среде в приповерхностном слое может образоваться пора, которая?
9. Что является основным процессом при коррозионном растрескивании под напряжением?
10. Причины образования флокенов.

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.2)**

1. Как влияют примеси внедрения на  $T_x$ :

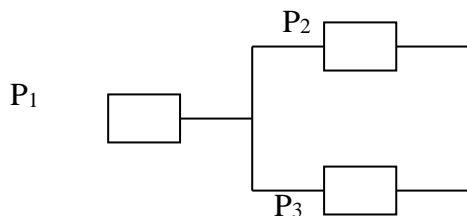
2. Какую информацию можно получить в результате подсчета бороздок, образовавшихся на поверхности усталостной трещины?
3. Условия образования бархатистого излома.
4. Что такое коэффициент готовности?
5. К какой группе показателей относятся экономические показатели?
6. Величина мартенситных игл регламентируется ОСТами и ТУ. Для каких условий работы это важно?
7. В результате подсчета бороздок, образовавшихся на поверхности усталостной трещины, можно оценить:
8. Скорость распространения усталостной трещины не зависит от:
9. Расположить этапы усталостного разрушения в логической последовательности:
10. Признаками какого разрушения обладает зона долома:

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)**

1. Как тип кристаллической решеткой влияет на чувствительность к температуре механические свойства ( $\sigma_T$ ) материалов?
2. Как влияет  $T_x$  на процесс разрушения?
3. Как ведет себя площадь зоны долома с ростом напряжений?
4. Как влияет длительный высокотемпературный отжиг после кристаллизации на образование флокенов
5. Как устранить полосчатую структуру?
6. Как называется разрушение, вызванное хрупкой трещиной проходящей между зернами?
7. Наиболее часто встречающиеся неметаллические включения:
8. Легирование какими элементами увеличивает склонность стали к флокеночувствительности:
9. К дефектам излома термической обработки относят:
10. Как изменяется размер отдельных дендритов при повышении скорости кристаллизации:

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.3)**

1. Укажите эффективный механизм понижения  $T_x$  в сплавах с ОЦК решеткой
2. Что называют максимальным коэффициентом интенсивности напряжений
3. Определите вероятность безотказной работы конструкции  $P(t)$ , если  $P(t)_1 = 0,8$ ;  $P(t)_2 = 0,3$ ;  $P(t)_3 = 0,3$ ;



4. Чтобы предупредить образование дендридного излома нужно:
5. Как устранить полосчатую структуру?
6. Как устранить строчечную структуру?
7. Какова роль зерна в распространении хрупкого излома?
8. Как ведет себя трещина при квази-хрупком разрушении в инкубационный период?
9. Какой тип атомов примесей негативно влияет на характеристики  $\sigma_T$ ,  $K_{IC}$ ,  $T_x$
10. Опишите стадии развития трещины при хрупко-вязком разрушении.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

1. Каков характер разрушения при условиях:  $a > a_{кр}$ ,  $K_I > K_{Ic}$  ?
2. Для каких условий работы важна величина мартенситных игл
3. Какова морфология карбидов в легированных сталях?
4. Как называется состояние ремонтируемого изделия, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима по требованиям безопасности, либо нецелесообразна по экономическим причинам, либо, когда ремонт нецелесообразен.
5. Как называется календарная продолжительность эксплуатации изделия и ее возобновление после ремонта до наступления предельного состояния?
6. При каком количестве циклов  $n$  разрушение относится к малоцикловому?
7. По какому признаку отказы классифицируются на внезапные и постепенные?
8. Как называется разрушение, вызванное хрупкой трещиной проходящей между зернами?
9. Как распространяются квази-хрупкие трещины?
10. Какого цвета, преимущественно, поверхность у хрупкого излома?

**4. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся (защиты курсовой работы (проекта)) по дисциплине (модулю)**

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.1)**

1. Как состояние поверхности влияет на условия роста усталостных трещин?
2. Поверхность какого излома имеет блестящий цвет:
3. Чем обусловлена отпускная хрупкость II рода?
4. Что такое фрактографический анализ?
5. Признаком какого разрушения является образование фасеток скола?
6. При каком увеличении следует определять балл неметаллических включений по ГОСТу?
7. Какая структура образуется в результате перегрева и равновесного охлаждения?
8. Как устранить перегрев?
9. Где выделяется цементитная сетка при равновесном охлаждении заэвтектоидной стали?
10. В результате чего появляется обезуглероженный слой?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)**

