

МОДУЛЬ 3

ОСНОВЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

ТЕМА 7.

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

Термической обработкой стали

называется технологический процесс, состоящий из нагрева стали до определенной температуры, выдержки при этой температуре и последующего охлаждения с заданной скоростью.

При термической обработке получают необходимые свойства стали, изменяя ее структуру без изменения химического состава.

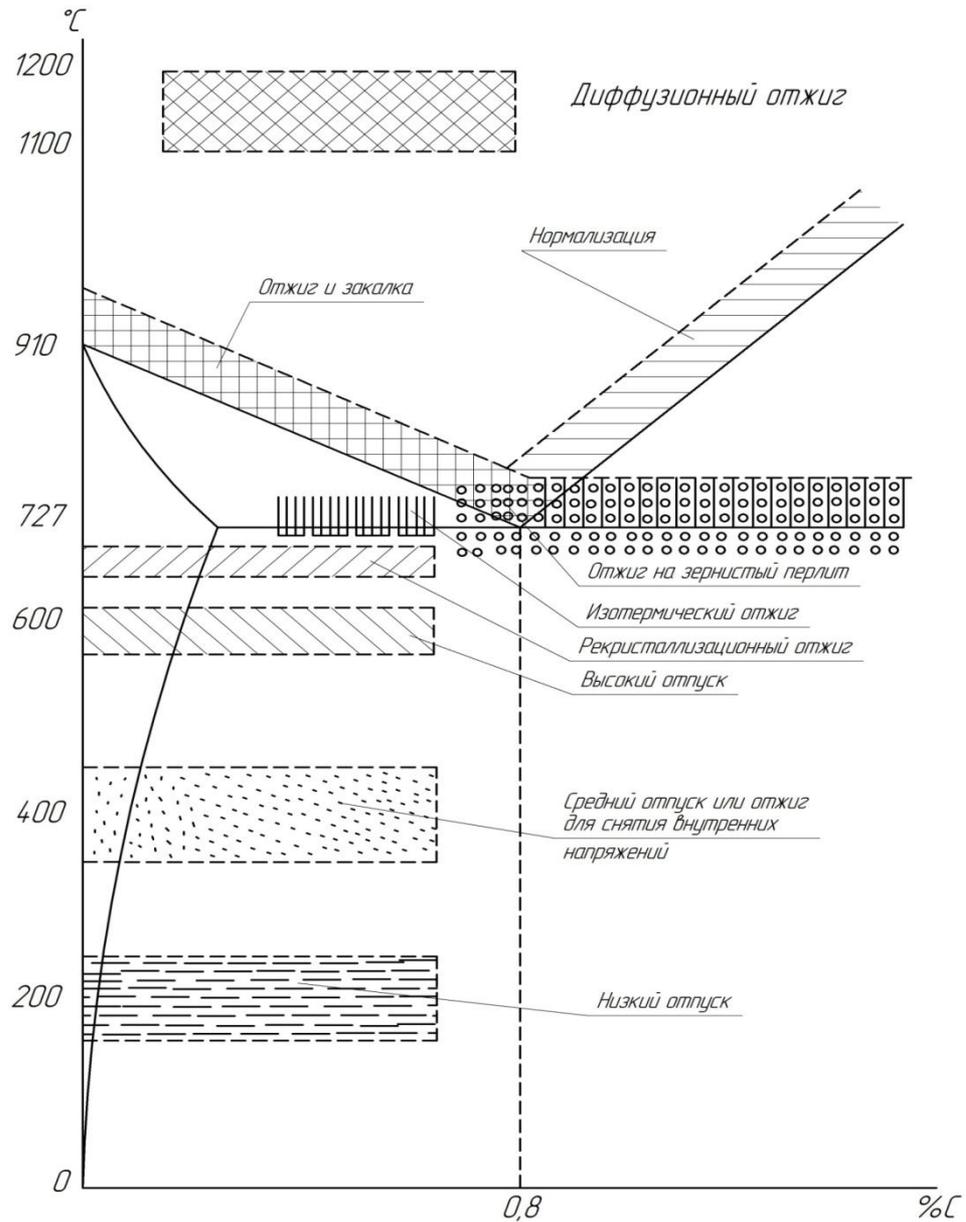


Рис. 1. Температурные интервалы термической обработки стали

Отжигом стали называют термическую обработку, при которой доэвтектоидную сталь нагревают выше критической точки A_{c3} , а заэвтектоидную – выше A_{c1} на 30...50 °С (рис. 1) и после выдержки медленно охлаждают в печи.

