



ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

«СПОСОБЫ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ»

Блок 6 модуль 17

Автор: доц. Глушкова Д.Б.

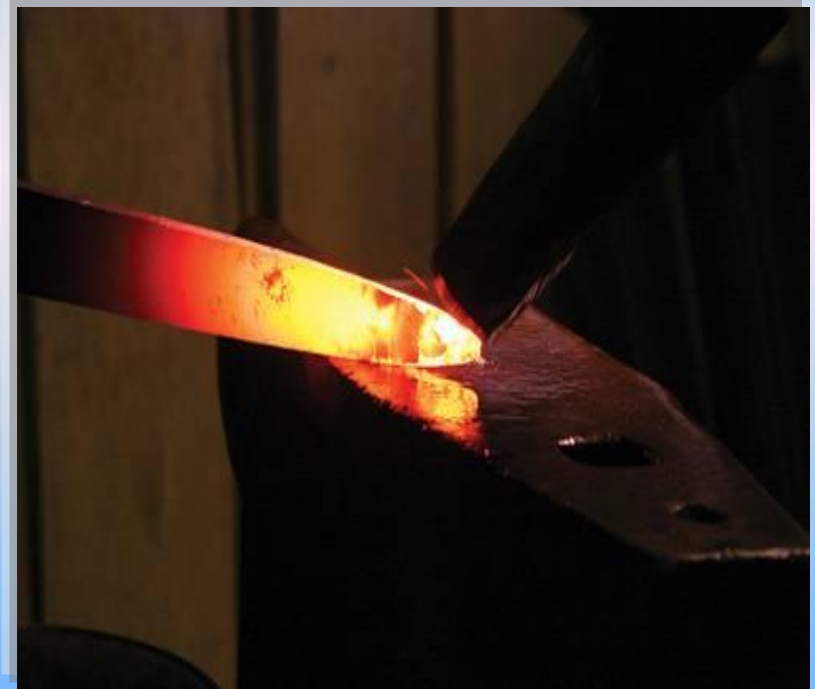
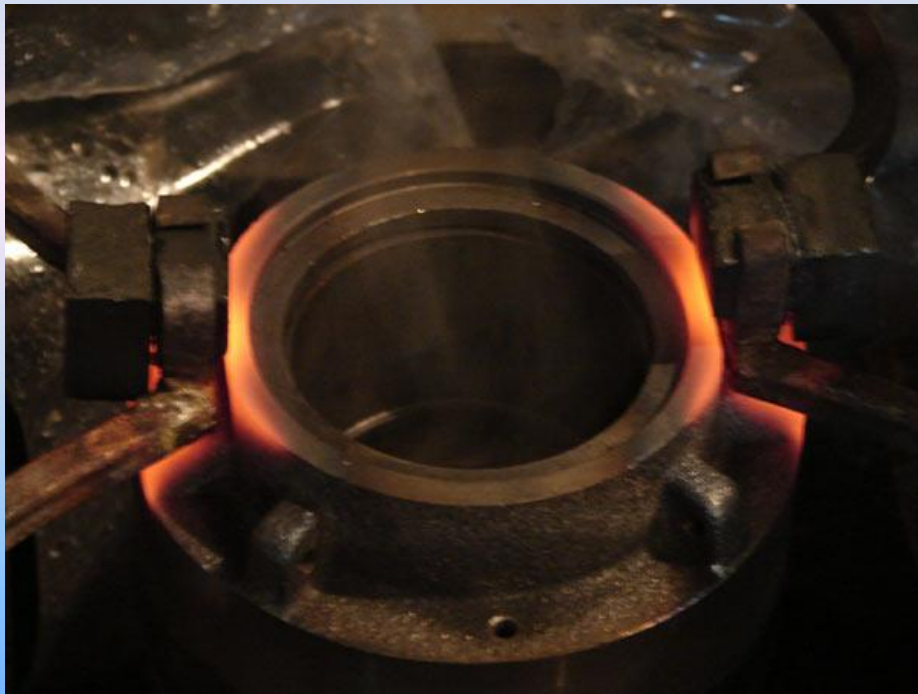
Lect9_1M_TKMIM_GDB_31.03.15

ПЛАН

1. Поверхностная закалка
2. Химико-термическая обработка
3. Цементация

СПОСОБЫ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Для получения большой твердости в поверхностном слое с сохранением вязкой сердцевины, обеспечивающими износостойкость поверхности и одновременно высокую динамическую прочность детали, применяют поверхностную закалку и химико-термическую обработку.



ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ



Поверхностная закалка

Чаще всего используют два способа проведения поверхностной закалки: газопламенный и индукционный нагрев.

При газопламенной закалке поверхность изделия нагревают ацетилено-кислородным пламенем с помощью горелки. Горелку перемещают вдоль детали, поверхность которой нагревается выше A_{c3} . Охлаждение нагретой детали осуществляется водой, которая подаётся через водопроводную трубку, соединённую с горелкой.



Поверхностная закалка

Индукционная закалка выполняется за счет нагрева поверхности изделий токами высокой частоты (ТВЧ).

Для нагрева изделие 1 устанавливают в индуктор 2, по которому проходит переменный ток, что создает переменное магнитное поле. В результате индукции в поверхностном слое возникают вихревые токи, разогревающие поверхность.

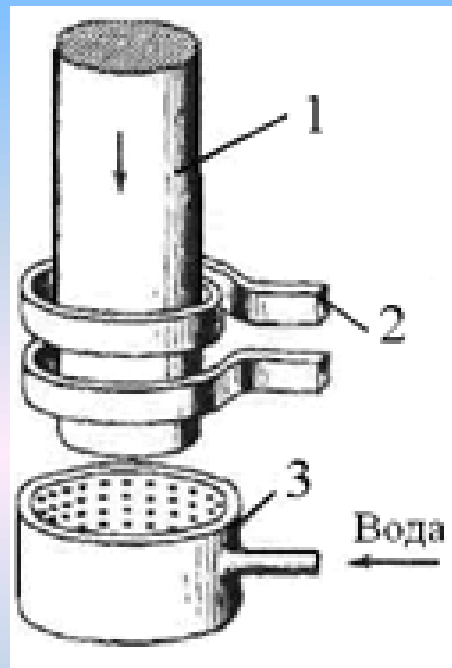


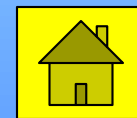
Схема индукционного нагрева

После нагрева поверхности, который длится секунды, деталь охлаждают, используя спрейер 3.

Глубина проникновения тока, и соответственно глубина закалки, зависит от частоты тока

$$\delta = 5030 \sqrt{\rho / \mu \cdot f^2}$$

где δ – глубина закалки, мм; ρ – удельное электрическое сопротивление, Ом•см; μ – магнитная проницаемость; f – частота тока, Гц.



ЗАКАЛКА С ГАЗОПЛАМЕННЫМ НАГРЕВОМ

Закалка с газопламенным нагревом заключается в нагреве поверхности изделия газовым пламенем с последующим быстрым охлаждением.

После поверхностной закалки следует низкий отпуск для частичного снятия напряжений без заметного снижения твердости. Часто при индукционной закалке вместо низкого отпуска проводят самоотпуск, заключающийся в том, что охлаждение водой прерывается при температуре изделия порядка 300 °С, после чего оно медленно охлаждается на воздухе. Таким образом поверхностный закалённый слой успевает отпустить.



[КЛАСС!!! Поверхностная закалка стальной плиты - индукционная.mp4](#)



