

Практическое занятие № 6

Тема: Термическая обработка углеродистой стали.

Цель работы - ознакомиться с методиками термической обработки сталей.

1. Изучить теоретические сведения термической обработки сталей.
2. Определить режим закалки образца стали в соответствии с заданием.
3. Определить режим низкого, среднего и высокого отпуска образцов стали в соответствии с заданием.
4. Указать твердость образцов после закалки.
5. Указать твердость образцов после отпуска.
6. Охарактеризовать структуру стали после выполненных различных видов термической обработки.
7. Сделать анализ влияния термической обработки стали на ее механические свойства.

Теоретический раздел.

Основные виды термической обработки.

По классификации А. А. Бочвара различают четыре основных вида термической обработки: 1) отжиг I рода; 2) отжиг II рода; 3) закалка; 4) отпуск.

Отжиг I рода. Этот вид термической обработки возможен для любых металлов и сплавов. Его проведение не обусловлено фазовыми превращениями в твердом состоянии. Нагрев при отжиге I рода, повышая подвижность атомов, частично или полностью устраняет химическую неоднородность, уменьшает внутренние напряжения, т. е. способствует получению более равновесного состояния. Основное значение при проведении такого отжига имеют температуры нагрева и время выдержки при этой температуре, так как именно эти параметры

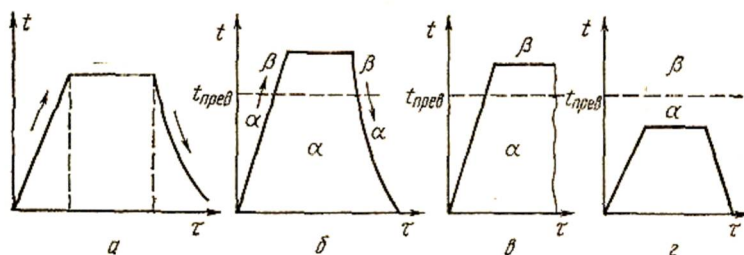


Рис. 1. Графики различных видов термической обработки: а — общая схема; б — отжиг II рода; в — закалка; г — отпуск

определяют скорость процессов, устраняющих отклонения от равновесного состояния. Скорость нагрева и охлаждения для отжига I рода имеет второстепенное значение.

Различают следующие разновидности отжига I рода:

Диффузионный отжиг (гомогенизирующий) используют для устранения химической неоднородности, возникающей при кристаллизации сплава (дендритной ликвации).

Выравнивание химического состава происходит благодаря диффузионным процессам, скорость которых зависит от температуры. Поэтому обычно температура такого отжига составляет $0,8—0,9T_{пл}$. Время выдержки при этой температуре должно обеспечить выравнивание состава и растворение избыточных фаз.

Рекристаллизационный отжиг применяют после холодной пластической деформации (холодной обработки давлением) для снятия наклепа и получения равновесного состояния сплава. В результате рекристаллизации в деформированном металле образуются новые зерна, снимаются напряжения и восстанавливается пластичность металла.

Отжиг для снятия напряжений, возникающих при ковке, сварке, литье и т. п., которые могут вызвать коробление, т. е. изменение формы, размеров и даже разрушение изделий.

Отжиг II рода. Так называют отжиг металлов и сплавов, испытывающих фазовые превращения при нагреве и охлаждении. Графически такая термическая обработка представлена на рис. 1 б. При нагреве происходит фазовое превращение $\alpha \rightarrow \beta$, а при охлаждении обратное: $\beta \rightarrow \alpha$.

Отпуск. Этот вид термической обработки применим лишь к закаленным сплавам. При этом закаленные изделия нагревают ниже температуры фазового превращения (рис. 1 г).

Основные параметры отпуска — температура нагрева и время выдержки. В результате отпуска уменьшаются внутренние напряжения, сплавы переходят в более равновесное состояние.

Кроме этих основных видов термической обработки, имеются еще два принципиально различающихся способа обработки, представляющих сочетание термической обработки с металлургией или механической технологией.

Химико-термическая обработка (ХТО). При этом виде обработки обязательно изменяется химический состав поверхностных слоев изделия. При ХТО обрабатываемые изделия нагревают в каких-либо химически активных средах.

В результате диффузии происходит насыщение поверхностных слоев тем или иным элементом (обычно на небольшую глубину). Изменяя химический состав поверхностных слоев, тем самым изменяют их свойства (твердость, износостойчивость, антикоррозионные свойства и т. д.).

Поскольку диффузионные процессы в твердом состоянии протекают медленно, ХТО обычно осуществляется за длительное время. Температуру процесса выбирают конкретно для каждого вида ХТО.

Термомеханическая обработка (ТМО). Этот вид обработки появился сравнительно недавно. При ТМО сочетают пластическую деформацию с термической обработкой таким образом, чтобы наклеп оказывал влияние на кинетику фазовых и структурных превращений, происходящих при термической обработке.

Закалка.

Закалка углеродистых сплавов производится в целях повышения их механических свойств: твердости, предела прочности, упругости и износостойкости.

Процесс закалки состоит из следующих этапов:

а) нагревания изделия до температуры закалки;

б) выдержки изделия в течение определенного времени при заданной температуре;

в) охлаждения изделия с нужной скоростью.

Температура нагрева под закалку должна обеспечить в стали аустенитную структуру. На рис. 20 показан интервал температур для закалки сталей в зависимости от содержания углерода. Если доэвтектоидную сталь нагревать до аустенито-ферритной структуры, то закалка будет неполная, а твердость стали — невысокая (в структуре будет феррит). Заэвтектоидные стали рекомендуется нагревать до аустенито-цементитной структуры, т. е. производить неполную закалку, так как цементит в структуре увеличит твердость металла.