При этом получают наиболее равновесные структуры: феррит с перлитом, перлит и перлит с цементитом.

Основное **назначение отжига** – перекристаллизация зерна стали, снижение твердости и снятие внутренних напряжений.

Нормализацией стали называют нагрев доэвтектоидных сталей выше критической точки A_{c3} , эвтектоидных и заэвтектоидных сталей – выше критической точки A_{c1} на 30...50 °С с непродолжительной выдержкой и последующим охлаждением на воздухе.

Цель нормализации – перекристаллизация зерна стали, снятие внутренних напряжений, подготовка стали к дальнейшей пластической деформации, механической или термической обработке.

Закалкой стали называется термическая обработка, состоящая из нагрева доэвтектоидных сталей выше критической точки A_{c3} , эвтектоидных и заэвтектоидных сталей выше A_{c1} на 30...50 °С, выдержки при данной температуре и последующего охлаждения со скоростью, больше критической, то есть минимальной скорости охлаждения, обеспечивающей превращение переохлажденного аустенита в мартенсит.

Мартенсит – это пересыщенный твердый раствор углерода в α -железе.

Сталь приобретает **высокую твердость**, но ее пластичность при этом снижается.



Рис. 2. Микроструктура закаленной стали
(мартенсит), × 500

Температура нагрева стали под отжиг, нормализацию и полную закалку ($T_{т.о}$) определяется:

- для доэвтектоидных сталей из выражения:

$$T_{т.о} = Aс_3 + (30...50), \text{ } ^\circ\text{C}$$

для эвтектоидной и заэвтектоидных сталей, а также при *неполной закалке* из выражения:

$$T_{т.о} = Aс_1 + (30...50) \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Значения $Aс_3$, $Aс_1$ и $Aс_m$ определяются по диаграмме состояния Fe–C в зависимости от содержания углерода в сталях.