ЗАКАЛКА С ГАЗОПЛАМЕННЫМ НАГРЕВОМ

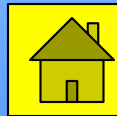
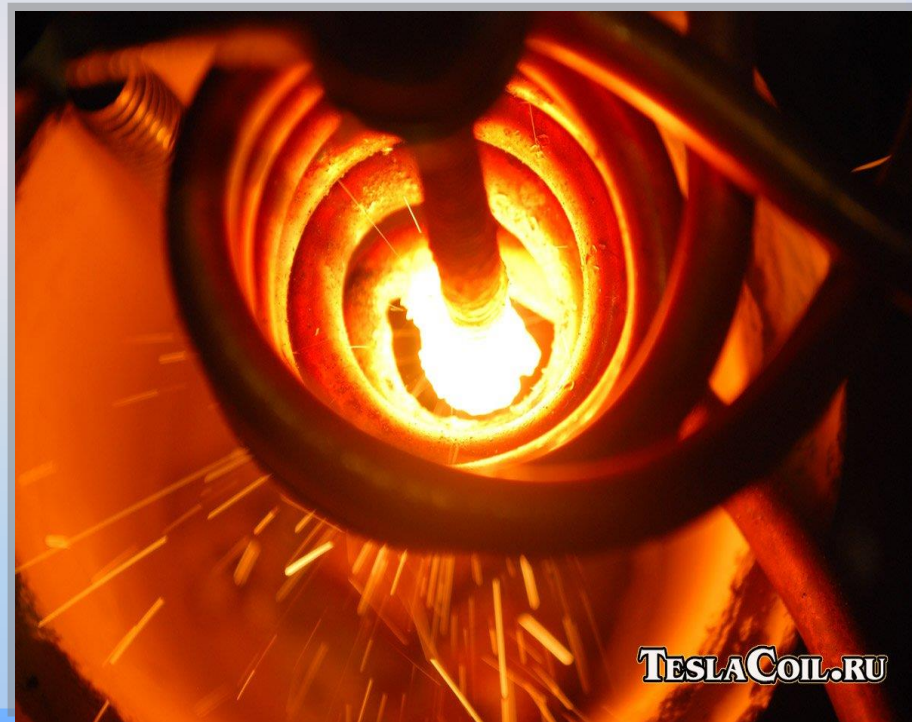
Поверхностной закалке подвергаются среднеуглеродистые стали с содержанием углерода в основном 0,4–0,45 %. Пример таких сталей: 40, 45, 40X, 40XН и др.

При поверхностной закалке на поверхности изделия создаются полезные сжимающие напряжения, которые компенсируют возникающие при эксплуатации растягивающие напряжения.



ЗАКАЛКА С ГАЗОПЛАМЕННЫМ НАГРЕВОМ

Индукционный нагрев по сравнению с газопламенным имеет ряд преимуществ, заключающихся в том, что сокращается длительность термической обработки, получается мелкое зерно, создаются условия для включения его в поточную линию, обеспечивается более равномерный нагрев поверхности.



Контрольные вопросы

1. В каких случаях необходимо производить поверхностное упрочнение изделий?
2. Как осуществляется индукционная закалка?
3. Как регулируется глубина закаленного слоя при индукционной закалке?
4. Как производится газопламенная закалка?
5. Какая термическая обработка следует после поверхностной закалки?
6. В чём преимущества индукционной закалки?

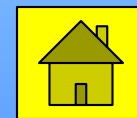


ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Химико-термическая обработка заключается в насыщении поверхности изделия определенным элементом в сочетании с термической обработкой.



