



**Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего образования
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ТЕРМООБРАБОТКА**

Направление подготовки

22.03.02 Metallurgy

Профиль подготовки

Metallurgy of non-ferrous metals

Уровень высшего образования

Applied Bachelor

Рассмотрено на заседании кафедры Metallurgy
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма
2021

Задания и методические указания к выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Термообработка»

Код направления и уровня подготовки	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.03.02	Металлургия	04.12.2015	1427

Автор – разработчик /Дата создания/	Худорожкова Юлия Викторовна, к.т.н., доцент	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность дисциплины:	108 часов (3 ЗЕ)	
Место проведения	Учебные аудитории Технического университета УГМК	
Цель дисциплины:	По окончании обучения бакалавры будут: - осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке	

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине «Термообработка» предусмотрена на 4 курсе в 8 семестре в объёме 27 часов (очная форма обучения) и на 4 курсе в 8 семестре в объёме 60 часов (заочная форма обучения).

Самостоятельная работа обучающихся включает изучение теоретического курса, выполнение домашних работ и подготовку к лабораторным работам, экзамену и зачету. Настоящие методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы относятся к виду учебной работы «Изучение теоретического курса и подготовка к экзамену (зачету)». Данная составляющая самостоятельной работы предусмотрена на 4 курсе в 8 семестре в объёме 36 часов (соответственно 27 + 9) на 4 курсе в 8 семестре в объёме 64 часов (соответственно 60 + 4). Самостоятельная работа обучающихся также включает все виды текущей аттестации.

Тематика самостоятельной работы

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия, час	
			форма обучения	
			очная	заочная
1	1	Введение	3	4
2	2	Основы теории термической обработки металлов	8	18
3	3	Основы технологии термической обработки	8	20
4	4	Химико-термическая обработка стали	8	18
Всего			27	60

Решение задач по выбору материалов и режимов термической обработки конкретных деталей или инструмента должно научить студента пользоваться различной справочной литературой.

При решении необходимо учитывать технические, технологические и экономические соображения.

Прежде всего, выбранный материал и его режим обработки должны обеспечить надежность работы изделия в условиях эксплуатации, что гарантируется соответствующим уровнем механических, физических и свойств.

Во-вторых, материал должен быть наиболее дешевым, т.е. не нужно выбирать легированные стали в тех случаях, когда требуемые свойства обеспечивают углеродистые стали или чугуны.

В-третьих, технология обработки должна быть прогрессивной и простой, легко осуществимой и контролируемой в цеховых условиях.

Рекомендуется следующая последовательность решения задач:

1. Определить группу сталей или сплавов, к которой относится рассматриваемая деталь (инструментальные, конструкционные стали, или стали с особыми свойствами, чугуны и т.д.).

2. Если для данного типа деталей можно использовать несколько различных марок сталей, то выбирается наименее легированная, но обеспечивающая прокаливаемость заданного конкретного сечения.

Вычертите диаграмму изотермического распада переохлажденного аустенита, заданной стали. Подпишите области диаграммы. Опишите применение стали, приведите их свойства. Нанесите на диаграмму линии охлаждения для различных сред (вода, воздух, смешанное водо-воздушное охлаждение, масло, охлаждение через воду в масле, соль,).

В зависимости от формы изделия, марки стали и нужного комплекса свойств применяют различные способы охлаждения (рис. 1)