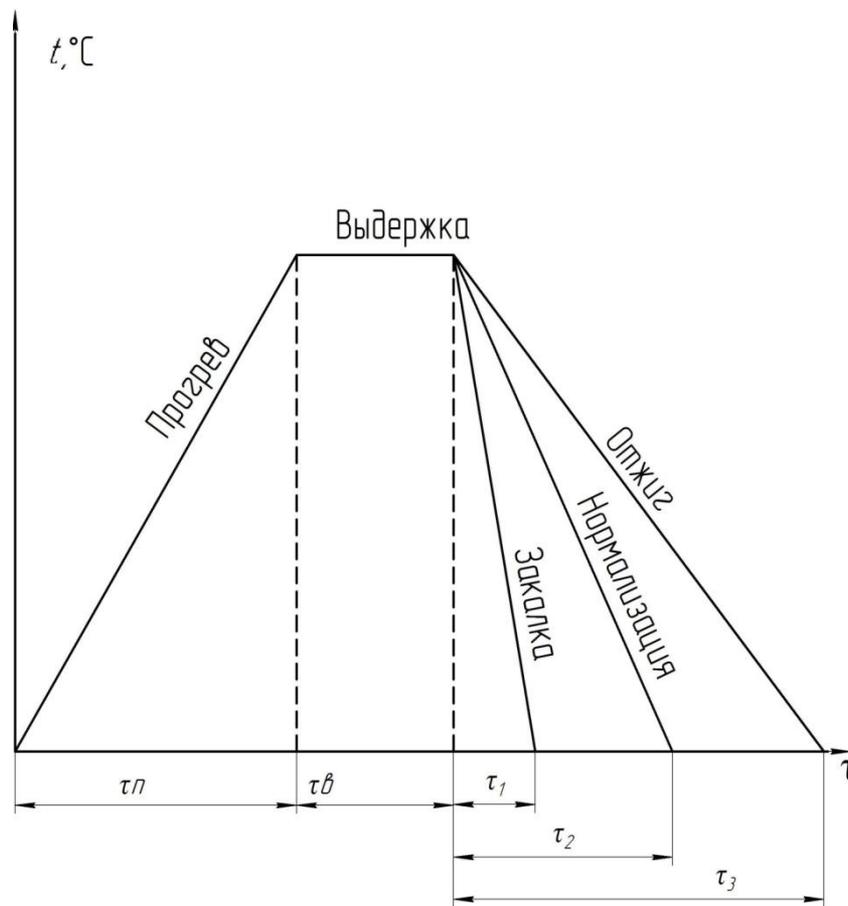


Рис. 3. График различных видов термической обработки:
 $\tau_{п}$ – время прогрева; $\tau_{в}$ – время выдержки; τ_1 – время охлаждения
 при закалке; τ_2 – время охлаждения при нормализации;
 τ_3 – время охлаждения при отжиге

Таблица 1

Характеристика закалочных сред

Охлаждающие среды	Скорость охлаждения, °С в с в интервале	
	от $T_{\text{зак}}$ M_{H} до	от M_{H} до 20 °С
Вода при $t = 20$ °С	600	200
Вода при $t = 28$ °С	500	200
10 % раствор NaCl при $t = 18$ °С	1100	300
Минеральное масло	120	30
Расплавленные соли при $t = 300$ °С	150	–
Спокойный воздух	3	1

Отпуском называется термическая обработка, заключающаяся в нагреве закаленной стали до температуры ниже A_{c1} с последующим охлаждением стали на спокойном воздухе.

При отпуске изменяются структура закаленной стали и ее свойства: повышается ударная вязкость, предел упругости, пластичность, снижаются внутренние напряжения и твердость.

В зависимости от температуры нагрева различают следующие виды отпуска: низкий, средний и высокий.

Низкому отпуску подвергают режущий и измерительный инструмент, а также детали машин, подвергнутые поверхностной закалке, или закаленные после цементации или цианирования.

Среднему отпуску подвергают закаленные изделия, которые должны иметь максимальные упругие свойства при относительно высокой твердости: пружины, рессоры, ударный инструмент – зубила, штампы и т.д.

Высокому отпуску подвергают детали, испытывающие ударные и знакопеременные нагрузки: шатуны двигателей, полуоси, оси автомобилей и тракторов, болты, пальцы, валы и многие другие детали.

Закалку и последующий высокий отпуск называют улучшением стали.