1. Какой показатель надежности характеризует вероятность того, что в произвольный момент времени изделие является работоспособным?
2. Какие параметры фрактотграфии получают методом построения профилограмм?
3. Каков радиус вершины трещины при квази-хрупкого разрушения?
4. Как устранить обезуглероженный слой в большом объеме материала?
5. По какому признаку отказы классифицируются на естественные и искусственные?
6. По какому признаку отказы классифицируются на полные и частичные?
7. Какой вид нагружения характерен для хрупкого разрушения:
8. Какая зона обладает признаками статического разрушения:
9. Что можно исправить гомогенизационным отжигом:
10. Что является основным процессом при коррозионном растрескивании под напряжением

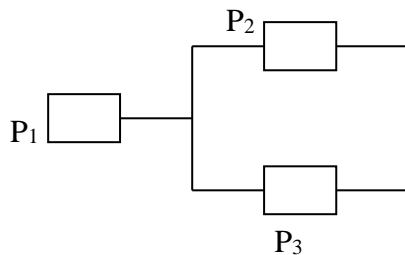
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.2)**



1. В каких сталях образуется полосчатая структура?
2. Как устранить полосчатую структуру?
3. Легирование какими элементами значительно снижает склонность стали к отпускной хрупкости II рода
4. Как ведет себя площадь зоны долома с ростом напряжений?
5. При воздействии напряжений в водородсодержащей среде в приповерхностном слое может образоваться пора, которая:
6. Что является основным процессом при коррозионном растрескивании под напряжением
7. Каков характер разрушения при трехосном растяжении
8. Опишите стадии развития трещины при хрупко-вязком разрушении.
9. Какие изломы относят к дефектам термической обработки?
10. Как влияет температура на процесс разрушения?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)**

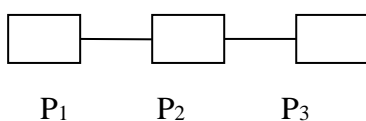
1. Что является основным процессом при коррозионном растрескивании под напряжением?
2. Причины образования камневидного излома.
3. Какая связь между запасом прочности и вероятностью отказа?
4. Укажите эффективный механизм понижения  $T_x$  в сплавах с ОЦК решеткой
5. Что называют максимальным коэффициентом интенсивности напряжений
6. Определите вероятность безотказной работы конструкции  $P(t)$ , если  $P(t)_1 = 0,8$ ;  $P(t)_2 = 0,3$ ;  $P(t)_3 = 0,3$ ;



7. По какому признаку отказы классифицируются на полные и частичные?
8. Какой дефект, связанный с образованием нитридной фазы, образуется при высокотемпературном азотировании?
9. Какие материалы обладают лучшим комплексом характеристик  $\sigma_T$ ,  $K_{IC}$ ,  $T_x$
10. При каких температурах наблюдаются отпускная хрупкость I и II рода

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-3 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-3.3)**

1. Какие параметры структуры влияют на  $K_{IC}$ ?
2. Какой показатель надежности характеризует вероятность того, что в произвольный момент времени изделие является работоспособным?
3. Определите вероятность безотказной работы конструкции  $P(t)$ , если  $P(t)_1 = 0,3$ ;  $P(t)_2 = 0,2$ ;  $P(t)_3 = 0,3$



4. Что отличает твердый раствор внедрения и промежуточную фазу внедрения?
5. Что такое сверхструктура?
6. Как называется сплав, содержащий Fe и 2 мас.% C?



7. Какая дефектная структура может наблюдаться в доэвтектоидной стали после пластической деформации?
8. Как влияют примеси внедрения на  $T_x$ :
9. Какую информацию можно получить в результате подсчета бороздок, образовавшихся на поверхности усталостной трещины?
10. Условия образования бархатистого излома.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

1. Какой из механизмов упрочнения увеличивает  $\sigma_T$ ,  $K_{1C}$ , и при этом не повышает  $T_x$
2. Как влияют на склонность к хрупкому разрушению пограничные выделения второй фазы?
3. Что такое предельное состояние?
4. Какие неметаллические включения наиболее часто встречаются в сталях?
5. Как влияет легирование на склонность стали к флокеночувствительности?
6. Что характеризует коэффициент интенсивности напряжений  $K_{1c}$
7. Каково соотношение между длиной трещины и приложенным напряжением имеет вид:
8. При каком количестве циклов  $n$  разрушение относится к малоциковому?
9. По какому признаку отказы классифицируются на внезапные и постепенные?
10. Как называется разрушение, вызванное хрупкой трещиной проходящей между зёрнами?