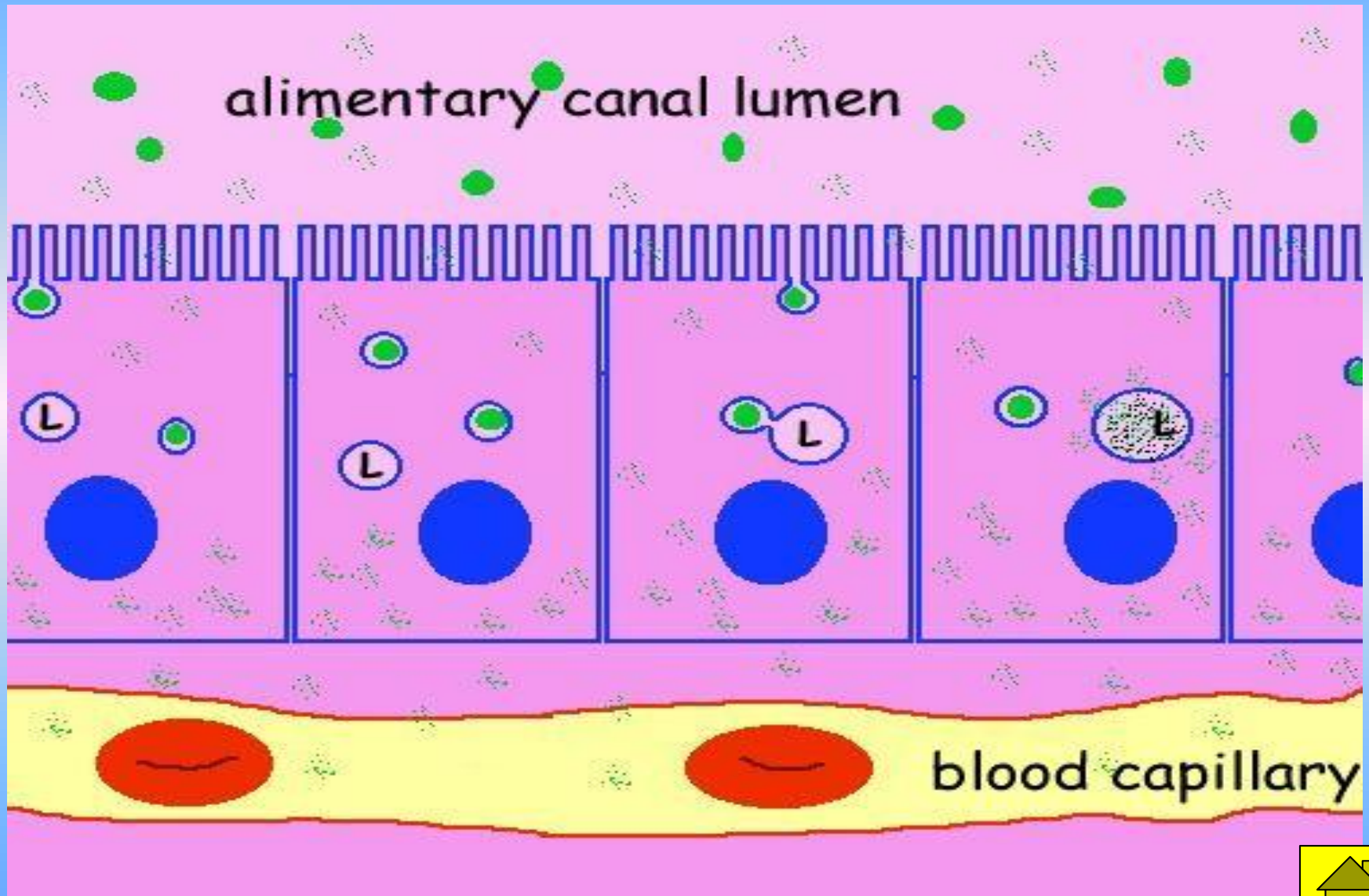
Процесс химико-термической обработки состоит из трех стадий: диссоциации, абсорбции и диффузии.



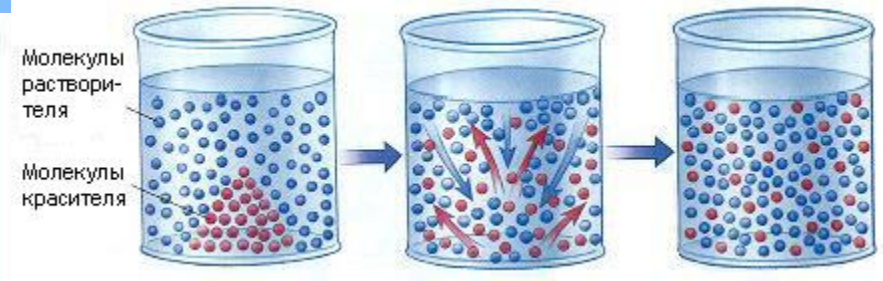
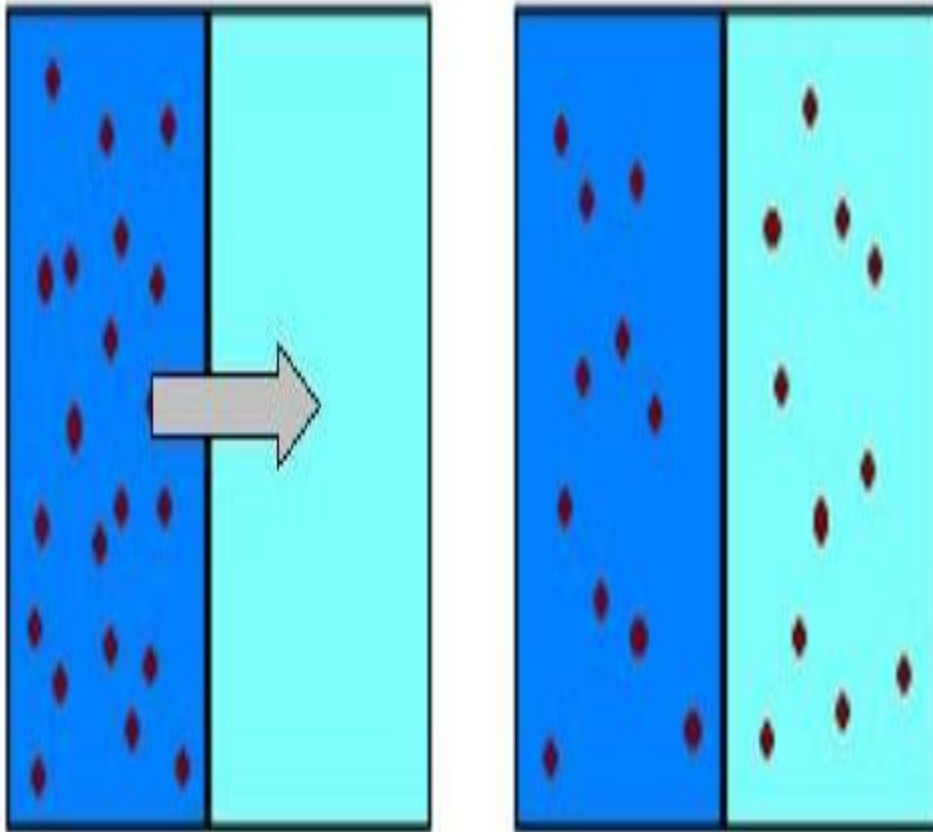
Диссоциация – получение элемента в активном атомарном состоянии