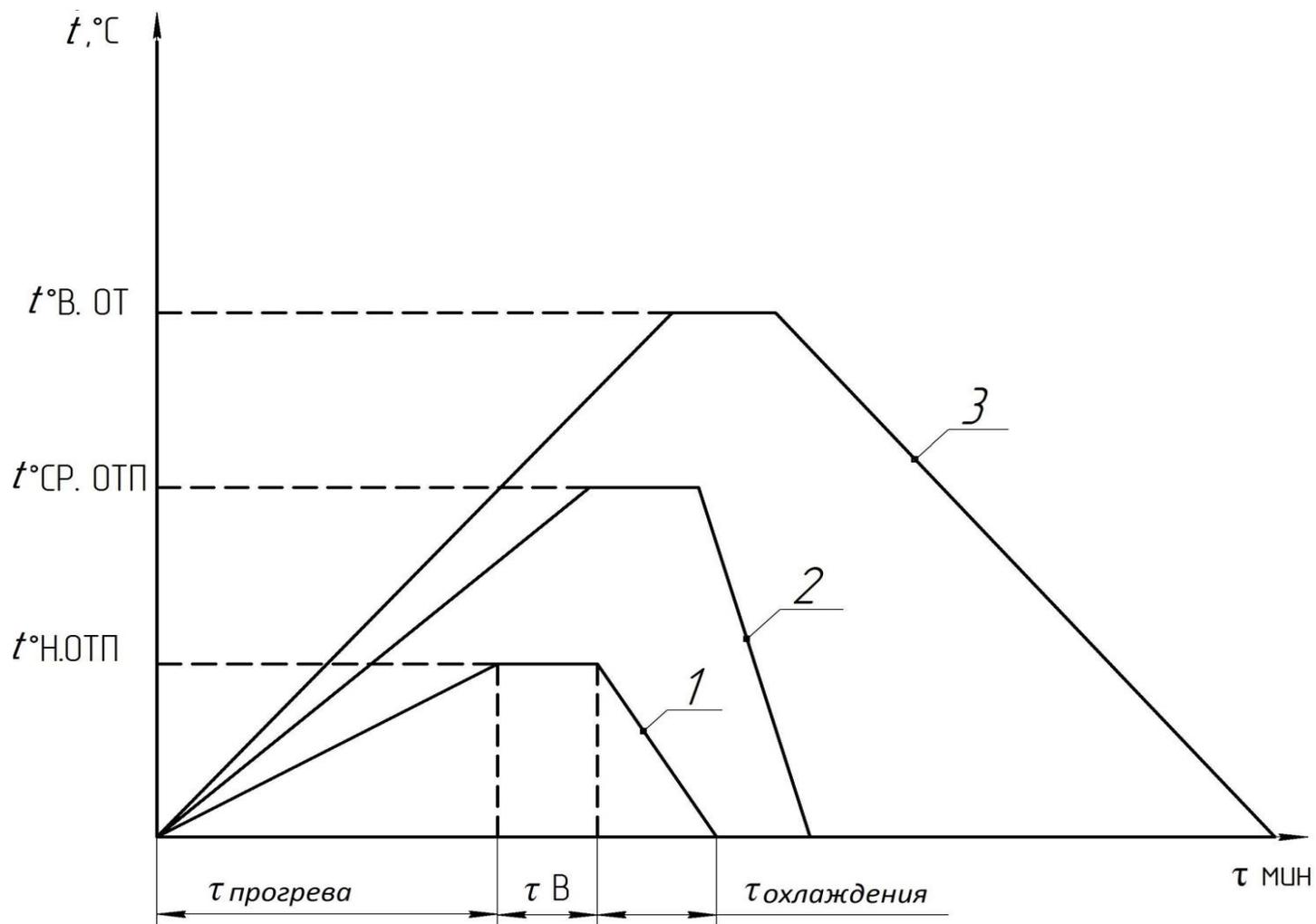


Рис. 4. График отпуска стали:
 1 – низкий отпуск; 2 – средний отпуск; 3 – высокий отпуск

ТЕМА 8.

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

Химико-термической обработкой (ХТО) называют процесс изменения химического состава, структуры и свойств **поверхностного слоя сплавов**. При этом повышается поверхностная твердость, износостойкость, усталостная прочность, жаростойкость и коррозионная стойкость деталей.

ЦЕМЕНТАЦИЯ СТАЛИ

Цементацией называется процесс насыщения стали углеродом для получения детали с твердой поверхностью и вязкой сердцевиной. Цементируют обычно изделия, работающие одновременно на истирание и удар, изготовленные из углеродистой и легированной стали с содержанием углерода 0,15...0,35 % С.

После цементации поверхностный слой приобретает структуру эвтектоидной и заэвтектоидной стали. Необходимое упрочнение слоя достигается **последующей закалкой и низким отпуском.**

АЗОТИРОВАНИЕ СТАЛИ

Азотированием называют процесс насыщения поверхностного слоя стали азотом с целью повышения твердости, износостойкости, усталостной прочности и коррозионной стойкости изделия.

Азотированию подвергают легированную сталь, содержащую хром, молибден, алюминий, вольфрам.

Азотирование проводят **после закалки, высокого отпуска и окончательной механической обработки.**

ЦИАНИРОВАНИЕ СТАЛИ

Цианированием называют процесс одновременного насыщения поверхности стали углеродом и азотом с целью повышения твердости, износостойкости, усталостной прочности и коррозионной стойкости.

Этот вид ХТО занимает промежуточное место между цементацией и азотированием. Совместная диффузия углерода и азота происходит быстрее, чем каждого элемента в отдельности.

ДИФФУЗИОННАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ

Диффузионной металлизацией называется процесс поверхностного насыщения слоя стали различными металлами с целью повышения износостойкости, коррозионной стойкостью и жаростойкости изделия. Наибольшее применение получили процессы алитирования, борирования, силицирования, диффузионного хромирования.