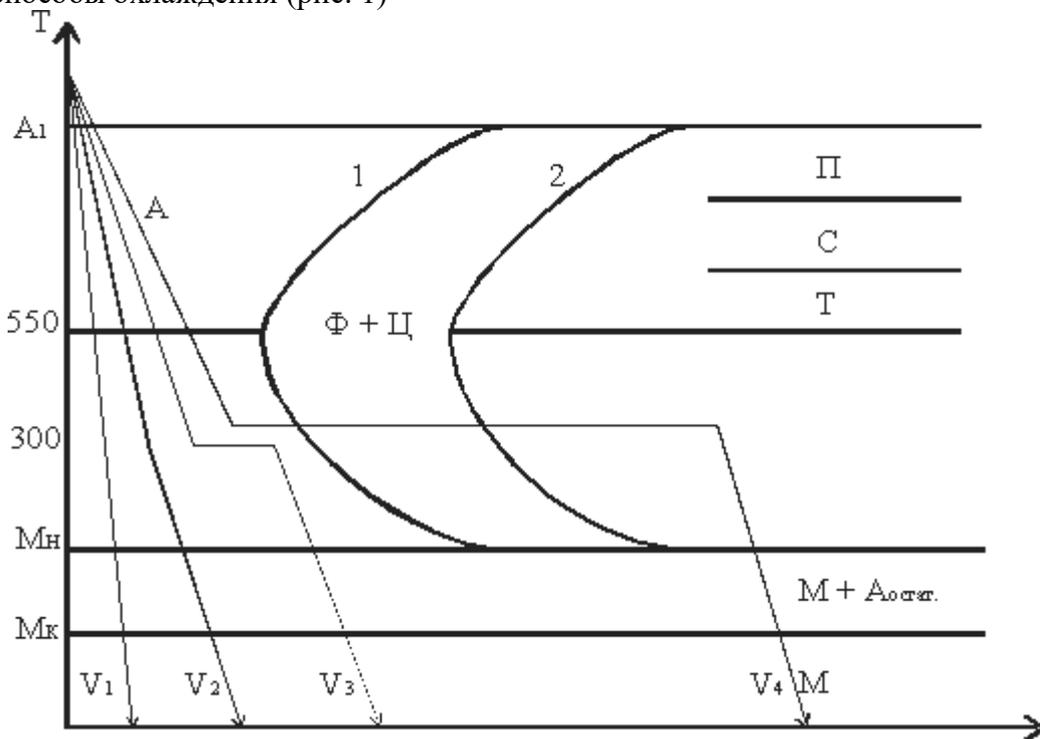


Рис. 1. Режимы закалки

1. Закалка в одном охладителе (V_1).

Нагретую до нужной температуры деталь переносят в охладитель и полностью охлаждают.

В качестве охлаждающей среды используют:

- воду – для крупных изделий из углеродистых сталей;
- масло – для небольших деталей простой формы из углеродистых сталей и изделий из легированных сталей.

Основной недостаток – значительные закалочные напряжения.

2. Закалка в двух сферах или прерывистая (V_2).

Нагретое изделие предварительно охлаждают в более резком охладителе (вода) до температуры $\sim 300^\circ\text{C}$ и затем переносят в более мягкий охладитель (масло).

Прерывистая закалка обеспечивает максимальное приближение к оптимальному режиму охлаждения.

Применяется в основном для закалки инструментов.

Недостаток: сложность определения момента переноса изделия из одной среды в другую.

3. Ступенчатая закалка (V_3).

Нагретое до требуемой температуры изделие помещают в охлаждающую среду, температура которой на $30 - 50^\circ\text{C}$ выше точки M_H и выдерживают в течении времени, необходимого для выравнивания температуры по всему сечению. Время изотермической выдержки не превышает периода устойчивости аустенита при заданной температуре.

В качестве охлаждающей среды используют расплавленные соли или металлы. После изотермической выдержки деталь охлаждают с невысокой скоростью.

Способ используется для мелких и средних изделий.

4. Изотермическая закалка (V_4).

Отличается от ступенчатой закалки продолжительностью выдержки при температуре выше M_n , в области промежуточного превращения. Изотермическая выдержка обеспечивает полное превращение переохлажденного аустенита в бейнит. При промежуточном превращении легированных сталей кроме бейнита в структуре сохраняется аустенит остаточный. Образовавшаяся структура характеризуется сочетанием высокой прочности, пластичности и вязкости. Вместе с этим снижается деформация из-за закалочных напряжений, уменьшаются и фазовые напряжения.

В качестве охлаждающей среды используют расплавленные соли и щелочи.

Применяются для легированных сталей.

5. Закалка с самоотпуском.

Нагретые изделия помещают в охлаждающую среду и выдерживают до неполного охлаждения. После извлечения изделия, его поверхностные слои повторно нагреваются за счет внутренней теплоты до требуемой температуры, то есть осуществляется самоотпуск. Применяется для изделий, которые должны сочетать высокую твердость на поверхности и высокую вязкость в сердцевине (инструменты ударного действия: молотки, зубила).