Абсорбция – поглощение поверхностью элемента в активном атомарном состоянии.



Диффузия – проникновение элемента в глубь детали.



Существует несколько видов химико-термической обработки в зависимости от того, каким элементом насыщается поверхность изделия.

[Диффузия.mp4](#)



ЦЕМЕНТАЦИЯ

Цементация заключается в насыщении поверхности изделия углеродом. Цементации подвергаются стали, содержащие $C = 0,15-0,30 \%$, что позволяет сохранить вязкую сердцевину.

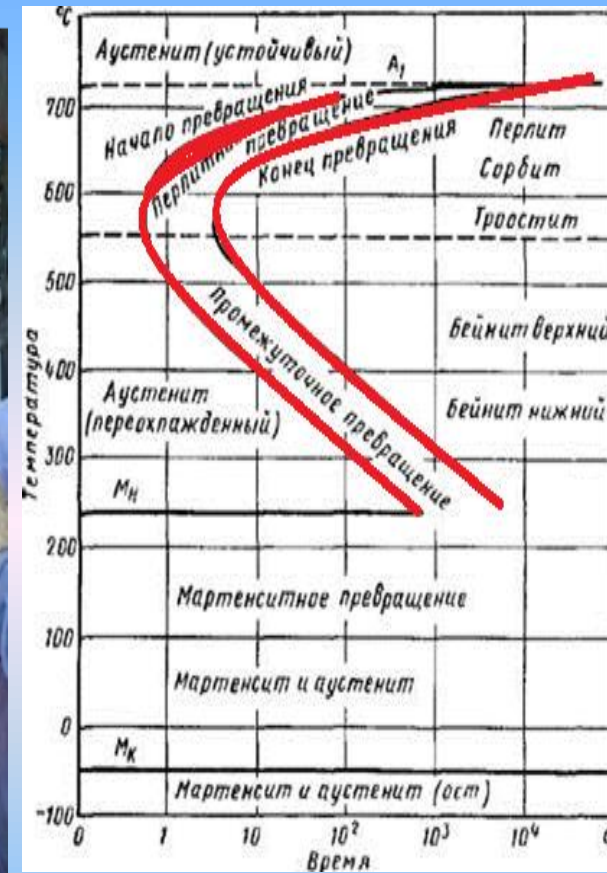
Цементацию осуществляют чаще всего двумя способами. **По первому способу** – в твердом карбюризаторе, состоящем из древесного угля и углекислых солей натрия или бария. Детали в этом случае упаковывают в ящики, засыпают карбюризатором и герметично закрывают. **Второй способ** – это цементация в газовой среде, в качестве которой применяют природный газ.



ЦЕМЕНТАЦИЯ

ТЕМПЕРАТУРА ПРОЦЕССА – 930–950 °С.

