

**Перечень вопросов для подготовки к контрольным аудиторным мероприятиям по темам дисциплины**

**Тема 1. Механизмы упрочнения**

1. Каковы принципы упрочнения низкоуглеродистой стали?
2. Назовите механизмы упрочнения низкоуглеродистой стали
3. Что такое напряжение трения?
4. Каков механизм твердорастворного упрочнения?
5. От чего зависит упрочнение за счет перлита?
6. В чем суть дисперсионного упрочнения?
7. Как реализуется механизм дислокационного упрочнения?
8. Как действует механизм зернограничного упрочнения?
9. Какова роль этого механизма в упрочнении?
10. Что собой представляет механизм субструктурного упрочнения?
11. Какой из механизмов упрочнения низкоуглеродистой стали наиболее эффективен?
12. Как меняется дислокационная структура при холодной практической деформации?
13. Какие факторы влияют на сопротивление хрупкому разрушению?

**Тема 2. Основные термины технологии прокатки высокопрочных сталей**

1. Какова цель термомеханической обработки (ТМО)?
2. В чем основная сущность ТМО?
3. Какие преимущества обеспечивает ТМО по сравнению с другими обработками?
4. В чем принципиальное отличие ВТМО от НТМО?
5. Какова сущность контролируемой прокатки (КП)?
6. За счет чего обеспечивается измельчение зерна при КП?
7. Как осуществляется нагрев при КП?
8. Какова цель высокотемпературной деформации при КП?
9. Что дает деформации в нижней части аустенитной или аустенитно-ферритной области при КП?
10. Как происходит охлаждение при КП?
11. В чем суть контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением (КП+УО)?
12. Какие технологические параметры регламентируются при КП+УО?
13. Что влияет на структуру при КП+УО?
14. Какие структуры могут быть получены в процессе КП+УО?
15. Какова общая цель ускоренного охлаждения после прокатки?

**Тема 3. Роль микролегирующих элементов**

1. Расскажите о расположении микролегирующих элементов в таблице Д.И. Менделеева
2. Что такое ряд карбидообразующих элементов? По какому принципу он строится?
3. Каковы особенности электронного строения атомов микролегирующих элементов?
4. Укажите свойства элементов IV-VI групп
5. Назовите недостатки элементов этой группы: у циркония, гафния, тантала.
6. Назовите элементы, которые нашли практическое применение в качестве микролегирующих
7. Какую роль играет растворимость элементов в аустените?
8. Как происходит растворение карбидных и нитридных фаз в аустените?
9. Что характеризует произведение растворимости?
10. Сравните растворимость карбидов, карбонитридов и нитридов в аустените.
11. Какие из карбидных и нитридных фаз микролегирующих элементов имеют самую большую растворимость в аустените?

12. Как влияет повышение содержания углерода на растворимость карбидов в аустените?
13. Как влияет температура нагрева на растворимость карбидных и нитридных фаз?
14. Каковы особенности растворимости карбидных и нитридных фаз при совместном микролегировании ниобием и титаном?
15. Каковы возможности, достигаемые с помощью карбидов титана, ванадия и ниобия?

#### **Тема 4. Влияние микролегирования на формирование структуры**

1. Как влияют микролегирующие элементы в твердом растворе на процессы в сталях при нагреве?
2. Как влияет разница в размерах атомов микролегирующего элемента и атома железа на твердопластичное упрочнение?
3. Как влияют микролегирующие элементы на  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращение?
4. Какое влияние на  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращение оказывают частицы карбонитридных фаз микролегирующих элементов, выделившиеся до превращения?
5. Как влияет размер выделившихся частиц карбонитридных фаз на  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращение?
6. Почему важно контролировать размер зерна аустенита, образовавшегося при нагреве микролегированных сталей?
7. Что необходимо обеспечить при нагреве под прокатку микролегированных сталей?
8. Как влияют микролегирующие элементы, растворенные в аустените, на рост зерна аустенита?
9. В каком случае влияние микролегирования на рост зерна аустенита наиболее эффективно?
10. Укажите температуры, до которых заторможен рост зерна аустенита в сталях, микролегированных титаном, ниобием, ванадием.
11. Какой размер зерна аустенита и феррита можно обеспечить в сталях с микродобавками карбидо- или нитридообразующих элементов?
12. Каково влияние микродобавок титана на склонность к росту зерна аустенита в ниобий-содержащих микролегированных сталях?
13. Расположите V, Nb, Ti по возрастанию сдерживающего влияния на рост зерна аустенита.
14. Что называют температурой начала остановки рекристаллизации?
15. Что такое drag-эффект?
16. Как влияют микролегирующие элементы на кинетику рекристаллизации горячедеформированного аустенита низкоуглеродистой стали?
17. Каково различие титана и ниобия во влиянии на кинетику рекристаллизации горячедеформированного аустенита низкоуглеродистой стали?
18. Как температура аустенитизации влияет на рекристаллизацию аустенита?
19. Как температура горячей деформации влияет на рекристаллизацию аустенита?
20. Каково влияние деформации на  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращение в микролегированных сталях?

#### **Тема 5. Дисперсионное упрочнение при микролегировании**

1. Чем объясняется дисперсионное упрочнение при микролегировании?
2. Чем различаются когерентные, полуккогерентные и некогерентные границы «частица-матрица»? Какую роль они играют в дисперсионном упрочнении?
3. Укажите возможные механизмы взаимодействия частиц с дислокациями?
4. Каков механизм упрочнения некогерентными частицами с модулем сдвига больше модуля сдвига матрицы?

5. Какие параметры определяют напряжение, необходимое для реализации механизма Орована?
6. Какие параметры определяют напряжение, необходимое для реализации механизма перерезания частиц?
7. В каком случае происходит торможение дислокаций упругими полями напряжений?
8. Какие параметры определяют величину эффекты дисперсионного упрочнения?
9. Какие частицы наиболее эффективны для дисперсионного твердения?
10. Какой принцип необходимо соблюдать при дисперсионном упрочнении стали?
11. Какую роль играет титан, ниобий и ванадий при микролегировании стали?

## **Тема 6. Современные инструментальные материалы**

1. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам.
2. Углеродистые и легированные инструментальные стали. Примеры, маркировка, назначение.
3. Быстрорежущие стали. Примеры, маркировка, назначение.
4. Вольфрамокобальтовые сплавы (группа ВК). Примеры, маркировка, назначение.
5. Титановольфрамокобальтовые сплавы (группа ТК). Примеры, маркировка, назначение.
6. Титанотанталовольфрамокобальтовые сплавы (группа ТТК). Примеры, маркировка, назначение.
7. Безвольфрамовые твердые сплавы (БВТС). Примеры, маркировка, назначение.
8. Режущая керамика.
9. Сверхтвёрдые инструментальные материалы.
10. Инструментальные материалы с износостойким покрытием.