1. Приведите классификацию основных видов термической обработки и дайте их характеристику.
2. Укажите назначение и опишите технологию (условия нагрева, выдержки во времени и охлаждения) полного, диффузионного и сфероидизирующего отжига. Какую структуру и механические свойства имеют стали после этих видов отжига?
3. Укажите различия в процессах нормализации и отжига, недостатки и достоинства каждого вида термообработки.
4. Опишите типичный процесс закалки стали. Начертите примерный график закалки для углеродистой стали марки 45.
5. Как выбирается температура нагрева для закалки доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей?
6. Какие охлаждающие среды применяют при закалке? Принцип их выбора.
7. Дайте сравнительную оценку различных способов закалки. Что понимается под закаливаемостью?
8. Что понимается под прокаливаемостью, и от каких факторов она зависит? Как определяют прокаливаемость?
9. Для чего применяют обработку закаленной стали холодом?
10. Перечислите основные виды брака, возникающие при закалке стальных изделий, укажите причины брака и меры борьбы с ним.
11. Для чего делается отпуск закаленных конструкционных и инструментальных сталей? В чем разница в отпуске этих сталей? Укажите изделия, подвергаемые низкому, среднему и высокому отпуску.
12. В чем состоит термообработка, называемая улучшением и для каких сталей она применяется? Каковы особенности структуры сталей?
13. Для чего делается химико-термическая обработка стали, и как влияет поверхностное упрочнение на эксплуатационные характеристики изделия?
14. Из каких основных процессов складывается насыщение стального изделия с поверхности какими-либо элементами?
15. Каковы механизмы диффузии в металлах?
16. От каких факторов зависит величина коэффициента диффузии?
17. Какие стали подвергают цементации?
18. Как выполняется твердая и газовая цементация? Приведите сравнение их технологии, укажите недостатки и достоинства обоих способов.
19. Для чего и как делается термообработка цементированных изделий?
20. Какие стали выбирают для азотирования?
21. Как проводится процесс азотирования? Какая термообработка применяется к изделиям, подвергаемым азотированию, и когда она проводится?

22. Сравните преимущества и недостатки азотированного и цементированного слоев в стальных изделиях.

ВИДЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ:

1. Опишите влияние легирующих элементов на изотермическое превращение переохлажденного аустенита. Укажите, как влияют легирующие элементы на устойчивость переохлажденного аустенита, критическую скорость закалки и прокаливаемость.
2. Опишите назначение и технологию газовой цементации стали. Укажите микроструктуру и свойства стали после цементации и термической обработки?
3. Опишите процесс цементации углеродистой стали в твердом карбюризаторе. Какой термической обработке подвергают детали после цементации? Укажите получаемые микроструктуру и твердость стали после цементации (охлаждение на воздухе), после закалки и после отпуска.
4. Изложите основные положения теории диффузии металлов и на этой основе объясните, какие параметры определяют скорость протекания технологических процессов химико-термической обработки?
5. Какой способ применяется для одновременного насыщения поверхности стали углеродом и азотом? Укажите цели этого процесса и его основные технологические характеристики.
6. Опишите недостатки структуры литой углеродистой доэвтектоидной стали и укажите режимы термической обработки с целью устранения этих недостатков. Какие превращения происходят в стали в процессе указанных видов термической обработки, и как изменяются при этом структура и свойства литой стали?
7. Укажите цементируемые легированные марки сталей по ГОСТам, их состав и свойства. Опишите особенности термической обработки после цементации различных групп легированных сталей и укажите, как влияет химический состав стали на микроструктуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины детали после окончательной термической обработки.
8. Опишите особенности мартенситного превращения. Какую структуру и свойства имеет мартенсит?
9. Какой термической обработке чаще всего подвергаются среднеуглеродистые конструкционные стали? Опишите влияние этой обработки на структуру и свойства стали и сравните характеристики их механических свойств до и после обработки.
10. Опишите назначение и последовательность каждой из операций термической обработки цементированных деталей. Приведите различные варианты термической обработки и укажите их преимущества и недостатки.
11. Опишите состав, режимы термической обработки, микроструктуру и свойства хромистых и хромоникелевых нержавеющей сталей. Объясните причину устойчивости этих сталей против коррозии. В чем состоит явление интеркристаллитной коррозии и меры борьбы с ней?
12. Опишите различные виды отпуска закаленной стали и область их применения. Укажите влияние этих отпусков на структуру и свойства стали.
13. Объясните, от каких факторов зависит дисперсность феррито-цементной смеси при распаде переохлажденного аустенита. Дайте теоретическое объяснение ответу. Как влияет дисперсность феррито-цементной смеси на механические свойства стали?
14. Объясните причины появления трещин при закалке. Укажите, какие напряжения (структурные или термические) наиболее опасны в отношении возможности образования трещин? Перечислите мероприятия для борьбы с трещинами.
15. Опишите назначения и технологию процесса азотирования. Укажите марки и состав азотируемых сталей, режим предварительной термической обработки, а также структуру и свойства азотированного слоя.
16. Объясните, почему углеродистую заэвтектоидную сталь марки У12 нельзя нагревать перед закалкой до температуры выше критической точки $A_{сг}$ (линии ES)? Укажите оптимальную температуру закалки этой стали. Какие превращения происходят при закалке, как изменяется структура и свойства стали?

17. Опишите превращения, происходящие при отпуске закаленной стали. Как влияет температура отпуска на структуру и свойства стали?

18. Сравните микроструктуру поверхностного слоя сталей после цементации и азотирования. На этой основе дайте сравнительную характеристику механических свойств (твердости) поверхностного слоя, получаемого в готовом изделии после указанных видов химико-термической обработки.