Такой выбор температуры обусловлен тем, что необходимо получить аустенитную структуру, которая может растворять много углерода. Кроме того, при указанной температуре достаточно высокий коэффициент диффузии.



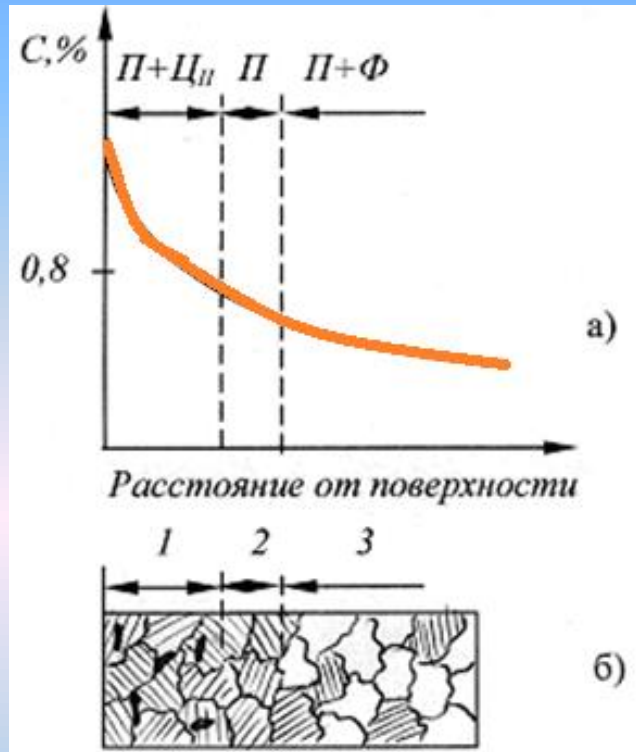
Скорость процесса в твердом карбюризаторе составляет 0,1 мм/час, в газовой среде – 0,15 мм/час.



ЦЕМЕНТАЦИЯ

Цементацию обычно проводят на глубину 1,2–1,5 мм.

После цементации структура поверхностного слоя детали, которая содержит 0,8–1,0 % углерода, состоит из перлита (П) и небольшого количества цементита (Ц). Это – заэвтектоидная зона.



Характер распределения содержания углерода, структурных составляющих и твердости от поверхности к сердцевине после цементации: 1 – эффективная толщина цементованного слоя

За ней идёт доэвтектоидная зона с перлитно-ферритной структурой (П + Ф), в которой содержание углерода меньше 0,8 %. Эта зона плавно переходит в структуру сердцевины (Ф + П) с содержанием углерода 0,15–0,3 %.

Следующий слой – с концентрацией углерода 0,8 % углерода. Это эвтектоидная зона с перлитной (П) структурой.



ЦЕМЕНТАЦИЯ

Глубину цементации оценивают эффективной толщиной цементированного слоя I, который представляет собой суммарную глубину эвтектоидной, заэвтектоидной, эвтектоидной и половины переходной доэвтектоидной зоны.

Цементация обеспечивает благоприятное распределение углерода от поверхности к сердцевине (постепенно уменьшающееся) однако не позволяет получать требуемые эксплуатационные свойства (высокую твердость поверхности, высокую износо-стойкость и высокую усталостную прочность).



Толщина слоя в мм

0,4—0,7
0,6—0,9
0,8—1,2
1,0—1,4
1,2—1,6
1,4—1,8
1,6—2,0
1,8—2,2
2,0—2,4

Продолжительность в час.

4—5
5,5—6,5
6,5—10
8—11,5
10—14
11,5—16
14—19
16—22
19—24



ЦЕМЕНТАЦИЯ

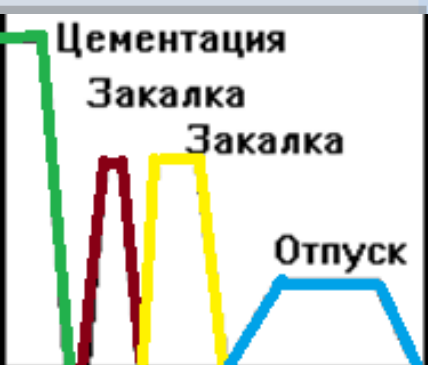
Для получения необходимых свойств изделие после цементации обязательно подвергают закалке, которая может проводиться по трем режимам:



1-й режим: непосредственно из печи, где проводилась цементация. Этот режим пригоден в том случае, когда проводится газовая цементация и когда сталь природно-мелкозернистая.