В случае нагрева выше рекомендованного интервала возможен перегрев стали и снижение ее свойств. Для контроля температуры в печи применяются пирометры. При отсутствии пирометров температуру ориентировочно можно определять по цветам каления. Цвет каления стали в зависимости от температуры, °С, изменяется следующим образом:

Начало свечения	530-580°		Светло-желтый	220°	
Темно-красный	580-650°		Соломенно-желтый	230°	
Темно-вишневый	650-720°		Золотисто-желтый	240°	
Вишневый	720-780°		Коричневый	255°	
Светло-вишневый	780-830°		Коричнево-красный	265°	
Красный	830-900°		Фиолетово-синий	285°	
Светло-красный	900-1050°		Темно-синий	295-310°	
Желтый	1050-1150°		Светло-синий	315-325°	
Светло-желтый	1150-1250°		Серый	330°	
Белый	1250-1300° и выше				

Рис. 20. Цвета каления (а) и побежалости (б)

Время выдержки стали при температуре закалки должно быть достаточным для того, чтобы обеспечить образование однородного аустенита по всему сечению.

Время нагрева и выдержки изделий из углеродистой стали зависит от температуры нагрева, нагревающей среды и формы изделий.

В табл. 2 Приведены условия нагрева стали при термической обработке в лабораторных электрических печах.

Таблица 2

Условия нагрева стали при термообработке

Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин, на 1 мм толщины (диаметра) образца в зависимости от его формы			Температура нагрева, °С	Время выдержки, мин, на 1 мм толщины (диаметра) образца в зависимости от его формы		
	цилиндр	квадрат	пластина		цилиндр	квадрат	пластина
500	2,5	3,8	5,0	800	1,0	1,5	2,0
600	2,0	3,0	4,0	900	0,8	1,2	1,6

700	1,5	2,2	3,0	1000	0,4	0,6	0,8
-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----

Скорость охлаждения при закалке оказывает влияние на структуру и свойства стали. Для получения структуры мартенсита в углеродистых сталях необходимо охлаждение со скоростью 400—600 °С в секунду в интервале 600—400 °С. Снижение скорости приводит к появлению структуры троостита (200 °С в 1 сек) и сорбита (около 100 °С в 1 сек).

При закалке важным является медленное охлаждение стали в интервале температур, при которых происходит превращение аустенита в мартенсит (300 °С), так как непосредственный переход аустенита в мартенсит не требует больших скоростей охлаждения и, кроме того, если превращение аустенита в мартенсит будет происходить при медленном охлаждении, то изменение его объема по сечению протекает равномерно и тем самым снижаются внутренние напряжения и деформации.

В табл. 3 приведены скорости охлаждения, получаемые в некоторых наиболее распространенных охлаждающих средах.

Важное значение при закалке имеет способ погружения изделия в охлаждающую жидкость (рис. 21).

Неправильное погружение приводит к, неравномерному распределению в металле внутренних напряжений, что может вызвать коробление изделий, а также недостаточную твердость его отдельных частей. Изделия, имеющие несквозные отверстия, следует погружать в охлаждающую жидкость закрытой стороной, чтобы воздух и пар могли выйти в отверстия, а вода проникла в него. Детали, имеющие вогнутую поверхность, нельзя погружать вогнутой поверхностью вниз, так как образующаяся паровая рубашка не даст этому месту закалиться. При закалке изделий, имеющих неодинаковые сечения, сначала погружают в жидкость наиболее массивные их части. Изделия плоской формы следует погружать в охлаждающую среду узкой стороной.

Отпуск стали проводится после закалки, чтобы уменьшить хрупкость, ослабить напряжения и получить требуемые механические свойства.

Таблица 3 Скорость охлаждения стали в охлаждающих средах

Закалочная среда	Скорость охлаждения в интервале температур, град/сек	
	650-550 °С	300—200
Вода при температуре, °С:		
18	600	270
28	500	270
50	100	270
74	30	200
10%-ный раствор в воде при 18° С:		
едкого натра	1200	300
поваренной соли	1100	300
соды	800	270
Эмульсия масла в воде	70	200

Масло:		
минеральное машинное	150	30
трансформаторное	120	25
Спокойный воздух	18	

Форма отчета

1. Изучить теоретические сведения термической обработки сталей.
2. Определить режим закалки образца стали в соответствии с заданием.
3. Определить режим низкого, среднего и высокого отпуска образцов стали в соответствии с заданием.
4. Охарактеризовать структуру стали после выполненных различных видов термической обработки.
5. Сделать анализ влияния термической обработки стали на ее механические свойства.

№ задания	Марка стали	Требуемая структура
1	У 12	мартенсит
2	12Х18Н10Б	троостит
3	12Х18Н10Т	сорбит
4	30ХГС	перлит

№ образца	Марка стали	Закалка			Твердость HRC	Отпуск			Твердость HRC
		температура нагрева, °С	выдержка, мин	охлаждающая среда		температура нагрева, °С	выдержка, мин	охлаждающая среда	
1									

Вопросы для самопроверки:

1. От чего зависят свойства сплава?
2. Назовите основные виды термической обработки?
3. Как различают разновидности отжига I рода?
4. Что понимают под отжигом II рода?
5. Дайте определение закалки?
6. Дайте определение отпуска?
7. Что понимают под химико-термической обработкой?
8. Что понимают под термомеханической обработкой?

Выполненную работу прислать по адресу:

vasilijj-korabelnikov@rambler.ru