2-й режим: с цементационного нагрева проводится охлаждение до комнатной температуры, а затем нагрев под закалку до температуры выше A_{c1} , что приводит к измельчению зерна.



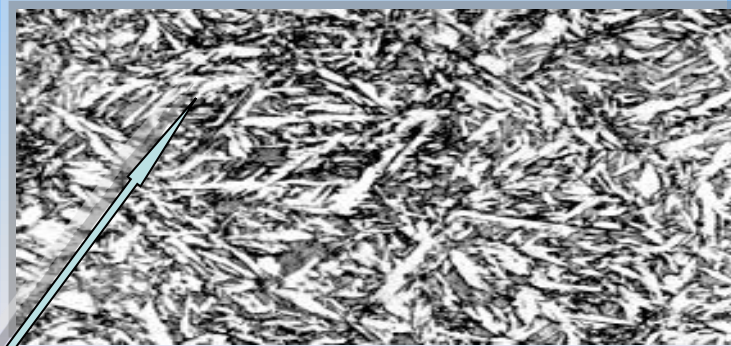
3-й режим: для наиболее нагруженных деталей, которые работают в условиях трения при значительных динамических нагрузках, когда для обеспечения усталостной прочности и ударной вязкости необходимо получить мелкое зерно как на поверхности, так и в сердцевине, проводят двойную закалку.



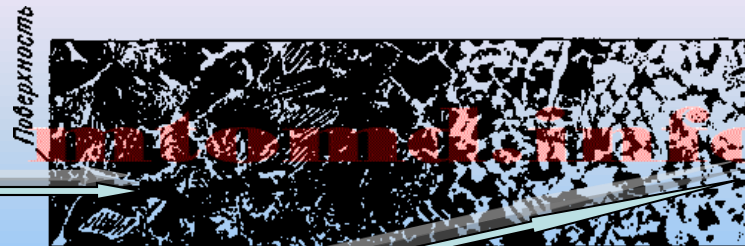
ЦЕМЕНТАЦИЯ

Первую закалку – от температуры выше А3 для исправления структуры сердцевины, вторую – от температуры выше А1 для получения необходимых свойств поверхностного слоя.

При этом в поверхностном слое будет структура высокоуглеродистого отпущенного мартенсита или высокоуглеродистого отпущенного мартенсита с карбидами. В сердцевине же структура в зависимости от прокаливаемости будет представлять мартенсит малоуглеродистый отпущенный или ферритоцементитную смесь.



Мартенсит отпуска



Указанные структуры обеспечивают достаточную вязкость и пластичность сердцевины. Твёрдость на поверхности равна 59–62 HRC, а в сердцевине 25–30 HRC.

После всех режимов закалки следует низкий отпуск для сохранения высокой твердости и частичного снятия напряжений.



Контрольные вопросы

1. Что представляет собой химико-термическая обработка?
2. Из каких стадий состоит любая химико-термическая обработка?
3. Что представляет собой цементация?
4. Какие известны два способа проведения цементации?
5. Охарактеризуйте технологические параметры цементации: температуру, скорость, глубину слоя.
6. В каких пределах находится содержание углерода в поверхностном слое после цементации?
7. Какие свойства обеспечивает цементация?
8. Какая термическая обработка следует после цементации?
9. Указать структуру на поверхности и в сердцевине после окончательной термической обработки, следующей за цементацией.

На самостоятельную работу
выносятся:

1. Методы диффузионной металлизации
2. Силицирование
3. Борирование

Литература

Гладкий И.П. Технология конструкционных материалов и материаловедение /И.П. Гладкий,В.И.Мощенок,В.П.Тарабанова - Х.:ХНАДУ,2014.-576с.

Лахтин Ю.М. Материаловедение: учебн. для машиностроительных вузов/Ю.М.Лахтин,В.П.Леонтьева.-М.:Машиностроение,1990.-528с.

<http://dl.khadi.kharkiv.edu/course/view>. Логин: glushkova639



Кафедра технології металів і матеріалознавства

E-mail diana.borisovna@gmail.com

**Автор: доц. Глушкова Д.Б.
Lect9_1M_TKMIM_GDB_31.03.15**